

LV. évfolyam | 2019. 1. szám

# ENERGIAforrás <

Az MVM Csoport szakmai lapja



„A dekarbonizáció költségei” tanulmány világpremierje Budapesten

Túlélésünk záloga a klímavédelem

Művelési tervek újraértékelési és optimalizálási  
folyamatainak fejlesztése a Magyar Földgáztároló Zrt.-nél

Állomási szekrényfűtések intelligens vezérlése

# 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

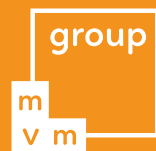
**Szerkesztőbizottság**  
Fáber Dániel, MVM Zrt.  
Feleki Zoltán, MAVIR Zrt.  
Fodor Sándor, MFGK Zrt.  
Gerencsér Dorottya,  
Smart Future Lab Zrt.  
Kál Cecília, MVM OVIT Zrt.  
Király Géza, MVM Partner Zrt.  
Kovács Lilla, MVM NET Zrt.  
Kőfalusi Viktor, MVM Zrt.  
Lengyel Gábor, MVM ERBE Zrt.  
Pintér 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.  
Vladár Sándor, MVM Zrt.

**Lapmenedzser**  
Ozsvárt Dorina  
**Lapterv**  
Horváth Vivien  
**Korrektor**  
Patyi Orsolya

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

**Címlapkép**  
Paksi napelempark  
(Fotó: Juhász Luca)

**Illusztrációk**  
iStock, freepik



|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| BEKÖSZÖNTŐ                                                                                                 | 1  |
| „A DEKARBONIZÁCIÓ KÖLTSÉGEI” TANULMÁNY VILÁGPREMIERJE BUDAPESTEN                                           | 2  |
| KOVÁCS PÁL                                                                                                 |    |
| TÚLÉLÉSÜNK ZÁLOGA A KLÍMAVÉDELEM                                                                           |    |
| AZ MVM ZRT. SZEREPVÁLLALÁSA ALAPVETŐ A MAGYAR ENERGIASTRATÉGIA MEGVALÓSÍTÁSÁBAN                            | 9  |
| MOLNÁR FERENC                                                                                              |    |
| MŰKÖDÉSI MODELL FEJLESZTÉSE A PAKSI ATOMERŐMŰBEN                                                           | 20 |
| PRANCZ ZOLTÁN                                                                                              |    |
| MŰVELÉSI TERVEK ÚJRAÉRTÉKELÉSI ÉS OPTIMALIZÁLÁSI FOLYAMATAINAK FEJLESZTÉSE A MAGYAR FÖLDGÁZTÁROLÓ ZRT.-NÉL | 29 |
| MÉRŐ TAMÁS                                                                                                 |    |
| ALÁLLOMÁSI SZEKRÉNYFŰTÉSEK INTELLIGENS VEZÉRLÉSE                                                           | 36 |
| MALA FERENC                                                                                                |    |
| MVM MIFŰ KFT. - MISKOLC BELVÁROS, AVAS HŐÁTADÓ LÉTESÍTÉSE                                                  | 46 |
| BORBÉLY ZSOLT, KOVÁCS RICHÁRD                                                                              |    |
| NRG FINANCE KFT. ÉS A RÁBA ENERGIASZOLGÁLTATÓ KFT. AZ MVM CSOPORTBAN                                       | 59 |
| JOB VIKTOR                                                                                                 |    |
| BEMUTATKOZIK AZ MVM NET, AVAGY A VÁLLALAT A CSÚCSMINŐSÉGŰ HÁLÓZATOK MÖGÖTT                                 | 64 |
| MVM NET ZRT. MŰSZAKI IGAZGATÓSÁG                                                                           |    |
| A VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÁS FORRÁSOLDALI MEGBÍZHATÓSÁGA SZÁMÍTÁSÁNAK ÚJ ELVEI                                | 74 |
| DR. FAZEKAS ANDRÁS ISTVÁN                                                                                  |    |
| MVM EDISON STARTUP VERSENY - ÖTLETTŐL A DÍJÁTADÓIG                                                         | 85 |
| GERENCSÉR DORKA                                                                                            |    |
| 2017-BEN IMMÁR HARMADIK ÉVE NŐTT AZ EU ENERGIAFOGYASZTÁSA                                                  | 90 |
| FORRÁS: MAGYAR ENERGIAHATÉKONYSÁGI INTÉZET                                                                 |    |
| HÍREK                                                                                                      | 93 |

## < BEKÖSZÖNTŐ

### Tisztelt Olvasó!

Örömmel és nagy megtiszteltetéssel fogadtam a felkérést, hogy részt vegyek az ENERGIAforrás szerkesztésében.

A folyamatosan fejlődő energiaipar, a megváltozott piaci körülmények és a változó felhasználói szokások miatt, minden eddiginél fontosabb a mindennapi szerepünk és a szakmai kommunikációnk erősítése. Ennek egyik legjelentősebb csatornája az MVM Csoport szakmai lapja, az ENERGIAforrás.

A mostani időszakban újra kell értelmeznünk a hagyományos értékláncot. A termelés, a szállítás, az elosztás folyamatában és mellett egyre nagyobb szerepet kap az energiatárolás. Ma már a fogyasztókban tudatosul, hogy ők egyben termelőkké is válhatnak. A következő évtizedben a közműtermékek piacán a verseny fokozatosan a mérőn túlra, az otthonokba helyeződik át.

Az MVM több évtizede összefonódik a magyar villamosenergia-iparág fogalmával. Mindmáig teljes felelősséget vállal a fogyasztók biztonságos és legkisebb költségű ellátásáért. Mi vagyunk a rendszer tervezői és műszaki irányítói, bonyolítjuk a nagy- és kiskereskedelmet, aktívan részt veszünk a nemzetközi integrációban. Mi vagyunk a magyar energetikai érdekek képviselői és közvetítői.

Az MVM, kiegészülve az NKM Csoporttal, Magyarország harmadik legnagyobb vállalata, mintegy 12 ezer főt foglalkoztat, és több mint 15 országban van jelen, mindezek mellett immár közel négymillió lakossági ügyfelet is kiszolgál. Szerepünk ezért megkerülhetetlen, de ez komoly felelősség is egyben.

Az új, jelenleg is formálódó nemzeti energiastratégia a tiszta, okos és megfizethető energia biztosítására épül, illetve kiemelten számol az energetikai innovációban és gazdaságfejlesztésben rejlő lehetőségek kiaknázásával is. Fontos ezért, hogy az MVM Csoport éppen ezek letéteményeseként működjön.

Tudjuk, hogy az energetikai nagyvállalatok számára a siker zálogát a digitalizáció, az egyre összetettebb, magasabb hozzáadott értéket jelentő szolgáltatások jelentik. Az MVM Csoport ezért is tartja kiemelten fontosnak a tudásfejlesztést és a folyamatos innovációt,



ezért is bővítjük az e-mobilitáshoz és a megújuló energiatermeléshez kapcsolódó portfóliónkat.

A megszerzett tudás és tapasztalat, a több évtizedes gyakorlat, az innovációra és a megújulásra való készség, ezek cégcsoportunk sikertényezői. Lapunk, az ENERGIAforrás mind ez idáig az iparág (ahogy mi „öregek” nevezzük) műszaki és gazdasági eredményeiről tudósított, az MVM Csoport széles körű társadalmi kommunikációját szolgálta.

Legfőbb célunk méltónak lenni az elmúlt évtizedek eredményeihez, felnőni elődeink szakmai nagyságához, tudásához, lojálisan, hűen és tisztán vinni tovább, amit ránk bízta.

Az ENERGIAforrás is követi a változásokat, tartalmában és külső megjelenésében egyaránt. Azon fogok dolgozni, hogy a szakmai tartalom színvonala csak a további fejlődés irányába változzon.

Ozsvárt Dániel Péter  
szakmai főszerkesztő





Idén januárban Budapesten világpremierre került sor az energetikában. Az újdonságot a Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet Atomenergia-ügynökségének (OECD NEA) új tanulmánya szolgáltatta a szakma számára. A nevezett tanulmányt a NEA az OECD egy másik leányának, a Nemzetközi Energiaügynökségnek (IEA) a közreműködésével készítette el. Azért is különleges ez a közös munka, mert a két szervezet tevékenysége közötti átfedések területei igen korlátosak, így az IEA és a NEA együttműködése és közös fellépése nem túl régmúlta tekint vissza. A bemutatott mű, a „The Costs of Decarbonisation” („A dekarbonizáció költségei”) című új tanulmány a dekarbonizáció kérdésével foglalkozik, amely napjaink komoly kihívása.

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

Kovács Pál \*

# < „A DEKARBONIZÁCIÓ KÖLTSÉGEI” TANULMÁNY VILÁGPREMIERJE BUDAPESTEN

Az energetikát napjainkban leginkább meghatározó folyamat a megújuló energiaforrások gyors térnyerése, illetve ezzel összefüggésben a dekarbonizáció. A dekarbonizációs folyamatra vonatkozó legfrissebb célokat a párizsi éghajlatvédelmi egyezményben, 2015-ben fektették le. Ennek fő mondanivalója, hogy a globális átlagos felmelegedést az ipari forradalom előtti szinthez képest +2 °C alatt kell tartani, hogy a világ az ebből fakadó katasztrofális következményeket elkerülhesse. Ez a légköri CO<sub>2</sub>-szint egyenértékére lefordítva a 450 ppm-es koncentráció felső korlátját jelenti. Az egyezmény alapján az OECD kiszámolta: annak érdekében, hogy a globális hőmérséklet-növekedés a 2 °C-ot ne haladja meg, a villamosenergia-iparban a kilowattóránkénti CO<sub>2</sub>-kibocsátást 2040-re 50 g CO<sub>2</sub>-ra kell leszorítani. Ez az érték azért fontos, mert a villamosenergia-termelés a felelős az üvegházhatású gázok globális kibocsátásának 40%-áért, és ha nem mozdulunk el a

villamosenergia-rendszer dekarbonizációja felé, ez a részarány az elektrifikáció elterjedésével egyre csak növekedni fog. Ebből eredően az energiaiparra kulcsszerep hárul a CO<sub>2</sub>-mentesítésben, gondoljunk csak az elektromos autókra vagy a lakások hűtéséhez és fűtéséhez használt hőszivattyúk terjedésére: ezek mind növelik a villamos energia felhasználását, ráadásul mind állami, mind civil szereplők ösztönzik ezt a folyamatot.

A párizsi célok megvalósításához a villamosenergia-rendszerben gyors és radikális változtatásokra van tehát szükség. Aki nem ismerné a számokat: az elérni kívánt 50 g CO<sub>2</sub>/kWh értékhez képest a jelenlegi helyzet az, hogy a villamosenergia-ipar 570 g CO<sub>2</sub>/kWh fajlagos kibocsátással rendelkezik, vagyis kevesebb mint tizedére kell csökkenteni a fajlagos kibocsátás mértékét! A meglehetősen ambiciózus cél – amin ráadásul a jövő generációinak léte is múlhat – hatalmas kihívás elé állítja az OECD-országokat, amelyeknek a villamosenergia-termelésből származó éves kibocsátásaikat 85%-kal kell csökkenteniük. Ugyanakkor a globális érték is alig marad el ettől, ez jelenleg 73%.



Az elérni kívánt 50 g CO<sub>2</sub>/kWh értékhez képest a jelenlegi helyzet az, hogy a villamosenergia-ipar 570 g CO<sub>2</sub>/kWh fajlagos kibocsátással rendelkezik.

\* Kovács Pál, a Paksi Atomerőmű kapacitásának fenntartásáért felelős államtitkár

A „The Costs of Decarbonisation” című tanulmány a villamosenergia-szektor radikális átalakításának gazdasági kérdéseivel foglalkozik, keresve a párizsi célok teljesítéséhez szükséges gazdasági szempontból legoptimálisabb villamosenergia-rendszert.

A NEA tanulmánya szerint a párizsi célkitűzés csak az alacsony CO<sub>2</sub>-kibocsátású technológiák alkalmazásával lehetséges, a célok teljesítéséhez nem szabad bezárnunk a kaput egyetlen karbonmentes energiaforrás előtt sem: a „trendi” időjárásfüggő megújulók mellett a nagy mennyiségű villamos energia előállítására képes és (természeti adottságoktól függően) a szintén megújuló vízenergiára, valamint az atomenergiára is szükség van. A CO<sub>2</sub>-megkötés és -tárolás (CCS – Carbon Capture and Storage) napjainkig még nem bizonyította életképességét, azzal biztosan számolni nem lehet, ezért a szén szerepe az energiakosárban egyre inkább megkérdőjeleződik, és célszerű megbarátkoznunk azzal a gondolattal, hogy a szénelalapú villamosenergia-termelést a jelenlegi formájában kivezetik (több ország már céldátumokat is fogalmazott meg erre vonatkozóan). Emellett azonban a földgáznak is csupán limitált, kiegyenlítő szerep juthat a jövő villamosenergia-rendszerében. Egy olyan villamosenergia-kosár, amely alapját az atomenergia és a megújulók alkotják, eredményes lehet mind műszaki, mind ellátásbiztonsági, mind pedig gazdasági szempontból.

A nemzetközi közös és a nemzeti szintű vállalkások szigorúak, de az eddigi lépések, szakpolitika és a változások trendje nem mutat ebbe az irányba, főleg nem a költséghatékonyaság terén. A NEA főigazgatója – William D. Magwood – szerint a bemutatott tanulmánnyal, illetve az elemzésekkel elérhető az a cél, hogy a döntéshozók a valódi tények és adatok tükrében tudjanak döntést hozni, a szakpolitika költségvetésként és racionalis módon legyen kialakítva.

## A TANULMÁNYRÓL

A tanulmány – a villamosenergia-rendszer működőképességének peremfeltételként történő beállítása mellett – tisztán gazdasági szempontok terén igyekszik elemezni az alternatívaként felmerülő alacsony karbonintenzitású villamosenergia-rendszereket. A vizsgálatok során 8 különböző rendszerkialakítást vázoltak fel a megújulók részarányának függvényében. Alapesetként (base case) egy 0%-os részesedésű rendszert, majd rendre 10, 30, 50, illetve 75%-os megújulópenetrációt alkalmaztak. (Ez utóbbi esetben az energiakosárba már „nem fért bele” az atomenergia alkalmazása.) Az alapvizsgálathoz tartozott még egy 30%-os részesedésű, alacsony költségű megújulókat (low cost VRE) magában foglaló rendszer. Az utolsó kettő modellezést az érzékenységvizsgálat keretében végezték: a két 50%-os megújulópenetrációjú rendszert az első esetben

a nemzetközi hálózati kapcsolatok nélküli (nincs import-export), míg a második esetben a országhatárokon átvitelő kapcsolatok (határkeresztezők) és vízenergia nélküli feltételek mellett vizsgálták.

A villamosenergia-rendszer összköltsége erőművi szintű előállítási költségekből és hálózati szintű rendszerköltségekből áll össze. Míg az erőművi szintű előállítási költségek az adott technológiától függenek, a hálózati szintű rendszerköltségek a következő elemeket tartalmazzák:

- profilköltségek (profile costs),
- csatlakozási költségek (connection costs),
- kiegyenlítési költségek (balancing costs),
- hálózati költségek (grid costs).

A profilköltségek az eltérő termelési jellegből adódnak, a kiegyenlítés költségeit a menetrendtől való eltérés kiegyensúlyozása adja, míg az hálózati költség a hálózat üzemeltetési és karbantartási költségeiből áll össze. A hálózati szintű rendszerköltségek erősen függenek a kérdéses országtól és energiakosárától, többek között az időjárásfüggő megújulók (VRE) penetrációjától, illetve az adott országra jellemző profiltól. Ezenkívül befolyásolja őket a rugalmas forrásokhoz való hozzáférés: a tárolási lehetőségek, a vízerőművek és a hálózati kapcsolódások mértéke és fejlettsége.

A hálózati költségelemeknél a vizsgálat szempontjából érdemes megjegyezni, hogy a kiegyenlítési, az átviteli és az elosztási költségek a növekvő megújulópenetrációval együtt egyértelműen növekednek. A kiegyenlítési költségek esetében azért, mert az időjárásfüggő megújulók nehezen jelezhetőek előre, az átviteli és elosztási költségek pedig amiatt, mert az időjárásfüggő megújulók esetében a telepítési helyszínek messze esnek a fogyasztóktól. Valóban, a rendszerköltségek mind a négy komponense (kiegyensúlyozás, profilkövetés, hálózatra kapcsolás és hálózati költségek) nő a megújuló erőforrások bevezetésével, de eltérő mértékben.

A fentiek mellett a számításoknál figyelembe vettük az erőmű-beruházások, a hálózatfejlesztések, a rendszertartalékok, a kiegyenlítő kapacitás és a rendszer szabályozási célú fejlesztéseinek költségeit.



A tanulmány tisztán gazdasági szempontok terén igyekszik elemezni az alternatívaként felmerülő alacsony karbonintenzitású villamosenergia-rendszereket.

## EREDMÉNYEK, MEGÁLLAPÍTÁSOK

A tanulmányban elvégzett számítások több egyértelmű és kevésbé egyértelmű eredményre vezettek. Hely hiányában sajnos csak néhányat tudok kiemelni közülük, azonban mindenkinek ajánlom, hogy vegye kézbe a NEA tanulmányát, megéri.

Az egyik egyértelmű eredmény a rendszer beépített teljesítményére vonatkozik. Az időjárásfüggő megújulók beépített teljesítményének növelése jelentős hatással van az igénybe vehető teljesítmény formájára, terhelhetőségére és kiszámíthatóságára, arra a kapacitásra, amelyet hagyományosan konvencionális, szabályozható erőművi egységek fednek le. Ezt mutatja az 1. ábra. Az időjárásfüggő megújulóenergia-termelés előre megadott részesedésének függvényében a teljes beépítendő teljesítményigény jelentősen megnő: az alapesethez képest a beépítendő kapacitás több mint kétszeresére nőtt az 50%-os és háromszorosára a 75%-os megújuló termelési arány esetén.

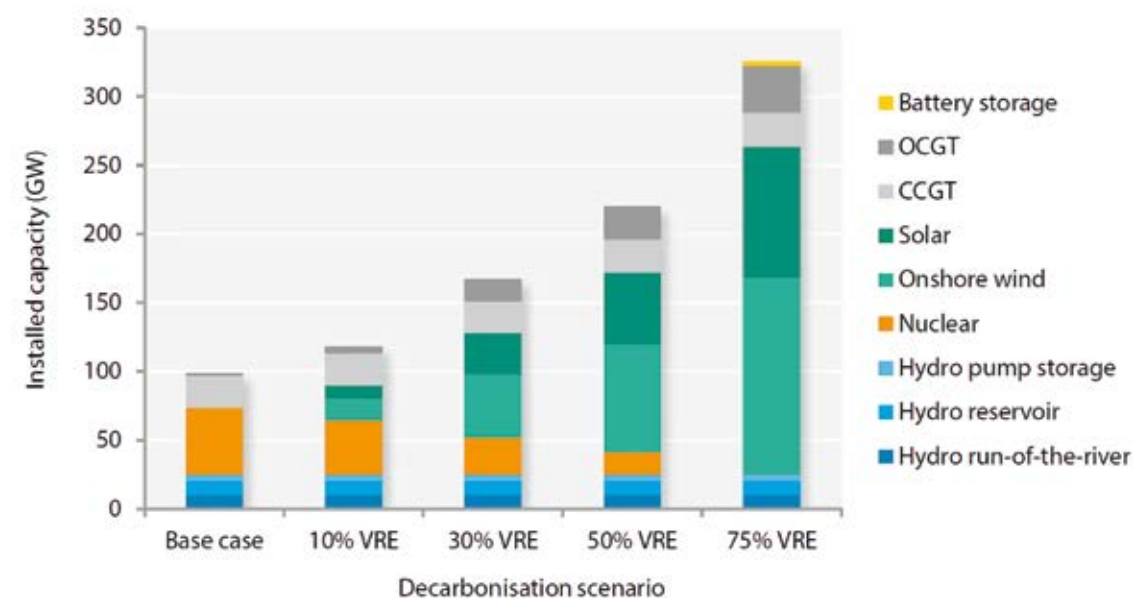
A hőerőművek üzemeltetésének módja és az irántuk támasztott flexibilitási követelmények erősen függenek az elérendő változó megújuló-részaránytól. Az ábráról leolvasható, hogy napsütötte és szeles napokon (pl. áprilisban) magas VRE-arány mellett a gázerőművek és az atomerőművek lehetnek az „áldozatai” a magas időjárásfüggő megújulóarányának. Az energiakosárban a növekvő változó megújuló-részarány esetén a kon-

vencionális hőerőművek egyre növekvő valószínűséggel lesznek kitéve gyakori leterhelésnek, és alacsony teljesítménykihasználási tényezőt érnek el.

Az utóbbi évek szenzációja az újságban többször „ingyen áram”-nak titulált kifejezéssel jellemezhető időszakok voltak (miközben ez csak annyit jelent, hogy adott időszakban a villany nagykereskedelmi ára nulla közelébe vagy nullára csökkent, a végfelhasználói áram ára természetesen ez esetben sem nulla). A jelenlegi viszonyok között még elsősorban csak Németországra jellemző jelenség a magas VRE-penetrációnak köszönhetően alakul ki, így azok részarányának növekedésével egyre hosszabb az olyan időszak, amikor a termelőknek az is pluszköltséget jelent, ha áramot termel. Erre világít rá a 2. ábra. Nulla árszintű villamos energia először az időjárásfüggő megújulók 30%-os penetrációs szintjén jelentkezik. A megújulók növelésével azonban drasztikusan nő az események száma és időtartama.

Bár úgy tűnhet, ez a jelenség egy termelő számára sem pozitív, hiszen a rendszerköltségeket így is fedezni kell. A nulla árral rendelkező órák magasabb gyakoriságát a szám növelése a másik oldalról magas villamosenergia-árakkal „jutalmazza”, vagyis a nagyon magas árral (>100 USD/MWh) jellemezhető időtartam hossza is növekedni fog, az árvolatilitás jelentősen megnő. A fokozódó árváltozékonyság pedig bizonytalanságot generál a piacon, ami a bizonytalanság miatt növekvő

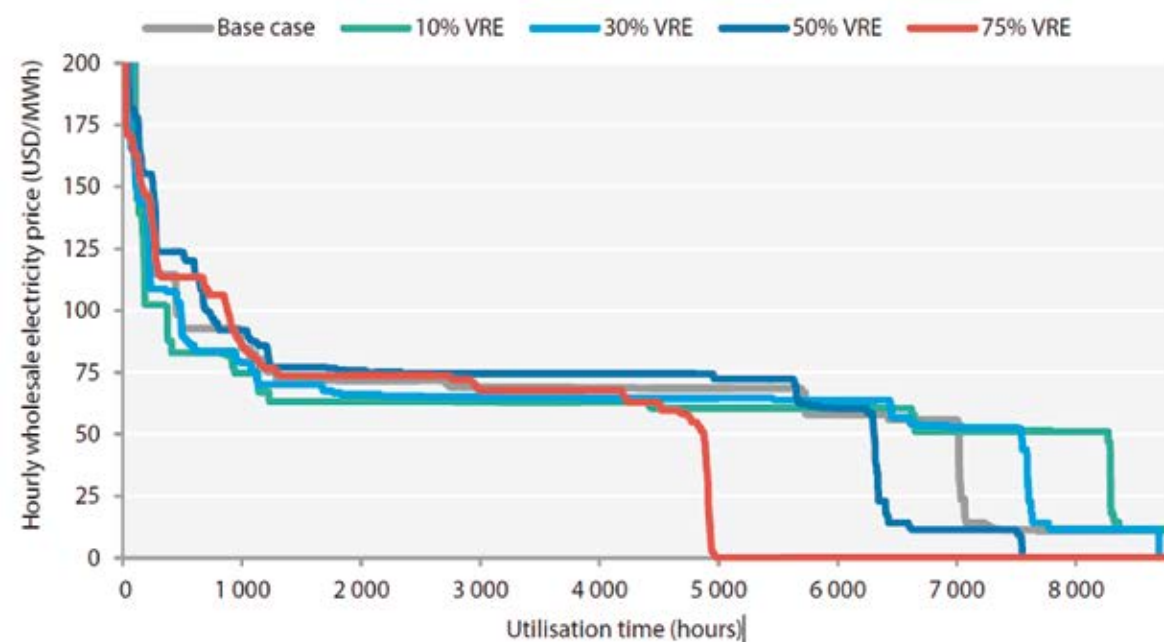
1. ÁBRA: BEÉPÍTETT TELJESÍTMÉNYEK KÜLÖNBÖZŐ VRE-PENETRÁCIÓ ESETÉN



FORRÁS: „THE COSTS OF DECARBONISATION” TANULMÁNY (OECD NEA)



2. ÁBRA: VILLAMOSENERGIA-ÁR TARTAMGÖRBÉJE



FORRÁS: „THE COSTS OF DECARBONISATION” TANULMÁNY (OECD NEA)

elvárt hozamon keresztül rontja a beruházások megtérülését. Ez növeli a villamosenergia-ellátó rendszer önköltségét, az erőmű-beruházási kedv csökkenését vonja maga után, ezáltal pedig hosszú távon veszélyezteti az ellátásbiztonságot.

Az is kijelenthető, hogy a magas VRE-részarány az egyéb megújulóknak (pl. vízerőmű) is megnehezíti a működést és a piaci jelenlétet, a tanulmány szerint a megújulókból származó villamos energia piaci értéke a VRE-részarány növelésével romlik, hisz az együttes betáplálás idején a betáplált villany nagykereskedelmi ára lezuhan. És az sem mellékes, hogy a 30%-os megújulás termelési arány fölött – ambiciózusabb megújuló célok esetén – a megújulótermelés szükséges korlátozása is megjelenik, és az arány növelésével a korlátozási igény is élesen megnő (50% termelési aránynál a kényszerkiegész aránya 10% fölött, 75%-nál 18% fölött alakul).

Meglepő lehet, hogy az időjárásfüggő megújulók a villamosenergia-termelés növekedésével nemcsak a növekvő korlátozási időtartamokon keresztül nehezítik meg a saját helyzetüket, hanem a saját egységköltségükön keresztül is. A növekvő VRE-penetráció hatására a rendszerköltségek jelentősen megnőnek, és nem állnak egyenes arányban a penetráció szintjével, ahogy ezt a 3. ábra mutatja. A villamosenergia-termelés 10%-os időjárásfüggő megújulórészesedése esetén ezek rendszer-



Az OECD-NEA tanulmánya öt fő követelményt fogalmaz meg, amelyek segítségével az alacsony CO<sub>2</sub>-kibocsátású termelést eredményező piaci modell felé haladhatunk.

költsége „mindössze” 7 USD/MWh VRE. Azonban 30%-os VRE-penetráció esetén a teljes rendszerköltségük már több mint kétszeresére nő, (17,5 USD/MWh VRE), míg 50%-os termelési arány mellett már eléri a 30 USD/MWh VRE értéket. Az időjárásfüggő megújulók ennél is magasabb termelési részaránycéljai több mint 50 USD/MWh VRE rendszerköltséget eredményeznek saját maguk számára.

A villamos energia összköltségét tekintve a modellezési eredmények azt mutatják, hogy a villamosenergia-termelési költségek 17%-kal nőnek az alapeset-forgatókönyvhez képest 30%-os megújulópenetráció

esetén. Magasabb, az összvillamosenergia-termelés 50%-ának és 75%-ának megfelelő megújuló-részarány célkitűzése esetén a termelési költségek az első esetben 33%-kal, míg a másodikban több mint 70%-kal növekednek.

Tényként rögzíthetjük, hogy a megújulók részaránya növekszik, a folyamatnak még a lassulása sem igen várható a jövőben, emiatt a piaci bevételek egyre kevésbé fedezik a termelési költségeket, és további kiegészítő kompenzációs mechanizmusokra lesz szükség a célul kitűzött termelői kosár összetételének eléréséhez.

Érdekességként a 75%-os VRE-penetrációval rendelkező rendszer esetében a következő problémák léphetnek fel:

- rendszer nagyon nehezen manőverezhetővé válik,
- nagy lesz a termelés változékonysága, ami ráadásul pontosan nem is jelezhető előre,
- a túlermelés aránya 37%-kal megnő, aminek csak egy részét tudják a tárolók töltésére fordítani, a többi elvész,
- az előzőekből következően egy ilyen rendszerben a szabályozható termelők számára egy rendkívül rossz környezet alakul ki.

Az alacsonyabb rugalmas erőforrásokkal rendelkező rendszerek súlyosabb kihívásokkal szembesülnek a

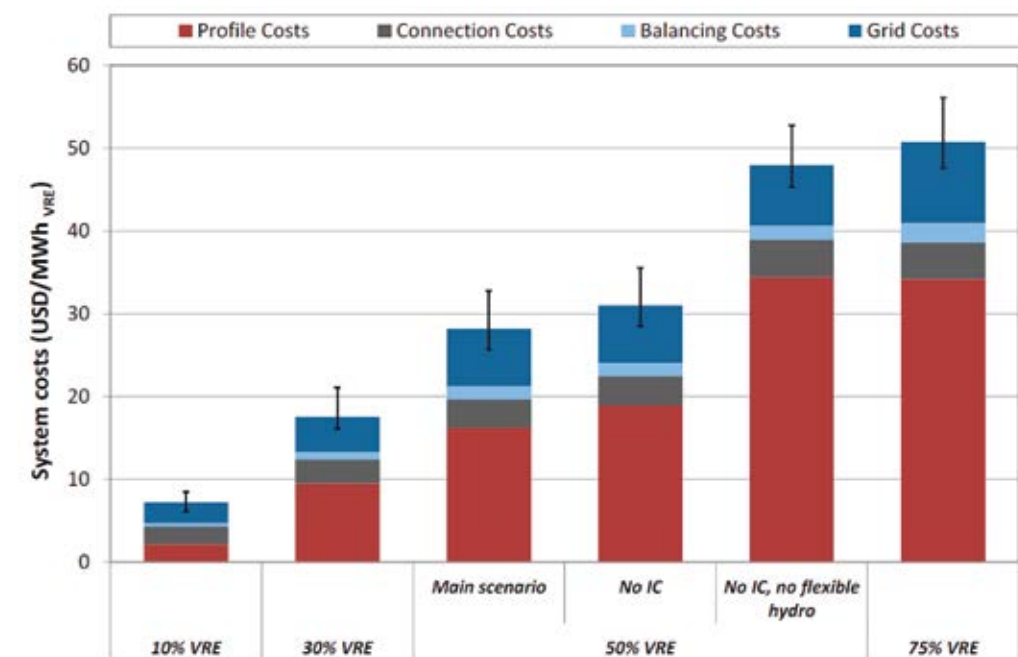
megújuló erőforrások integrálása és a villamosenergia-termelés magasabb költségei között. A vízerőművekre és a szomszédos országokkal és hálózatokkal való összeköttetésekre vonatkozó feltételezések itt döntő fontosságúak. Például – az érzékenységvizsgálat során alkalmazott scenáriók – 50%-os megújulópenetráció esetén a rendszerköltségek 28 USD/MWh-ról közel a duplájára nőnek a referenciarendszerhez képest, 48 USD/MWh-ra egy elszigetelt rendszerben, ahol nincsenek rugalmas vízerőforrások.

## ÖSSZEGZÉS

A tanulmány számos intenzív CO<sub>2</sub>-mentesítési forgatókönyvet elemzett, eltérő változó megújulóenergia-, vízerőművi és atomenergia-részaránnyal, amelyek egy nagyobb, jól összekapcsolt rendszerben több OECD-tagállam számára reprezentatív mintát képviselnek. Az eredmények alapján az atomenergiára támaszkodó energiakosár a legköltséghatékonyabb megoldás a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentésére vonatkozó célkitűzés elérésére.

Azonban nem elég annak felismerése, hogy a nukleáris energia alkalmazása költséghatékonyá teszi az alacsony karbonintenzitású rendszerek működését, a radikális dekarbonizáció megvalósításához a politikának

3. ÁBRA: AZ IDŐJÁRÁSFÜGGŐ MEGÚJULÓK ÁLTAL A SAJÁT MAGUKNAK OKOZOTT RENDSZERKÖLTSÉGEK ALAKULÁSA A VIZSGÁLT ESETEKBE



FORRÁS: „THE COSTS OF DECARBONISATION” TANULMÁNY (OECD NEA)



ennél többet kell tennie. Az OECD-NEA tanulmánya öt fő követelményt fogalmaz meg, amelyek segítségével az alacsony CO<sub>2</sub>-kibocsátású termelést eredményező piaci modell felé haladhatunk. Világos útiterv hiányában ugyanis elveszíthetjük a liberalizáció okozta hatékonysági előnyöket, fennáll annak a kockázata, hogy a szabályozott rendszerekhez való teljes körű visszatérés több kárt okoz, mint hasznot. A NEA által megfogalmazott öt követelmény:

1. A rendszerköltségek felismerése és allokálása az azt eredményező technológiához.  
A teljes rendszerköltség az erőművi szintű költségekből, a rendszerköltségekből áll össze. Ezek függenek a lokális és regionális adottságoktól, a meglévő energiamixtól, a megújulókat részarányától és a rugalmas erőművi források meglététől.

## AZ EREDMÉNYEK ISMERETÉBEN A TANULMÁNY A KÖVETKEZŐ MEGÁLLAPÍTÁSOKAT TESZI

- A CO<sub>2</sub>-mentes rendszer megvalósítható, de a belső arányok (atom, víz és megújulókat közötti) megállapítása határozza meg a költségeket; egy, a teljesen megújulókat alapozott rendszer ugyan megvalósítható, viszont megfizethetetlen. Figyelembe kell venni ugyanis, hogy minél jobban nő a megújulókat részaránya az energiaszámban, annál jobban nő a költség. A villamosenergia-termelő szektor gyors és hatékony dekarbonizációjához minden low-carbon technológiára szükség van a leginkább költséghatékony módon.
- A termelőknek (a megújulókat termelőknek is!) egyre nagyobb bizonytalanságra és egyre kisebb kiszámíthatóságra, valamint bevételekre kell készülniük.
- A kormányoknak meg kell kezdeniük a hosszabb távra szóló kompenzációs intézkedések tervezését (ld. lejjebb).
- A szén-erőmű-kapacitások leállítása miatt az atomerőműveket fel kell készíteni a hálózati teljesítményt követni képes üzemelésre (erre a modern 3+ generációs blokkok már fel vannak készülve).
- Szükség van nem időjárásfüggő megújulókatra is (vízenergia) a rendszerben.

2. A működő villamosenergia-piac létrehozásának előmozdítása a források minél jobb elosztásának érdekében.

Jelenleg a villamos energia árában kizárólag az erőművi szintű termelési költségeket veszik figyelembe. Ahhoz, hogy a piacok az egyes technológiákat azok valódi társadalmi értéke alapján értékeljék, emellett még a hálózati szintű rendszerköltségek, a társadalmi és környezeti költségek (emissziós, földhasználati, ellátásbiztonsági, klímavédelmi költségek) figyelembevétele is szükséges lenne.

3. Beruházások ösztönzése az összes alacsony CO<sub>2</sub>-kibocsátású technológia területén, ezzel stabilitást biztosítva a beruházóknak.

A torzított energiapiacra a hosszú előkészítési és építési idő miatt az atomenergetikai beruházások hátrányt szenvednek. A jelenlegi, gyorsan változó piaci körülmények között a beruházók a gyorsan megépíthető technológiákat fogják választani.

4. Elérhető és megfelelő kapacitás, átviteli és elosztóhálózat és rugalmasság.  
Szükséges az energiapolitika és a szabályozás koordinációja, valamint egy jól integrált villamosenergia-rendszer létrehozása.

5. A CO<sub>2</sub>-kvóta megfelelő árazásának végrehajtása.  
A korábban éveken át tapasztalt alacsony kvótaár nem töltötte be azt az ösztönző szerepet, amiért a kvótarendszert létrehozták. Mára ez változóban van, a CO<sub>2</sub>-kibocsátás költsége érdemi, s ha ez így marad, ez lehet a leghatékonyabb ösztönző a dekarbonizáció irányába.

Míg a villamosenergia-piaci reform részleteinek tisztázása érdemi szakértői vitát igényel, fontos, hogy a politikai döntéshozók megértsék az öt pillér fontosságát, amelyek ahhoz szükségesek, hogy fenntartsák a megfelelő egyensúlyt a rövid távú piaci verseny által okozott nyomás és az alacsony CO<sub>2</sub>-kibocsátású termelés hosszú távú beruházási ösztönzők között. Ahogy a NEA budapesti bemutatóján elhangzott, a tanulmány, illetve az elemzések célja is az, hogy a döntéshozók a valódi tények és adatok tükrében tudjanak döntést hozni.

A megállapítások alapján az is kiderült, hogy a célok teljesítéséhez kormányzati kezdeményezésű és támogatott fejlesztési beruházások szükségesek a tőkeigényes, ám alacsony karbonintenzitású termelési módok bővítéséhez. Ehhez pedig stabil szabályozási és villamosenergia-piaci háttér kell, hogy a befektetői bizalom meg tudjon erősödni. Ezekkel a lépésekkel és döntésekkel közelebb kerülhetnénk ahhoz, hogy a szakpolitika valóban racionális és nem melleleg költséghatékony módon legyen kialakítva.



PAKSI NAPELEMPARK Fotó: Juhász Luca

Molnár Ferenc \*

# < TÚLÉLÉSÜNK ZÁLOGA A KLÍMAVÉDELEM

AZ MVM ZRT. SZEREPVÁLLALÁSA ALAPVETŐ  
A MAGYAR ENERGIASZTRATÉGIA MEGVALÓSÍTÁSÁBAN

.....

\* Molnár Ferenc, projektvezető, MVM Zrt.



**A hazai kiöregedő erőműpark pótlása elkerülhetetlen. A klímavédelmi célokat és vállalásokat is figyelembe véve az energiatermelő kapacitások karbon-mentes pótlása, illetve bővítése a nukleáris és a megújuló technológiák együttes felhasználását jelentik. Az MVM stratégiájában prioritás a hazai energiaforrások kiaknázása. Hazánk természeti adottságai a napenergia hasznosítása szempontjából kifejezetten kedvezőek. Mindezeket figyelembe véve az MVM számára kézenfekvő választás volt, hogy naperőművek létesítésével növelje a megújuló energiaforrásokat hasznosító erőművi portfólióját.**

## 1. BEVEZETÉS

Az emberiség történelmét végigkíséri az energia jelenléte, folyamatosan bővülő felhasználási területei és formái, valamint az egyre növekvő energiaigény. Kezdetben a tűz felfedezése mint az energia egyik megnyilvánulási formája indította el az energia tudatos felhasználását. A mai kor embere számára az energia olyan számos megjelenési és felhasználási formában van jelen, hogy felsorolni is csak a teljesség igénye nélkül lehetne. A civilizált ember életének minden szegmensében meghatározó az energia használata. Túlzás nélkül ki lehet jelteni, hogy a ma élő urbanizált ember életfeltételei szünnének meg az energia hiányában. Villamos energia nélkül nem működnének a számítástechnikai eszközökkel megvalósított irányítórendszerek, sem az alapellátó rendszerek fő és segédberendezései. Könnyű belátni, hogy villamos energia hiányában leállna a víz- és gázellátás. Nem működnének a szellőzőrendszerek. Leállna a közlekedés, és éjszaka minden sötétbe borulna. Nem lenne fűtési és hűtési lehetősége a lakásoknak. Leállna az ipari és mezőgazdasági termelés. Sem ivóvíz, sem élelem nem lenne. Nem működnének a kommunikációs és biztonsági rendszerek. Az ország- és rendvédelem sem tudná ellátni a feladatát. Az energia hiánya gazdasági és társadalmi katasztrófához vezetne.

A jelenlegi csaknem 8 milliárdnyi globális populáció a fenntartható fejlődéshez maximalizált energiaszükséglet többszörösét emészt fel minden pillanatban. A rohamosan gyarapodó létszámú emberiség kíméletlen mértékű energiafelhasználás árán rendkívül önző és pazarló módon meríti ki a föld energiakészletét és rombolja le a természeti környezetét. Amennyiben a civilizáció jelenlegi „fejlődési” irányán nem sikerül változtatni, akkor az egész emberiség életfeltételei kerülnek veszélybe, mégpedig belátható közelségben. Ebben az esetben a jövő generációk életfeltételeit szüntetik meg. Közhelyszámba menő, de találó mondás, miszerint a Föld nem a miénk, csupán

kölcsönkaptuk az unokáinktól. Feladatunk a klímavédelem kapcsán, hogy egy élhető világot adjunk tovább az utókor számára. A civilizáció ártalmi közé sorolhatjuk a globális felmelegedés következtében kialakuló klímaváltozás és a környezetszennyezés hatásaként bekövetkező nagyszámú megbetegedést és a humán áldozatokat.

A gazdasági fejlődés hajtómotorja az energia rendelkezésre állása. Földünk egyes gazdasági közösségei, különösen a fejlődő világ országai a rövid távon elérhető legnagyobb gazdasági növekedés érdekében figyelmen kívül hagyják a hosszú távú életfeltételeket biztosító környezetvédelmi szempontokat. Ennek eredménye a föld globális felmelegedési ütemének erős növekedése és a klímaváltozás felgyorsulása.

## 2. A KLÍMAVÁLTOZÁS FOLYAMATA

A földünk élővilága, így az emberiség természeti környezete sok veszélyforrásnak van kitéve és nagyon sérülékeny. Ezek közül a legdrasztikusabb hatással bíró pusztító folyamat a föld légkörének globális felmelegedése. A globális felmelegedés közvetlen következménye az éghajlatváltozás. A 21. század legnagyobb feladata, amely az emberiség előtt áll, az éghajlatváltozás következményeinek kezelése. Az elmúlt évek mérései azt mutatják, hogy a föld légkörének átlaghőmérséklete több mint 2,5 Celsius-fokkal emelkedett. Amennyiben ez a tendencia folytatódik, akkor az éhező emberek száma több mint nyolcvan millióval fog növekedni, az emlősfajok több mint egynegyede, valamint a madárfajok több mint egy tizede teljesen el fog tűnni az élővilágból. (Hejazi, 2017)

A globális felmelegedést a föld légterébe jutó üvegházhatást okozó gázok (ÜHG) okozzák. Az üvegházhatást okozó gázok legfőbb forrása az égés folyamata. Az égés során keletkező gázok közül a legnagyobb mennyiségben a szén-dioxid kerül a környezetünkbe. A föld átlaghőmérsékletének emelkedését és a felmelegedés ütemének gyorsulását az okozza, hogy a több száz millió

év alatt megkötött szén mennyisége néhány évszázad alatt koncentráltan kerül vissza a természeti környezetünkbe. A föld légkörében felhalmozódó ÜHG-gázréteg átengedi a nap sugarait, azonban mint egy üvegbúra, visszaveri a távozni igyekvő hőmennyiséget.

A kaliforniai egyetem kutatása alapján a szén-dioxid legnagyobb kibocsátói a közlekedés-szállítás 49%-os, valamint a villamosenergia-termelő szektor 30%-os részesedéssel. (Héjazi, 2017)

A világ humán népességéből az EU28 népessége több mint 512 millió lakos. A populáció növekedésével a primer energia felhasználása is nő, viszont ennél jóval nagyobb ütemben növekedik az energiafogyasztás. Visszatekintve, egy 2000. évi felmérés eredménye szerint már akkor a népesség 16%-a használta fel az elfogyasztott összes energiamennyiség 80%-át. A Nemzetközi Energia Ügynökség közzététele szerint 1980-ban a föld lakosságának energiafogyasztása csaknem 7300 millió tonna olajegyenérték (Mtoe) volt. Ez az érték 2008-ra több mint kétharmadával emelkedett, amely 12 300 Mtoe értéket jelentett. (World Energy Outlook, 2010) Már 1980 és 2008 között is egy erősen emelkedő primer energia fogyasztási tendencia figyelhető meg.

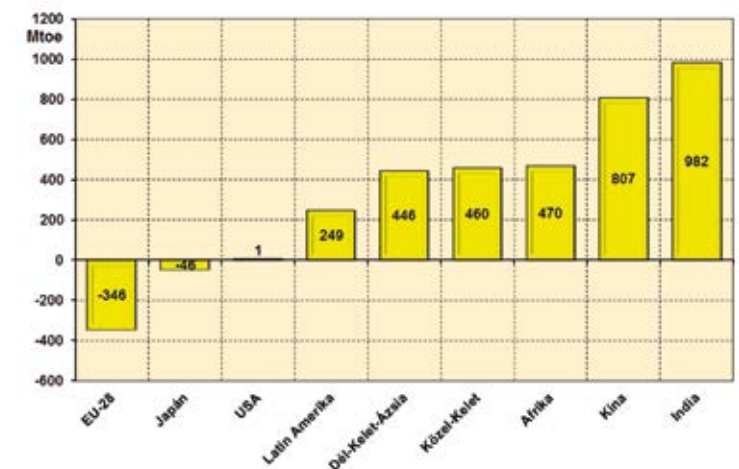
2040-re a föld lakóinak energiaigénye a 2017. évi érték 25%-ával fog emelkedni. Az energiahatékonysági intézkedések nélkül ez a 2017. évi elfogyasztott energia mennyiség kétszerese lenne. India energia fogyasztásának növekedése közel kétszeres lehet. A kínai felhasználás egyötödével bővíülhet. (World Energy Outlook, 2018)

Az 1. ábrán látható mennyiségekből levonható az a következtetés, hogy a föld energia készleteit vészes sebességgel éljük fel. A felemésztett energiamennyiség több mint 70%-a fosszilis bázisból ered. A nukleáris és a megújuló alapú termelés mennyisége viszonylag eltörpül a fosszilis bázisú felhasználás mellett.

A másik, ami ennél még súlyosabb hatással van a bolygónk élővilágára, az a globális felmelegedés ütemének gyorsulása, és ezzel együtt a visszafordíthatatlan klímaváltozás.

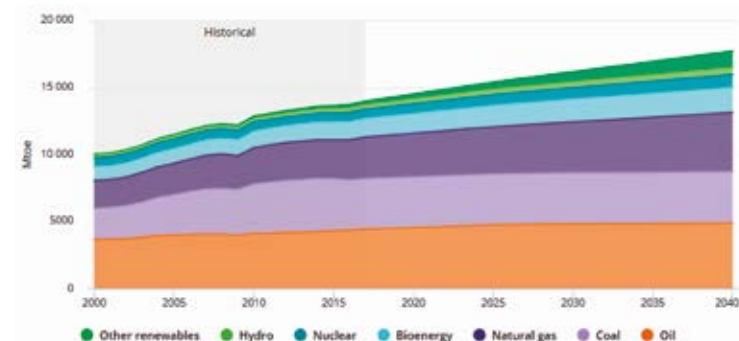
Az energiaforrások többsége hatással van az éghajlatváltozásra. A világméretű tendencia az, hogy az energiafogyasztás növekedésével arányosan növekszik a fosszilis energiahordozók felhasznált mennyisége is. Természetesen ezzel együtt növekszik az üvegházhatású gázok kibocsátása a föld légkörébe, és az ott felhalmozódó gázok mennyisége. Az 1980-as 18,7 milliárd tonna értékről 2008-ra 29,4 milliárd tonna mennyiségre emelkedett az energetikával összefüggésbe hozható kibocsátott szén-dioxid mennyisége. (World Energy Outlook 2010) 2017-ben az energia felhasználás szén-dioxid-emisszió értéke 32,581 milliárd tonna volt. (World Energy Outlook, 2018) A fejlett országok lakói átlagosan 4,5 toe/fő, míg a fejlődő országok lakosai 0,7 toe/fő fajlagos energia-

1. ÁBRA: A TELJES PRIMERENERGIA-IGÉNY VÁLTOZÁSA 2017 ÉS 2040 KÖZÖTT



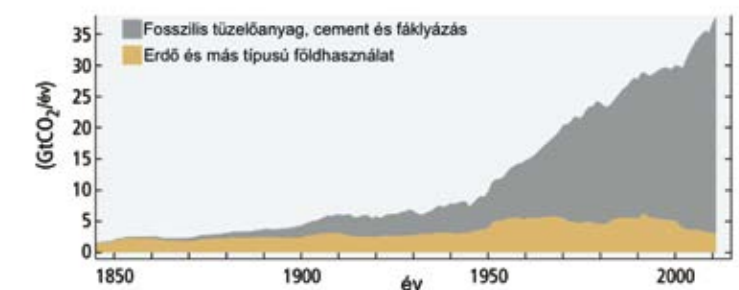
FORRÁS: WORLD ENERGY OUTLOOK 2018, IEA

2. ÁBRA: A GLOBÁLIS PRIMERENERGIA-IGÉNY SZERKEZETÉNEK VÁLTOZÁSA 2000 ÉS 2040 KÖZÖTT



FORRÁS: WORLD ENERGY OUTLOOK 2018, IEA

3. ÁBRA: GLOBÁLIS SZÉN-DIOXID-EMISSION

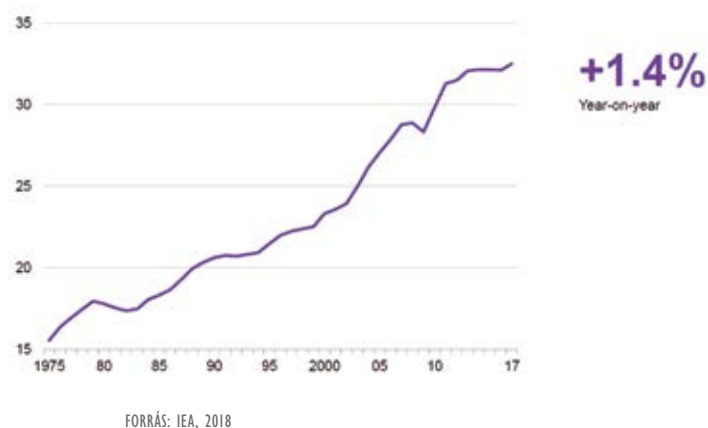


FORRÁS: IPCC, 2014

felhasználással veszik ki a részüket az energiakészletek feléléséből. (Tashimo–Matsui, 2008) A felhasznált energia legnagyobb része napjainkban is fosszilis források elégetéséből származik, amely a szén-dioxid-kibocsátás legfőbb forrása.

Az Irvine Egyetem fizika tanszéke szerint az alacsony kibocsátási forgatókönyv 2100-ra 4–8 Fahrenheit-fokos nyári átlaghőmérséklet-emelkedést irányoz elő. Kedvezőtlen esetben ez 8–15 Fahrenheit-fok lehet. Az egyre intenzívebb időjárási szélsőségekhez és természeti katasztrófákhoz vezető felmelegedési ütem csökkentése

4. ÁBRA: A VILÁG ENERGIAFELHASZNÁLÁSÁVAL ARÁNYOS SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁSA GIGATONNÁBAN, 2017-IG



érdekében a szén-dioxid-kibocsátást a jelenlegi érték 5–10%-a közé kell csökkenteni.

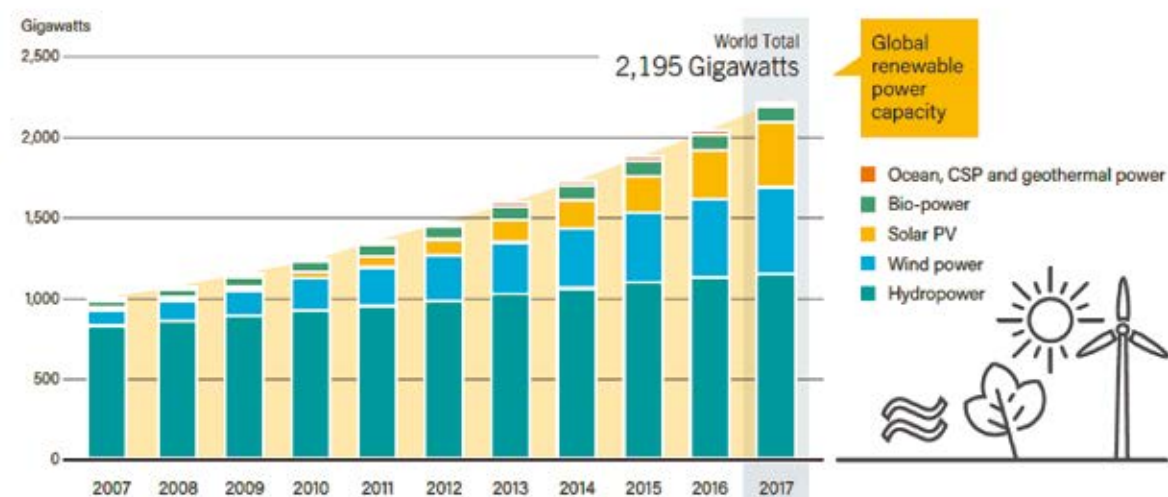
Az előrejelzések szerint 2050-re India és Ázsia energiaigénye a jelenlegi csaknem kétszerese lesz, de Kínának is legalább ötödével fog növekedni az energiafogyasztása. A szén-dioxid-kibocsátásuk várhatóan ezzel arányosan fog növekedni. (IPCC, 2000)

A szén-dioxid-kibocsátás csökkentésére a legkészenfekvőbb megoldásnak a villamosenergia-termelésben alkalmazott karbonmentes energiaforrások felhasználási arányának növelése adódik. A nukleáris és a megújuló energiaforrások felhasználásával csökkenteni kell a fosszilis energiák arányát. A teljes nukleáris-nap-szél energialánc szén-dioxid-kibocsátása azonos, azaz 2–6 gr/kWh érték. Ez magába foglalja a gyártás, építés, üzemeltetés és karbantartás folyamatát is. A villamos energia lehetőséget teremt a magas fokú automatizáltság és az okosmegoldások alkalmazásával az energiahatékonyság növelésére.

### 3. EURÓPA HELYE A GLOBÁLIS JÖVŐKÉPBN

Az Európai Unió klímavédelmi intézkedései között szerepelt a 2009/28 EK-irányelv megalkotása. Az irányelv az egyes tagországok szerepvállalását a megújuló energiák használatára vonatkozóan pontos számokban rögzíti. Ez azt jelenti, hogy az unió teljes bruttó energiafelhasználásra vetített átlaga 2020-ra 20% megújuló forrásból származó energiahányadot, és ezen belül a közlekedési ágazat 10% részarányt kell hogy képviseljen.

5. ÁBRA: VILÁG BEÉPÍTETT MEGÚJULÓTERMELŐ KAPACITÁSA 2017-IG

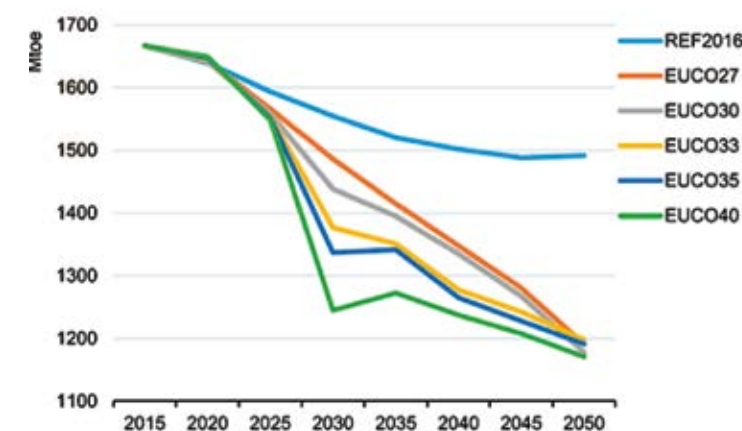


Az átlag 20% az összes tagország számára egyedileg előírt kötelezettségek átlagát jelenti.

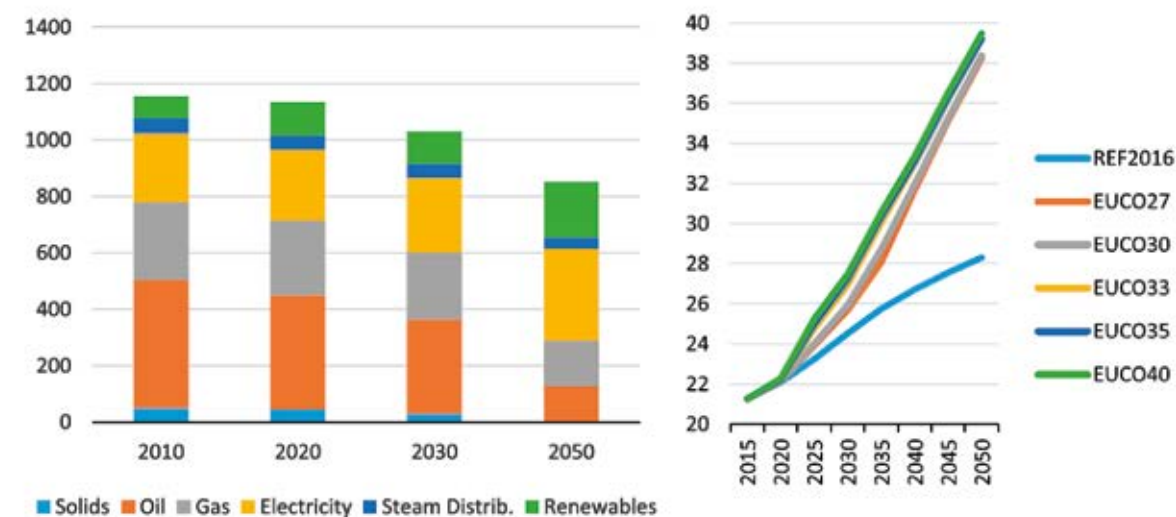
A European Commission, vagyis az Európai Bizottság 2016-ban elkészítette a PRIMES (Price-Induced Market Equilibrium System) energiarendszer-modelljét, amelynek célja, hogy támogatást nyújtson a „Clean Energy for all Europeans”, azaz „Tiszta energia minden európai számára”, más néven Winter című hatástanulmány elkészítéséhez. (European Commission, Clean Energy 2016) A tanulmány a karbonmentesítési tevékenységek összefüggéseit vizsgálja 2030-ig, de kitekintést ad 2050-ig is. (European Commission, Proposal 2016) Vizsgálja az Európai Unió versenyképességének megőrzését az alacsony karbonemissziójú gazdaságba való átmenet folyamán a változó energiapiaci viszonyok között. A villamosenergia-termelés, az energiahatékonyság és a megújuló energiaforrások meghatározó pillérei a tiszta energiát használó jövőbe történő átmenetnek. (European Council 2014) Az ETS (Emissions Trading System) a politikai intézkedések hatását erősítve szolgálja az Európai Unió energiarendszerének karbonmentesítését. A szinergiák kölcsönhatását kifinomult módszerekkel elvégzett kvantitatív elemzéssel végezték el. A hatásvizsgálat az Európai Unió intézményei számára elkészített programcsomagok kísérő dokumentuma. A hatásvizsgálat két szakpolitikai forgatókönyvet, nevezetesen az EUCO27-et és az EUCO30-at (European Council két scenáriója a 27% és 30% energiahatékonyság elérése) veszi alapul. A tanulmány a villamosenergia-piaci szabályok és kockázatok felülvizsgálatát végezte el. (European

Commission, Impact assessment 2016) Az EUCO33; 35; 40 (European Council 33%; 35%; 40% energiahatékonyság scenáriója), még merészebb célok elérését fogalmazta meg 2030-ig. Az EUCO3030 forgatókönyv az EU-energiamixben a megújuló energiák térnyerésére vonatkozó terveket tartalmazza. Mindegyik forgatókönyv célja, hogy az Európai Unió 2030-ig szóló energiastratégiájának kialakítását segítse, és 2050-re is megfogalmazzon célokat és intézkedéseket az alacsony karbonkibocsátású gazdaság eléréséhez. Minden

6. ÁBRA: AZ EU28 ENERGIAIGÉNYE A KÜLÖNBŐZŐ FORGATÓKÖNYVEK SZERINT

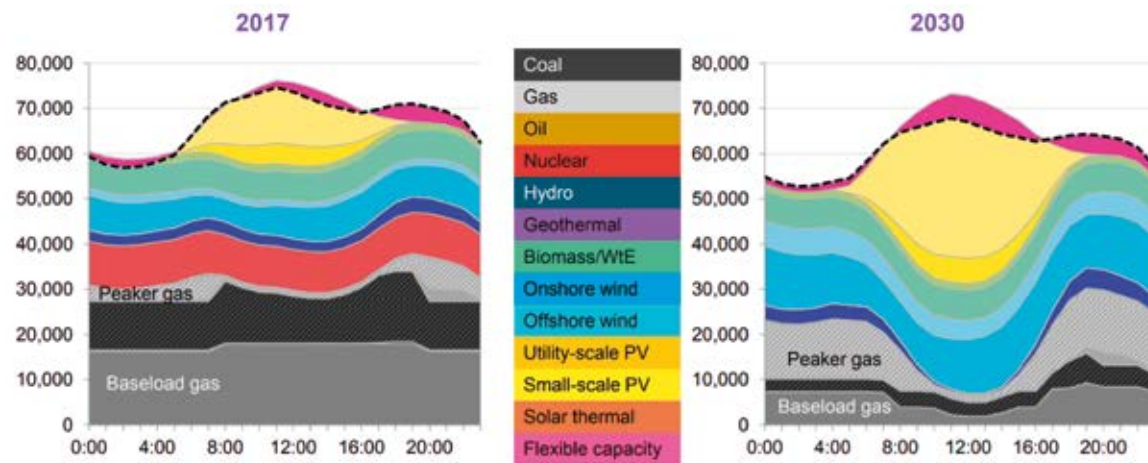


7. ÁBRA: (A) VÉGŐ ENERGIAIGÉNY (MTOE) ÉS (B) A VILLAMOS ENERGIA ARÁNYA VÉGŐ ENERGIAIGÉNYEN BELÜL AZ EU28-BAN



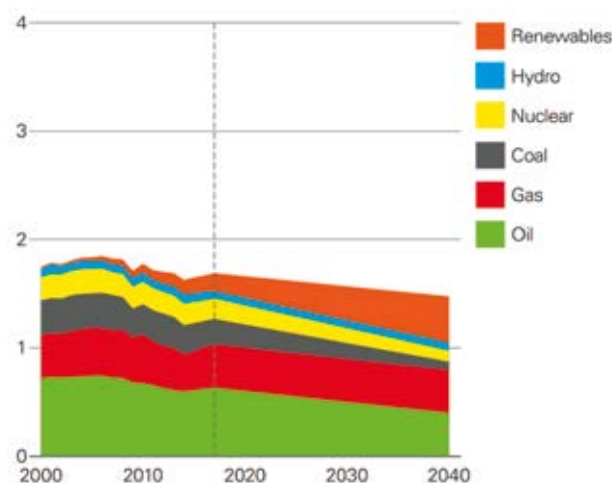


8. ÁBRA: NÉMETORSZÁG EGY NAPI TERHELÉSI GÖRBÉJE 2017-BEN ÉS 2030-RA ELŐRE JELEZVE



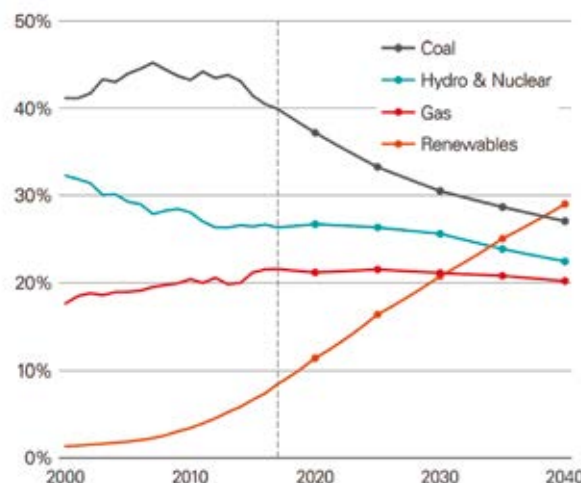
FORRÁS: BLOOMBERG NEW ENERGY FORECAST, NEW ENERGY OUTLOOK 2017

9. ÁBRA: A PRIMERENERGIA-IGÉNYEK VÁRHATÓ ALAKULÁSA 2040-IG, GTOE-BEN, AZ EURÓPAI UNIÓ ÁLLAMAIBAN



FORRÁS: WWW.BP.COM, 2019

10. ÁBRA: A VILLAMOSENERGIA-TERMELÉSBEN VÁRHATÓ ENERGIAHORDOZÓNKÉNTI RÉSZARÁNY ALAKULÁSA 2040-IG



FORRÁS: WWW.BP.COM, 2019

forgatókönyv a karbonmentesítésről szól, összhangban a 2015-ös Párizsi egyezményrel. A Párizsi egyezmény 2050-re az üvegházhatású gázok kibocsátásának több mint 80%-kal történő csökkentését irányozza elő az 1990-es emissziós értékekhez képest.

Minden forgatókönyv számszerűsítve is megerősíti azt, hogy a karbon piaci árképzése kifejezetten csökkentő hatást gyakorol a karbonkibocsátásra, és a megújuló technológiák fejlesztését segítik elő.

Az európai uniós energiahatékonysági forgatókönyvek az energiafogyasztás csökkentéséről szólnak.

A csökkenő végső energiafelhasználáson belül növekszik a villamos energia részaránya.

Az európai országok közül Németország számít a megújuló források zászlós hajójának, és az ország vezetése ezt a pozíciót szándékozik tovább erősíteni. Jelenleg csaknem 106 000 MW szél- és naperőmű beépített kapacitással rendelkezik.

2030-ra a napsütéses időszakokban termelő szolár energiaforrások jelentős térnyerését tervezik, amelyet a villamosenergia-termelési szerkezetet bemutató ábra is jól szemléltet.

Az energiával kapcsolatba hozható szén-dioxid-kibocsátás csökkenése elsősorban az energiaellátó szektorban várható. 2050-re olajfelhasználás már csak a közlekedésben várható. A földgáz felhasználása az iparban és az épületek energiafelhasználásában még kismértékben fennmaradhat. Az ETS (Emission Trading System) hatálya alá tartozó ágazatokban jóval erősebb emissziócsökkentő hatás várható, mint az ETS-en kívüli ágazatokban.

A prognózisok realitását a jelenleg mérhető világ-méretű trendek ismeretében is célszerű megvizsgálni. A 2017-ig globálisan regisztrált tényadatok azt mutatják, hogy az energiaigény folyamatos növekedésével arányos a szén-dioxid-kibocsátás növekedése.

A megújulótermelésben élen járó Németország a nukleáris termelés visszaszorításával már most sem képest tartani az Európai Unió felé tett vállalásait, ezért az energia- és gazdaságpolitikája sürgős újragondolást igényel, amelyben a nagypolitika mellett a szakmai szervezeteknek nagyobb befolyást kellene biztosítani.

A British Petrol (BP) Energy Outlook az Európai Unió energia 2040-ig szóló felhasználási prognózisában szintén a végső primer energiára vetített fogyasztás csökkenését vetíti előre. Az előrejelzés a megújuló-részarány jelentős növekedésével és szénbázisú energiafelhasználás drasztikus csökkenésével számol, amelyben az is közrejátszik, hogy Európa szénkészlete kimerülőben van.

Az olajfogyasztás a közlekedésen túl a vegyiparban is jelentős marad, azonban a csökkenő tendenciát az energiahatékonyság és az e-mobilitás növekedése hozhat.

A villamosenergia-termelésben várható energiafordozónkénti részarány alakulása is jelentős átrendeződést mutat 2040-re. A megújulók térnyerése megállíthatatlan. Sajnálatos módon a tiszta energiát előállító vízenergia és nukleáris források arányának csökkenésére lehet számítani a primerenergia-mixben. A szén aránya csökkenni fog, de a klímavédelem szempontjából még így is jelentős mértékben befolyásolja majd hátrányosan a légköri szennyezettséget.

#### 4. MAGYARORSZÁG ÚJ ENERGIASZTRATÉGIA-KONCEPCIÓJA

2018 októberében egy, a Párizsi megállapodással koherens Nemzeti Energia- és Klímatervet (NEKT 2018) fogadott el az országgyűlés. 2018 decemberében a kormány elfogadta az új energiastratégia koncepcióját, amely magába integrálja az elfogadott klíma- és energiapolitikát.

Az energiaszektor világviszonylatban egy radikális változáson megy keresztül. Ebben a gyorsuló átmenetben a szakpolitika szándéka, hogy Magyarországon fogyasztó- és klímabarát energiaszektor hozzon létre.

Az energiafelhasználás a felelős az üvegházhatású gázok kibocsátásának több mint a 70%-ért nemzetközi és hazai viszonylatban is.





A szaktárca előirányzata szerint az olaj- és gázimport-igény csökkentésének egyik módja a megújuló energiák használata, valamint az energiatakarékosság.

A kormány a villamosenergia-ágazat fejlesztésében a 3D-elvet irányozta elő. A 3D összetevői: a dekarbonizáció, decentralizáció, digitalizáció. Ezek kibontva a villamosenergia-szektor karbonmentesítését, a háztartási és ipari méretű megújulótermelés térnyerését, valamint a digitális technológiák elterjesztését jelentik.

Az Európai Unió szakmai bizottságai által megfogalmazott célértékek az 1990-es év kibocsátásához viszonyítva uniós szinten 2030-ig 40% és 2050-ig 80% mértékű emissziócsökkentési előirányzatot tartalmaznak. A 2018-ban megszületett második Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia legalább 52% és legfeljebb 85% mértékű hazai

csökkentést tartalmaz 2030-ra az 1990. évi emissziós értékekhez képest. Az uniós előírás szerinti 40%-os csökkentés számszerűsítve azt jelenti, hogy 2030-ban hazánk legfeljebb évi 56,28 millió tonna szén-dioxidot bocsáthat ki. 2017-ben a hazai emisszió mennyisége 64,44 millió tonna szén-dioxid volt. (NEKT2018)

A dekarbonizáció módja a megújuló energiaforrások kiaknázása is. Magyarország 2030-ra 20%-os felhasználási arányú vállalást tett. A villamosenergia-termelés területén a 2018. évi 700 MW-nyi napenergia-termelő kapacitás mértékét a szaktárca 2030-ra mintegy 6000 MW beépített naperőmű-teljesítőképességre kívánja bővíteni. A lakossági termelés aránya a jelenlegi 300 MW-ról 1500 MW-ra növekedhet.

A szaktárca szándéka szerint a megújulóalapú karbonmentes termelésbe be kell vonni a fogyasztót is, arra ösztönözve, hogy a saját felhasználási igényét saját maga állítsa elő lehetőleg saját tárolókapacitással és okoseszközökkel kiegészítve, elősegítve ezzel is a rendszerbiztonságot. A „producer” és a „consumer” tevékenységek összevonásából így lesz az új piaci szereplő a „prosumer”, az aktív felhasználó. Az új energiastratégia koncepció fő elemei a következők:

- A fogyasztót kell az energiastratégia középpontjába állítani.
- A rezsicsökkentés fenntarthatósága.
- Erősíteni kell az ellátásbiztonságot, a hazai források kihasználását.
- Szükséges az energiaszektor klímabarát átalakítása.
- Energetikai innovációk ösztönzése a karbonsemlegeség érdekében, okotechnológiák, energiatárolók stb.
- A kormány előtérbe helyezi a hazai napenergia-hasznosítást. Támogatja a háztartási méretű kiserőművek, a kis- és középvállalkozások saját energiaellátását megújuló forrásból, valamint elősegíti az ipari méretű költséghatékony megújuló bázisú erőművek létesítését.

## 5. AZ MVM MAGYAR VILLAMOS MŰVEK ZRT. SZEREPVÁLLALÁSA A MAGYAR ENERGIASZTRATÉGIA MEGVALÓSÍTÁSÁBAN

Az MVM Csoport Magyarország harmadik legnagyobb vállalatcsoportja, működése lefedi a teljes hazai energia-rendszert, gyakorlatilag a teljes értékláncot. Magyarországi piaci szerepe mellett az MVM regionális szinten is meghatározó társaságcsoporthá kíván válni.

Az MVM mint társadalmilag felelős, komplex portfólióval rendelkező energetikai vállalat a jövőben vezető szerepet kíván betölteni az innovációban, az energiahatékonyságban és az energiatárolással kapcsolatos technológiákban, valamint vezető pozícióra törekszik a megújuló bázisú energiatermelésben.



Magyarország évente több mint 66 millió tonna üvegházhatású gázt bocsát ki.

A kiöregedő erőműparkunk pótlása elkerülhetetlen. A klímavédelmi célokat és vállalásokat is figyelembe véve az energiatermelő kapacitások karbonmentes pótlása, illetve bővítése a nukleáris és a megújuló technológiákat jelentheti. Az MVM stratégiájában prioritás a hazai energiaforrások kiaknázása.

Hazánk természeti adottságai a napenergia-hasznosítás szempontjából kifejezetten kedvezőek. Mindezeket figyelembe véve az MVM számára kézenfekvő választás volt, hogy naperőművek létesítésével növelje a megújuló energiaforrásokat hasznosító erőművi portfólióját.

Az MVM hét projekt keretében országosan 110 naperőművet épít európai uniós társfinanszírozással, és ezzel a legnagyobb naperőművi kapacitással rendelkező energiatermelővé válik Magyarországon. A 110 naperőmű beépített összkapacitása 100 MWp. Az általuk megtermelt villamos energia nagyságrendileg 50 000 háztartás, azaz egy Székesfehérvár méretű város lakosainak éves villamosenergia-szükségletét lesz képes fedezni. A fotovoltaiuk erőműveknek köszönhetően évente több mint 100 000 tonnával fog csökkenni az ország szén-dioxid-kibocsátása. Ez 50 000 személyautó átlagos éves futásteljesítménye során kibocsátott káros anyag mennyiségének felel meg.

Az országos felmérés eredményeként az ország legnagyobb, 20,6 MWp beépített teljesítményű naperőművének telephelyéül a Paks-Csámpa városrész déli külterületén található terület került kiválasztásra.

A kiválasztásban meghatározó feltétel volt a terület relatív jó benapozottsága, gyenge termőértéke, árnyékoló hatások nélküli egyenletes sík felszíne, jó megközelíthetősége, valamint a MAVIR Paks 400/120 kV-os alállomás, mint stabil villamos hálózati csomópont közelsége a megtermelt energia kitáplálásához.

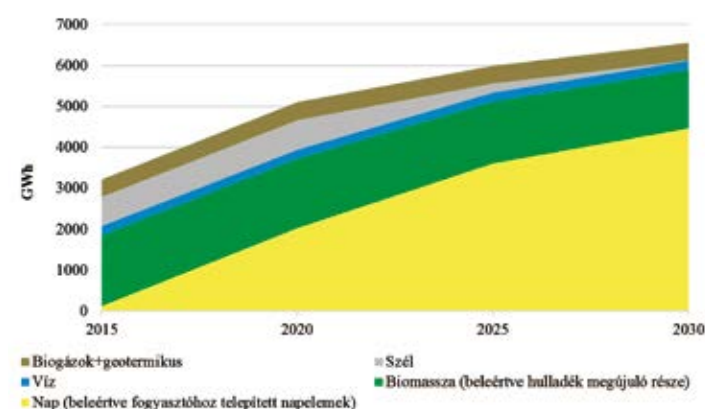
A programban megvalósult paksi 20,6 MW beépített teljesítményű fotovoltaiuk naperőmű az ország aktuálisan legnagyobb beépített teljesítményű, üzemelő naperőműve. Átlagosan évente 22,2 GWh villamos energiát fog a hálózatra termelni, amely egy Paks méretű város, azaz 8500 háztartás, 20 000 ember villamosenergia-igényét elégíti majd ki.

Az MVM Hungarowind Kft. a Paks-Csámpa területén megvalósult projekt finanszírozását 35%-ban a KEHOP-5.1.1-17 kódszámú felhívás keretében biztosított vissza nem térítendő támogatási forrásból, valamint a 65% szükséges önerőt az MVM Zrt. által nyújtott tulajdonosi hitelből biztosította.

A Paks Város Önkormányzata által bérbe adott, összesen 51,9 ha területre a létesítmény engedélyeztetési eljárása a felsőszolcai 20 MW-os naperőmű engedélyeztetési folyamatának tapasztalataira épült. Az engedélyező hatósággal és az eljárásban illetékes szakhatóságokkal történt rendszeres és folyamatos személyes egyeztetéseket követően a Baranya Megyei Kormányhivatal, Pécsi Járási Hivatala 2017. október 13-án kiadta az erőmű építési engedélyét.

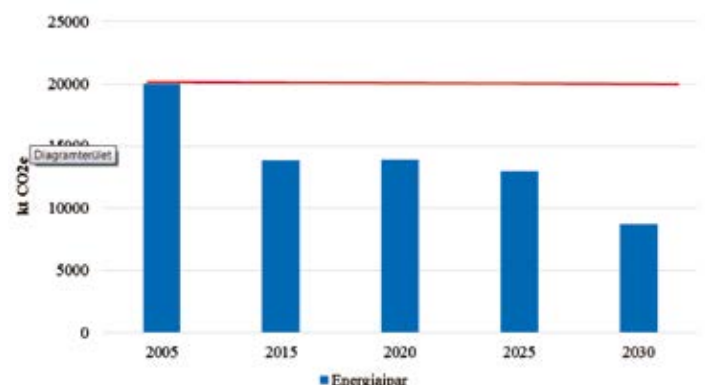
Az eljárás különlegessége volt, hogy a naperőmű által megtermelt villamos energia kitáplálásához szükséges

11. ÁBRA: A MEGÚJULÓ ALAPÚ VILLAMOSENERGIA-TERMELÉS ELŐREJELZÉSE A MEGLÉVŐ SZAKPOLITIKAI INTÉZKEDÉSEK HATÁSÁNAK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL



FORRÁS: MAGYARORSZÁG NEMZETI ENERGIA- ÉS KLÍMATERVE, 2018

12. ÁBRA: AZ ENERGIAIPAR ÜHG-KIBOCSÁTÁSÁNAK ELŐREJELZÉSE A MEGLÉVŐ SZAKPOLITIKAI INTÉZKEDÉSEK HATÁSÁNAK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL



FORRÁS: MAGYARORSZÁG NEMZETI ENERGIA- ÉS KLÍMATERVE, 2018





POLIKRISTÁLYOS NAPELEMEK

## A NAPERŐMŰPROJEKT A KIVITELEZŐ SZEMÉVEL

A naperőmű létesítésének helyszíne Paks város délnyugati részében, a 6. számú út mellett nyugati irányban található Csámpa városrész területén helyezkedik el. Az erőműépítéshez kijelölt, mintegy 51,9 hektáros területen 20,6 MW<sub>p</sub> napelem-teljesítményű fotovoltaikus erőmű létesült, optimális napelem-asztal-inverter elrendezéssel és kiosztással.

A beépített 74 360 darab 275, illetve 280 W<sub>p</sub> teljesítményű polikristályos napelem 1859 darab asztalon helyezkedik el. A napelem panelek úgynevezett stringekbe, sorba fűzve továbbítják a megtermelt egyenáramú villamos energiát a 479 darab inverterhez, amelyek váltóárammá alakítják azt. A kisfeszültségű váltóáramú energia az erőmű területén egyenletesen körzetekbe rendezett, 17 darab betonházas transzformátorállomásban gyűlik össze és transzformálódik át 20 kV feszültség szintre.

Két kapcsolóépület létesült a park területén, amelyekbe a transzformátorkörzetek 20 kV-os csatlakoztatása történik, majd egy 3,5 km hosszú termelői kábel és egy 20/120 kV-os transzformációt követően az erőmű megtermelt energiáját betáplálják az országos hálózatba, a MAVIR paksi állomásán keresztül.

Érdekesség a létesítésben a terepkövető asztalszerkezet alkalmazása, ezzel a megoldással minimálisra lehet csökkenteni a tereprendezés-szükségletet a síktól eltérő domborzat esetén.

A technológiai kiviteli tervezés és jóváhagyás, ennek következtében az anyagbeszállítások elhúzódása miatt a technológia konkrét helyszíni kivitelezése csak 2018 júliusában indult el.

Az anyagbeszállítások további akadozása és a terepkövető asztalszerkezet gyártásának elhúzódása miatt a projekt határidőre történő befejezése kritikus útra került. 2018 októberétől a projekt irányítását az Alállomási Üzletigazgatóság vette át a korábbi projektcégtől.

A helyszíni kivitelezés és az üzembe helyezés – projektvezetés összehangolt és megfeszített munkájának köszönhetően – a kitűzött határidőre elkészült, 2018. december 7-én az ütemtervnek megfelelően az erőművet teljes kapacitással bekapcsolták.

A sikeres próbaüzemzárás után megtörtént a műszaki átadás-átvétel, az ünnepélyes avatás, és 2019. március 27-én a Baranya Megyei Kormányhivatal kiadta az erőmű használatbavételi engedélyét.

Varga Zoltán, MVM OVIT projektvezető

stabil hálózati csomópontot a MAVIR Paksi 400/120 kV-os állomás biztosította. Az állomás rendeltetészerűen az atomerőmű villamos hálózati kapcsolatát szolgálja. A Paksi Atomerőmű maximális üzembiztonságának megtartása érdekében többkörös hálózati modellezés és hálózatstabilitási vizsgálat eredményeként a naperőmű csatlakozási pontját az állomás 120 kV-os 4. sz. mezőjében jelölték ki. A naperőmű energiája 3,5 km hosszú, NA2XS (F)2Y, 2x3x1x240 RM/25 mm<sup>2</sup>, 12/20 kV típusú termelői vezetéken érkezik az állomásba, ahol egy 20/120 kV-os transzformációt követően jut a 120 kV-os gyűjtősínre.

Az MVM Hungarowind Kft. és az MVM OVIT Zrt. – AsiaNet Hungary Kft. konzorcium között 2018. január 6-án jött létre fővállalkozói szerződés a naperőmű létesítésére a kétfordulós közbeszerzési eljárást követően.

Az alapos előkészítő munka elhúzódó folyamata miatt a tényleges kivitelezési munkák csak július hónapban kezdődtek el. A kivitelezés hatékonyságának növelése és a projekt előrehaladásának gyorsítása érdekében mind a beruházó, mind a fővállalkozó szervezet élén október első felében projektvezető-váltás történt.

A paksi naperőmű 2018. decemberi üzembe állásának kiemelten nagy tékje volt, hogy Magyarország teljesíteni tudja az Európai Unió felé tett klímavédelmi vállalását.

A kivitelezési munkák végrehajtása erős fordulatot vett. A napi folyamatos egyeztetések koordinációk, ütemezések, ellenőrzések, valamint az egységbe kovácsolt steakholder megfeszített munkájának köszönhetően az erőmű 2018. december 7-től hálózatra termelt, és

december 14-én elkezdte az előírt próbaüzemét, amelyet sikeresen teljesített.

Az erőmű 20,68 MW beépített teljesítményét sztringekbe kapcsolt 74 360 db Qcell (275-280 W) típusú napelempanel adja. A sztringek egyenfeszültségen megtermelt energiáját 479 db HUAWEI SUN 2000-36KTL típusú inverter alakítja át 0,4 kV-os váltófeszültségű energiává. A 128 db IWp AC-gyűjtőszekrény a 17 db SGB DOTUL 1250H/20 típusú mezőtranszformátorhoz való csatlakoztathatóságot szolgálja. A mezőtranszformátorok 0,4/22 kV-os transzformációja után a két kapcsolóépületben elhelyezett Schneider Electric SM6 kapcsolóberendezés fogadja és gyűjti a megtermelt energiát, ahonnan betáplálásra kerül az Országos Alaphálózatba a MAVIR-állomáson keresztül. Az Infoware MAB 3 irányítástechnika a 7 db Huawei Smartlogger2000 készüléken keresztül kommunikál az inverterekkel. Villamos technológiai védelmek szállítója a Protecta volt, míg a szünetmentes ellátás az EnerSys Hungaria Kft. nevéhez fűződik. A segédüzemi energiaellátást a 2 db SGB DOTUL 100H/20 transzformátor szolgáltatja. A vagyonvédelmet a 15 db intelligens kamera és integrált kerítésvédelmi rendszer látja el az MVM BSZK Zrt. üzemeltetésében. A több mint 1000 tonna tartószerkezet földpotenciálját a 43 500 m összhosszúságú laposacél földelőháló biztosítja. A levert cölöpök száma csaknem 29 000 db. Több mint 300 km felhasznált kábel és több mint 300 000 db csavaros kötési pont adta fel a leckét a kivitelezési munka végzőinek és irányítóinak egyaránt.

A teljesen automatizált létesítmény távkezelése az MVM Zrt.-ben kialakított Központi Termelésmegjelenítő (KTM) diszpécserközpontból történik.

A paksi naperőmű magas rendelkezésre állása és a korábban kalkulátnál jobb teljesítmény kihozatala a létesítés jó minőségét dicséri, amelyre méltán lehet büszke mindenki, aki részt vállalt a határidőre és költségkereten belül történő megvalósításban. Paks így már nemcsak a nukleáris, hanem a megújuló, ezen belül is a napenergia magyarországi központja lett.

## IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Hejazi, R. (2017): Nuclear energy, Sense or nonsense for environmental challenges Science Direct International Journal of Sustainable Built Environment Volume 6, Issue 2, December 2017, Pages 693-700
- [2] International Energy Agency: World Energy Outlook 2010
- [3] International Energy Agency: World Energy Outlook 2018
- [4] Tashimo, M., Matsui, K., 2008. Role of nuclear energy in environment, economy and energy issues of the 21st century – Growing energy demand in Asia and role of nuclear. Prog. Nucl. Energy 50 (2–6), 103–108.
- [5] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)-jelentés, 2014.
- [6] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2000. Special Report on Emission Scenarios (SRES). Cambridge University Press.
- [7] REN21, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Renewables 2018 Global Status Report,
- [8] European Commission, Clean Energy for All Europeans, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, Committee of the Regions and the European Investment Bank, 2016.
- [9] European Council, Conclusions Adopted by the European Council EUCO at Meeting 147/14, 2014, (2014), pp. 1–6.
- [10] European Commission, Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the C States from 2021 to 2030 for a Resilient Energy Union and to Meet Commitments Under the Paris Agreement and Amending Re vol. 231, (2016) [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:923ae85f-5018-11e6-89bd-01aa75ed71a1.0002.02/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:923ae85f-5018-11e6-89bd-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF).
- [11] Capros, P., Kannavou, M., Evangelopoulou, S., Petropoulos, A., Siskos, P., Tasios, N., Zazias, G., DeVita, A., (2018), Outlook of the EU energy system up to 2050: The case of scenarios prepared for European Commission's "clean energy for all Europeans" package using the PRIMES model, Energy Strategy Reviews 22 (2018) 255–263
- [12] Bloomberg New Energy Forecast, New Energy Outlook 2017.
- [13] [https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/demand-by-region.html?fbclid=IwAR0SUd-Hgv8jut6C7SFMBxWdczH9yBcGaQtRwiaKi5grUF4i1fJ-PQO5i\\_ZA4 letöltés](https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook/demand-by-region.html?fbclid=IwAR0SUd-Hgv8jut6C7SFMBxWdczH9yBcGaQtRwiaKi5grUF4i1fJ-PQO5i_ZA4 letöltés) 2019.04.13. 15:06
- [14] Innovációs és Technológiai Minisztérium (2018), Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve (NEKT, 2018)



Prancz Zoltán \*

# < MŰKÖDÉSI MODELL FEJLESZTÉSE A PAKSI ATOMERŐMŰBEN

Mint minden tudomány, a vállalatirányítás is fejlődik, a piaci verseny egyre jobb gyakorlatokat termel ki. A biztonságosság és gazdaságosság olyan szempontok, amelyekre soha sem lehet azt mondani, hogy „elég, ne tovább”. Mindez a Paksi Atomerőmű szakmai gárdáját is új kihívások, új fejlesztési lehetőségek elé állítja. Írásunkban a Sztenderd Nukleáris Működési Modellt és annak a Paksi Atomerőműben történő bevezetését – kérdéseit és jelenlegi előrehaladottságát – ismertetjük meg olvasóinkkal.

A világ atomerőműveinek 80%-a a Sztenderd Nukleáris Működési Modell (SNPM) szerint működik, köztük az Egyesült Államok valamennyi erőműve, az EDF-óriáskonzern blokkjai (beleértve az 54 atomerőművi blokk mellett a fosszilis és vízerőműveket), valamint több, a paksihoz hasonló VVER-440 típusú erőmű is. A kiváló nemzetközi tapasztalatok ismeretében a Paksi Atomerőmű illetékes szakmai gárdája is kezdeményezte a modell bevezetését. A cégvezetői értekezlet tavaly április 4-i ülésén megtárgyalta és jóváhagyta a javaslatot. Ennek nyomán megalakult a Termelési Alrendszer Működésfejlesztési Kiemelt Projekt (TAMF), Czibula Mihály vezetésével. A projekt célja egy olyan új folyamat-

irányítási modell bevezetése, amely biztosítja a korábbi években elért biztonsági és termelési eredményesség megtartását, illetve megalapozza az atomerőmű előtt álló feladatok sikeres megoldását. Ezek meghatározóan a következő külső és belső tényezőkkel függenek össze: külső tényezők:

- a már jelenleg is tapasztalható munkaerőhiány, ennek az elkövetkező években várható fokozottabb jelentkezése,
  - erősödő versenyhelyzet a villamosenergia-piacon.
- belső tényezők:
- nagyarányú nyugdíjba vonulások,
  - új belépők mielőbbi munkába állítása (a betanulási idő csökkenthető az egyszerűbb, letisztultabb folyamatokkal),

- a tervezési élettartamot átlépő blokkok jövőbeli műszaki kihívásai,
- a szervezetben jelenlévő túlterheltség.

A projekt indítása ugyanakkor szorosan összefügg az Asset Suite 6 (AS6)-rendszer 2018 végével megszűnő gyártói támogatása, illetve lejáró licence miatt szükségserűen végrehajtandó informatikai fejlesztéssel is. A fejlettebb AS9-verziót már az új folyamatok kiszolgálására készítik fel.

Az amerikai Nuclear Energy Institute, az Institute of Nuclear Power Operations és az Electric Utility Cost Group által kifejlesztett „Standard Nuclear Performance Model” saját igényekre történő egyediesítésével létrejövő termelési alrendszer észszerűsíteni és korszerűsíteni fogja a mérnöki, munkairányítási, az üzemeltetési és az

BLOKKVEZÉNYLŐ Fotó: Juhász Luca



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



CSERENKOV-SUGÁRZÁS Fotó: Bodajki Ákos

ellátási láncot érintő folyamatokat és azok adminisztrációját, emellett néhány ponton változást hoz a szervezeti struktúrába is. Összességében egy olyan működési-fejlesztési projektről van szó, amellyel magasabb szintre szeretnék léptetni az atomerőmű működését-működtetését. Minthogy az erőmű folyamatirányítási rendszerének hatékonysága közvetlenül kihat a nukleáris és a termelésbiztonságra, a versenyképességre és a működési kiválóságra is.

A működésfejlesztés rendkívül nagy körütekintést igénylő, egyben óriási lehetőségeket rejtő feladat. Egyaránt megkívánja az atomerőmű munkairányítási, karbantartási, mérnöki és az ellátási lánc területén dolgozó kollégáinak, szállítóinak és partnereinek a konstruktív közreműködését. A rendelkezésre álló hatalmas nemzetközi tapasztalat ugyanakkor felbecsülhetetlen előnyt jelent – mondhatni: mások már kitaposták a paksiak előtt az utat. Egy élő sztenderdről van szó, egy folyamatosan önmagát javító rendszerről, amelyben visszacsatolásra kerülnek az üzemeltetői tapasztalatok, a műszaki-tudományos élet növekvő tudásanyaga, és pár évente ezek alapján finomhangolják az ajánlásokat.

A TAMF-projekt öt területen alakítja át az atomerőmű üzemeltetésének munkafolyamatait, öt fő termelési alrendszer hozza létre. Ezek a következők:

- munkairányítás,
- berendezésmegbízhatóság,
- konfigurációmenedzsment,
- ellátási lánc,
- erőmű-üzemeltetés.

Mivel az üzleti folyamatokat informatikai rendszerek, programok támogatják, a folyamatfejlesztéshez szorosan kapcsolódik az IT-infrastruktúra újragondolása, valamint a folyamatok szempontjából kritikus adatkezelés, adatvagyon-gazdálkodás kialakítása is. Lényeges eleme lesz a változásoknak, hogy azok apránként, kis lépésekben több évre lebontva történjen majd, ahogy ezt a nemzetközi ajánlás is megfogalmazza.



A világ atomerőműveinek 80%-a a Sztenderd Nukleáris Működési Modell (SNPM) szerint működik. A kiváló nemzetközi tapasztalatok ismeretében a Paksi Atomerőmű illetékes szakmai gárdája is kezdeményezte a modell bevezetését.

A projekt a fő folyamatváltozásokra önálló munkacsoportokat hozott létre, ezt egészíti ki az IT-upgrade, a Data Governance és a mindent átfogó oktatási munkacsoport, amelyek a folyamatváltozások által meghatározott üzleti igények mentén vezéreltek. A következőkben az imént felsorolt öt folyamat alrendszerét vesszük közelebbről szemügyre.

**A munkairányítás** a modell központi eleme, ezt vezetik be elsőként. Az alrendszer megbízott felelőse Kovács Ferenc, a Munkairányítási Főosztály vezetője. A feladat alapvetően abban áll, hogy egyetlen szerves folyamatba kell integrálni a jelenleg szabdalt, több részre tagozódott folyamat lépéseit, az elejétől a végéig, lépésről lépésre egyértelmű, pontosan meghatározott válaszokat adva arra, hogy mi után mi történik. A kapcsolódó előzmények tekintetében elmondható, hogy a munkairányítási folyamatra a társaság működésétől kezdve a tagoltság volt jellemző. A munkairányítás, a műszaki előkészítés és a végrehajtás előkészítése, lebonyolítása szervezetenként külön-külön igazgatóság keretében működött. Ezekkel az adottságokkal a háttérben, a nemzetközi jó gyakorlatot alapul véve, első lépésként megalakult egy egységes munkairányítási szervezet, ami megfelelő alapot biztosít a szervezetek, szerepkörök közötti kapcsolódási pontok csökkentésén keresztül az együttműködés és a szabályozási rendszer egyszerűsítéséhez, valamint a felelősségi határok pontos meghatározásához. Ennek keretén belül sor kerül a megelőző karbantartási programok teljessé tételére és egységesítésére, szinkronizációjára, továbbá a tesztelési utasítások integrálására a ciklikusan végrehajtandó munkaállományba. Az állapotfenntartási feladatokat funkcionális berendezéscsoportok (FEG) mentén kell szervezni – ehhez a FEG-eket azonosítani kell –, amelynek lényege, hogy az egy üzemviteli funkciót teljesítő berendezéscsoporton egy alkalommal legyen elvégezve minden időszakos és eseti feladat. Így egy funkcióvesztéssel, egy kizárással végezzünk el mindent, ami egyben jelenti a nukleáris biztonsági, a szervezési, a munkavolumen- és a költségoptimumot is. A tervek szerint meg fog valósulni a megfelelő szintű erőforrás-gazdálkodás, a munkautasításokra felkerül a pontos erőforrás- és anyagszükséglet, pontosabbá válik a közép- és hosszú távú tervezés, erősödik a munkairányítási folyamat kontrollingja. A munkautasítás-tervezés átkerül a végrehajtó szervezetekhez, biztosítva ezzel a gyorsabb, hatékonyabb információáramlást a munka tervezői és végrehajtói között, amitől a munkatervezéssel kapcsolatos problémák csökkenése várható. Egy adott munkahét vonatkozásában az eddigi 2 hetes előkészítésről áttérnek a 12 hetes munkaciklusra, elég időt biztosítva a megfelelő szintű előkészítésre és a szükséges intézkedések megtételére. A munkahét végeztével pedig



szisztematikus értékelést kell végezni annak érdekében, hogy a megfelelő tanulságok hasznosíthatóak legyenek, folyamatosan javítva ezzel a munkairányítás hatékonyságát. A kapcsolódó működésfejlesztési alapelvek az alábbi pontokkal összegezhetők:

- Szervezeti hierarchiától független, folyamatfókuszú működésirányítási rendszer kialakítása.
- Ahol a jelenlegi jó gyakorlat nincs ellentmondásban az SNPM-moddal, ott azt meg lehet tartani.
- Minden tevékenység ott történjen, ahol ahhoz a tudás rendelkezésre áll.
- Az egyes szakterületek, szervezetek az azonos típusú tevékenységeiket azonos folyamat mentén hajtsák végre.
- Minden művelet, adat megtalálható legyen a központi IT-rendszerben.
- Az IT Upgrade minden kapcsolódó IT-rendszeren összehangoltan kerül végrehajtásra.
- Kerülni kell az egyszerre történő nagy változást (időben eltolts bevezetés).
- Az adatokkal kapcsolatos feladatok esetén a rendkívül nagy volumen miatt a Pareto-elvet (80-20-as szabály) kell alkalmazni.
- Differenciált munkairányítási folyamat: a nem nukleáris technológiához tartozó munkairányítás egyszerűsítve valósul meg.
- A munkavállalói érdekek nem sérülhetnek.



ÁTRAKÓGÉP Fotó: Bodajki Ákos

Az Atomerőmű magazin ez év februári számában interjút közölt Henri Granottier-val, a francia villamosipari óriáskonzern, az EDF nukleáris erőműflottájának korábbi karbantartási és működtetési igazgatójával, az SNPM-moddal franciaországi adaptációjának vezetőjével, aki 19 atomerőművi telephelyen összesen 58 blokkon irányította a működésfejlesztési programot, és jelenleg a paksi bevezetéséhez nyújt tanácsadói segítséget.

Arra a kérdésre, hogy eddigi tapasztalatai szerint mi okozta a legnagyobb nehézséget a modell korábbi bevezetésénél, a következőt felelte: „Leginkább az nehezítette a dolgunkat, hogy volt, aki vonakodott, ellenállt a változásnak. »30-40 éve visszük ezt az üzemeltetést, tudjuk, hogyan kell működnünk, miért akarsz ezen változtatni?« – kérdezték. A véleményeket sokszor a legnehezebb alakítani.”

Arra nézve, hogy hol tart most a Paksi Atomerőmű a bevezetésben (időben, felkészültségben), elmondta: „Már nem az elején, de még a közepén sem... Úgy látom, hogy az alapokat nagyon jól értik azok az emberek, akikkel találkoztam, nincsenek fenntartásaik azzal kapcsolatban, hogy a változtatásokra szükség van. Értik, hogy miért ez az irány, hogy mi a cél, és milyen eszközökkel akarjuk elérni. A folyamat maga úgy halad, ahogy más erőművekben szokott, nem látok olyan nagyobb eltéréseket, amelyeket korrigálni kellene. Persze, ahogy az egyik volt főnököm mondani szokta, az »ördög a részletekben lakik«. Meg kell próbálnunk elkerülni olyan kisebb hibákat, amelyek a működést nem befolyásolják, de a bevezetéshez szükséges időt igen. Rengeteg a feladat, és ezeket a megfelelő sorrendbe kell rakni annak érdekében, hogy elkerüljük a késéseket. Szóval van mit megerősíteni, adaptálni – hiszen minden erőmű más, nem lehet az EDF megoldásait egy az egyben ráhúzni Pakstra –, de minden alapunk megvan ahhoz, hogy megfelelő ütemtervet építsünk föl.”

Az egyes folyamatokat nemzetközi szinten állították össze, rengeteg erőmű tapasztalatait felhasználva, így tudjuk, hogy működnek. Ha az atomerőmű ezeket a saját helyzetéhez igazodva alkalmazza, akkor hibák nem történhetnek, legföljebb a bevezetés szenvedhet késedelmet. A referenciák egyértelműek, a modell konzisztens, az ezt összeállító nemzetközi szervezetek garanciát nyújtanak arra, hogy ha ebben az irányban maradunk, akkor magabiztosan haladhatunk előre. Nagy munka, de azt hiszem, ha nekünk sikerült az EDF-nél 19 telephelyen, akkor az egyetlen paksin biztosan sikerülni fog.”

**A berendezésmegbízhatóság** lényegében annak a mérnöki háttérnek a folyamatait takarja, amely folyamatosan monitorozza az atomerőmű energiatermelésben részt vevő rendszereinek, berendezéseinek aktuális műszaki állapotát. Az alrendszer megbízott felelőse Tarnóczy László, a Rendszertechnikai Osztály vezetője. A berendezésmegbízhatóság kérdésköre mögött egy differenciált megközelítés húzódik, ami alapján az erőmű műszaki gárdája összehangoltan gondolkodva képes az erőforrásokat optimalizált módon felhasználni úgy, hogy biztonsági és hatékonysági szempontok egyidejűleg, magas szinten érvényre jussanak. Más szóval, a megfelelő módszereket alkalmazva arra tudják fordítani az időt (a munkaórát), az energiát és az anyagi javakat, ami az említett célt a leghatékonyabban szolgálja. Ehhez elengedhetetlen a szereplők nagyfokú együttműködése, emellett jól strukturált információkra, valamint az atomerőművi technológiai rendszerek és berendezések állapotának és a karbantartás költségeinek ciklikus értékelésén alapuló műszaki döntéshozatali rendszerre van szükség. Ilyen módon nyerhető egzakt és megalapozott kép arról, hogy mit, mikor, miért és hogyan kell karbantartani, felújítani, átalakítani, felügyelni, monitorozni, és mi az, ami nem igényel ilyen kitüntetett figyelmet, hanem

akár meghibásodásig üzemeltethető, és elég csupán akkor javítani. A berendezésmegbízhatóság-alrendszer fő területei a következők:

- berendezéskategorizálás,
- teljesítőképesség-monitorozás,
- javító intézkedések,
- folyamatos berendezésmegbízhatóság javítása,
- hosszú távú tervezés,
- megelőző karbantartás.

A kapcsolódó végrehajtás hatékonyságát az ezzel a folyamattal rendkívül szorosan, sok ponton kapcsolódó munkairányítás tudja biztosítani. Összességében a berendezésmegbízhatóság területén is új megközelítéseket, struktúrákat hoz tehát majd a váltás. Alapvető cél, hogy a technológiai rendszerek, berendezések rendelkezésre állása maximális legyen, aminek következtében a tényleges termelés a lehető legjobban közelítse meg a lehetséges termelési eredményt.

**A konfigurációmenedzsment** – vagy konfigurációkezelési folyamat – lényegében egy egyensúlyt felügyelő szervezet: arról gondoskodik, hogy ha változtatni szükséges, az úgy történjen meg, ahogyan kell, összehangolva a tervezési alapban előírtak, a tervezés és



a kivitelezés hármását. Az alrendszer megbízott felelőse Buránszky István, a Rendszertechnikai Főosztály vezetője. A konfigurációmenedzsment célja közelebbről az, hogy szakmai megközelítést szolgáltatson a fizikai konfiguráció, tervezési követelmények és létesítménykonfigurációs információ (dokumentumok) szabályozásához. Feladata, hogy folyamatos egyensúlyt tartson fenn a tervezési követelmények, a létesítményi dokumentumok és a fizikai valóság között.

A konfigurációkezelési folyamat bevezetése érdekében a TAMF-projekt keretein belül létrejött a konfigurációkezelési munkacsoport. A csoport a konfigurációkezelésben érintett szervezetek szakembereiből áll. A csoport különböző feladatokkal foglalkozik:

- Először áttekintették, hogy mely jelenlegi folyamatok érintettek a konfigurációkezelés működtetése során.
- Megvizsgálták, hogy az INPO AP-929 számú, konfigurációkezelési folyamat leírása mennyiben feleltethető meg a Paksi Atomerőmű jelenlegi folyamatainak, illetve milyen eddig nem kezelt folyamatrészek vannak (eltérésvizsgálat).
- Kialakítás alatt van a középszintű folyamat, amely folyamatábrájának első verziója elkészült. Ez alapján határozzák meg a különböző folyamatok határait, ami a folyamatírásokhoz szükséges.
- A design authority fogalmának tisztázása és szerepének elhelyezése a folyamatokban szintén napirenden van.
- Mivel folyamatszinten a Paksi Atomerőműben eddig nem működtettek konfigurációkezelési folyamatot, keresik azon erőművek segítségét, ahol már bevezették ezt a folyamatot. Jelenleg szervezés alatt van a konzultáció a Dukovany Atomerőmű szakembereivel, valamint a román Černavoda Atomerőmű hozzáértőivel.
- Más folyamatok – így a munkairányítás és a berendezésmegbízhatóság – minőségi alapadat-ellátása is a munkacsoport feladatai közé tartozik.

Egyéb, eredetileg a konfigurációkezelés alá tartozó tevékenységek más alprojektekhez kerültek (például: a tartalékalkatrész-ellátás az ellátási lánc része lesz). A TAMF-projekt elvárása, hogy a konfigurációkezelés folyamatszintű bevezetése az AS-verzióváltást követő 1-2 éven belül megtörténjen. Addig is részeiben (néhány folyamat erejéig, mint alfanumerika-szolgáltatás, alapadat-biztosítás, műszaki változáskezelés) tervezik a folyamatot üzemeltetni.

**Az ellátási lánc** fogja össze mindazokat a logisztikai feladatokat, amik ahhoz szükségesek, hogy a hibajavításokat, karbantartásokat, műszaki átalakításokat pontosan a megtervezett időben, optimális költségszinten lehessen megvalósítani. Arról gondoskodik, hogy minden anyag és erőforrás időben ott legyen, ahol és amikor kell



**A működésfejlesztés rendkívül nagy körültekintést igénylő, egyben óriási lehetőségeket rejtő feladat. Egyaránt megkívánja az atomerőmű munkairányítási, karbantartási, mérnöki és az ellátási lánc területén dolgozó kollégáinak, szállítóinak és partnereinek a konstruktív közreműködését.**

(például alkatrészek, segédanyagok, külső vállalkozók jelentette szakképzett humánerőforrás). Az alrendszer megbízott felelőse Szűcs Csaba, a Gazdasági Igazgatóság csoportvezetője. Az alrendszerhez kötődő feladatok feltérképezésekor a kiindulás azoknak a kritikus pontoknak a keresése volt, amelyeknél javítható a jelenlegi működés. Szorosan idekapcsolódó szempont, hogy a Paksi Atomerőműben az alábbi három nagy támogató informatikai rendszert használják:

- SAP (logisztikai modul, a beszerzések intézése ezzel történik),
  - AS6, illetve a már hivatkozott, bevezetésre váró AS9 (egyebek mellett a munkairányítás és a műszaki háttér támogatását szolgálja),
  - SRM (a szerződések kezelését támogatja).
- A működésfejlesztés keretében megoldandó feladatot átfogóan így lehet megfogalmazni: a három rendszer adatintegrációjának hatékonyabb tétele és a hiányzó vagy problémás területek pótlása, illetve javítása. Tovább bontva az alábbi fő feladatokról van szó:
- Az adatáramlás adatméltségét ki kell egészíteni, hogy jobb legyen az ellátási lánc adatigényének kiszolgálása, ezen túlmenően javuljon a visszakapott adatok minősége. Felelős beszerzőmérnökök kinevezése a szakterületi anyag- és szolgáltatási erőforrás-tervezés és -gazdálkodás elősegítéséhez.
  - A raktári minőségstanúsítási dokumentumok redundanciaproblémájának megoldása: jelenleg a dokumentumok kezelése párhuzamosan fut a műszaki és a gazdasági területen, ami fölösleges duplikáció. Ez többletmunkát és nagyobb hibalehetőséget von maga után. Fontos, hogy egy helyen történjen a kezelésük, ahol mindkét felhasználói csoport (a műszaki és a gazdasági terület) rugalmasan hozzáférhet. Fontos feladat az információ adatalapúvá tétele, valamint a raktárkészlet minősítési szintek szerinti megbontása.

- A beszerzések folyamatához csatoltan létre kell hozni a megvásárolt berendezéshez tartozó alkatrészlisták létrehozásának szervezett folyamatát.
  - Kommissiózási és visszavételezési folyamat pontosítása, a munkairányítás és karbantartás-végrehajtás kiszolgálása a 12 hetes munkahétciklusokhoz illesztetten.
  - Olyan információs blokkot kell kialakítani az AS9 munkatervezői részére, amely segíti az erőforrások rendelkezésre állásának, a beszerzések aktuális állapotának nyomon követését (például olyan kérdésekre ad választ, hogy a főjavításokra igényelt anyagok beérkeztek-e, hogyan áll a beszerzésük), a beszerzés előrehaladásának munkairányítási folyamatban történő monitorozását, kockázatkezelését.
- A cél mind az öt alapfeladat esetében, hogy megtalálják a lehető legegyszerűbb, legkönnyebben kivitelezhető megoldást. Ezen túlmenően természetesen felhasználóbarát megoldásra törekcsenek, azaz arra, hogy ezeknek a támogatórendszereknek a kezelése is egyszerű legyen. A feladatok sikeres teljesítése nyomán a következő eredmények várhatók az ellátási láncból:
- pontosabb munkatervezés, elsősorban a külső szolgáltatások igénybevétele, anyagok biztosítása terén,

- a párhuzamos adatkezelési folyamatok kiszűrése következtében erőforrások megtakarítása (mégpedig úgy, hogy eközben az információk, adatok rendelkezésre állása még javul is),
- a logisztikai szervezet felé készítendő beszerzési igények adattartalmának pontosításával a szerződéskötések folyamatának felgyorsítása, az igények kiegészítése, hatékonyságának javítása.

**Az erőmű-üzemeltetés** alrendszer megbízott felelőse Hevesi Antal, az Üzemviteli Igazgatóság műszaki főszakértője. Az üzemeltető szervezetnek a modell szerinti műszaki folyamatban szolgáltató szerepe van. Az üzemeltetői tevékenység közvetlenül a munkairányítási folyamathoz kapcsolódik. A modell ebben nem hoz újat, hiszen minden fizikai tevékenység megkezdésének feltétele a technológiai feltételek, illetve a munkaterület biztosítása. A karbantartási, átalakítási munkákat követően pedig jelenleg is az üzemeltető ellenőrzi a berendezések állapotát, végzi el a szükséges próbákat, és hozza a rendszereket normál, a termelés és a biztonság szempontjából optimális üzemállapotba. Az új modell bevezetésével tehát az üzemeltetői szerepkör nem változik. Változik viszont a munkairányítás,



TRAFÓSÓR Fotó: Juhász Luca





Mivel az üzleti folyamatokat informatikai rendszerek, programok támogatják, a folyamatfejlesztéshez szorosan kapcsolódik az IT-infrastruktúra újragondolása, valamint a folyamatok szempontjából kritikus adatkezelés, adatvagyon-gazdálkodás kialakítása is.

a berendezésmegbízhatóság és a konfigurációmenedzsment gyakorlati elvárása, valamint a munkairányítás által ütemezett technológiai feltételek biztosításának módja. Ez utóbbit tekintve, a jelenlegi gyakorlatban az adott technológiát üzemeltető szervezet a feltételeket a munkautasításokon egyedileg igazolja. Egyes rendszereken a karbantartás-irányítás által előkészített kizárási utasításokat is végre kellett hajtani. A jövőben az egyedi munkautasítások üzemviteli forgalmazását egységesen a kizárási utasítások váltják fel, és a kizárási tervezése is üzemeltetői feladat lesz. A TAMF-projekt keretei között megvizsgálták, hogy milyen feltételeknek kell teljesülnie ahhoz, hogy a kizárásiutasítás-alapú munkairányítási rendszer működőképes legyen. Elsőként a modellnek megfelelő folyamatot dolgozták ki. A folyamatlépésekhez rendelték a technikai és a humánerőforrás-feltételeket. Így kerültek felszínre azok a hiányosságok, amik a mai gyakorlatból és az új elvárásokból adódnak. Külön is kiemelhetők ezek közül a műszaki adatbázis hibái, az üzemviteli sémák, az elektronikus kartonrendszer és a helyszíni feliratok közötti eltérések. Az informatikai eszközökkel történő összehasonlítás mintegy 40 000 olyan esetet talált, ahol az ellentmondásokat csak a dokumentáció és a helyszíni egyedi ellenőrzésével lehet rendezni. Ez az adatvalidálási munka már folyamatban van, sőt az előrehaladása körülbelül 80%-os. Ide kapcsolódik az is, hogy jelenleg a védelmeknek és a reteszleknek nincs validált elektronikus adatbázisa. Egy eVéreb nevű alkalmazásban történő egyedi eljárással dokumentálják a különböző védelmek és reteszlek bénításait. Már korábban elkezdődött, mára pedig megtörtént a védelmi és reteszfunkciók teljes körű felmérése. Jelenleg az üzemviteli dokumentációk, az áramúttervek és a helyszíni feliratok egyeztetése folyik. Ehhez a munkához az áramköri bontások területén külső tervezői segítséget is igénybe vesznek.

Várható, hogy a berendezésmegbízhatósági terület új modell szerinti működésének bevezetésével a technológiai rendszerek próbái során, illetve az üzem közben mérhető paraméterekre lényegesen nagyobb igény lesz. Az adatok elektronikus gyűjtésének eszközeül az eSOMS-rendszert választották. Az alkalmazás használatára technológus-, kezelő- és kulcsfelhasználó szinten is felkészültek. A próbaüzem és a rendszer részleges bevezetése már megtörtént, az operatív személyzet az egyes technológiai rendszerek üzemellenőrzési adatainak rögzítését már az elektronikus alkalmazással végzi.

A berendezések karbantartásáról történő visszavételének területén még vannak eljárásbeli bizonytalanságok, ezek feloldása folyamatban van. A tervezettség és dokumentáltság színvonalán javítani kell. Az új modell bevezetésétől pontosabb tervezést és ütemezést várnak. A próbák végrehajtásával kapcsolatban pedig pontosítják a saját üzemviteli eljárásukat és az érintett kezelési utasításokat.

Átfogóan az mondható a TAMF-projekt aktuális előrehaladottsága kapcsán, hogy a létrehozott munkacsoportok eddigi munkájának köszönhetően jelenleg a munkairányítás és az ehhez szorosan kapcsolódó erőmű-üzemeltetés és ellátási lánc alrendszerek esetében már a végrehajtási részletek, felelősség- és szerepkör-meghatározások vannak folyamatban, a konfigurációmenedzsment és a berendezésmegbízhatóság területén a középszintű folyamatok kialakítása zajlik. A szoftveres lehetőségek vizsgálata, a vállalatirányítási IT változásainak specifikálása rövidesen elkezdődik, a rendszerintegrációs feladatok, interfészspecifikációk, a mérési rendszerek (riportok, KPI-ok) definiálása folyamatos.

A működésfejlesztés megvalósítása hasonlóan engedélyeztetési kötelezettséggel jár, mint az atomerőmű műszaki átalakításai. Az Országos Atomenergia Hivattal az egyeztetések megkezdődtek.

Az új működési modellre történő átállás a munkaerő létszámát nem érinti, a nyugdíjba vonuló kollégák helyére érkező fiatalok betanulását, beilleszkedését viszont jelentősen megkönnyíti.

A működésfejlesztés előrehaladásáról az érintett szakmai személyzet tájékoztatása folyamatos. Emellett az atomerőmű saját belső kommunikációs csatornáin és helyszíni tájékoztatókon keresztül folyamatosan informálják az atomerőmű teljes munkaközösségét, és készséggel megválaszolják az erre a célra kialakított intranetes felületen vagy az e-mailben feltett kérdéseket is. A munkakörükönél fogva érintett kollégák konkrét felkészülését, a célirányos képzéseket, oktatásokat az AS6-ot váltó AS9-rendszer bevezetését megelőző félévre tervezik, mivel ekkorra véglegesítik az új eljárásokat, és ebben az időszakban már rendelkezésre fog állni a megfelelő informatikai támogatás is.

Mérő Tamás \*

## < MŰVELÉSI TERVEK ÚJRAÉRTÉKELÉSI ÉS OPTIMALIZÁLÁSI FOLYAMATAINAK FEJLESZTÉSE A MAGYAR FÖLDGÁZTÁROLÓ ZRT.-NÉL

HAJDÚSZOBOSZLÓI FÖLDALATTI GÁZTÁROLÓ



\* Mérő Tamás, mb. művelési csoportvezető,  
Műszaki Irányítás, MFGT Zrt.



### A PROJEKT CÉLJA

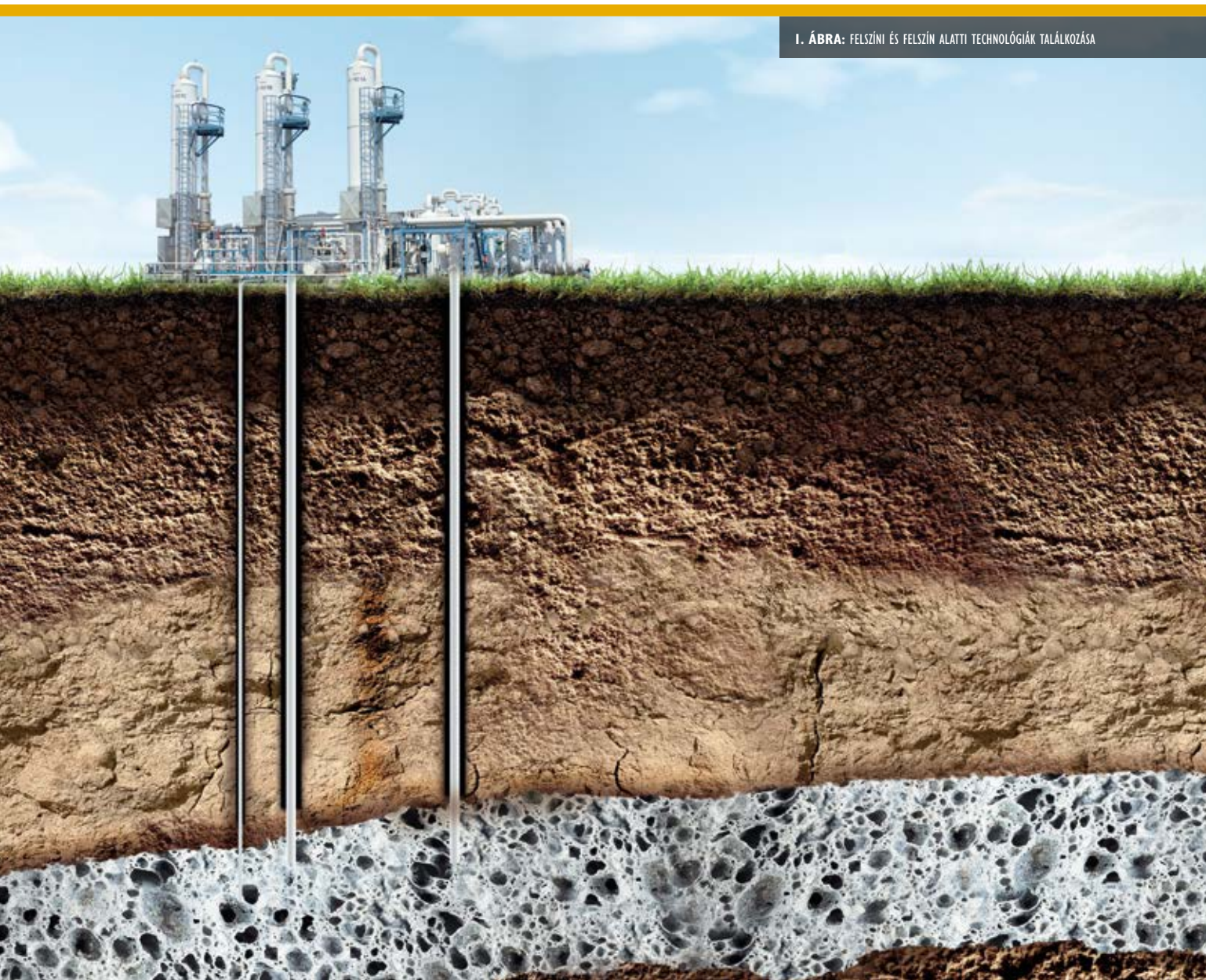
A hazai földalatti gáztárolás során a felszín alatti rendszerek modellezéséhez különböző formában rendelkezésre álló adatfolyamot használunk fel. A modellezési folyamat – egyben az előrejelzési scénáriók eredményeinek – végterméke az ún. komplex művelési terv. Ennek célja, hogy átfogó képet kapjunk a földalatti gáztárolók felszín alatti működési mechanizmusáról. A hatékony rétegüzemeltetés érdekében felülvizsgáltuk a művelési terv elkészítésének lépéseit, és több lépcsőben adatbázis-fejlesztési folyamatot hajtottunk végre. Így a statikus információk által körülhatárolt keretrendszer tudjuk fokozatosan bővíteni a dinamikus változó adatokkal (pl. termelési, besajtolási adatok, nyomásmérések). Ez csökkenő átfutási időt, megbízható szimulációs előrejelzéseket eredményezett, valamint megteremti a lehetőségét a gázhalmazállapotban történő energiatárolási alternatívák implementálásának.

### A FÖLDALATTI GÁZTÁROLÁS HAZÁNKBAN

Magyarországon a primerenergia-felhasználás egyik számottevő forrásoldala az országba érkező importföldgáz felhasználása. Mivel az import mennyisége egyenletesnek mondható, a nyári időszakokban a fogyasztás pedig alacsony szinten van, így a többletföldgázt kompresszorok segítségével segédenergia-befektetés révén a földalatti rezervoárakba sajtoljuk. Amikor a felhasználási igény megnövekszik, a magasabb rétegyomás segítségével kitermeljük a felszín alatti rétegekből, majd a földgáz az előkészítés után a szállítóvezetési rendszeren, valamint a gázelosztó hálózaton keresztül a végfelhasználókhoz jut felhasználásra.

Európa jelentős részén hasonló létesítményeket üzemeltetnek a fogyasztási igények kielégítésére, döntően leművelt szénhidrogénmezők hasznosításával vagy sókavernák létesítésével. Az utóbbit olyan területeken,

I. ÁBRA: FELSZÍNI ÉS FELSZÍN ALATTI TECHNOLÓGIÁK TALÁLKOZÁSA



A hazai földalatti gáztárolók szerepe - párhuzamosan a különböző innovatív megoldások alkalmazásával - az energia-biztonság megteremtésével és fenntartásával felértékelődik.

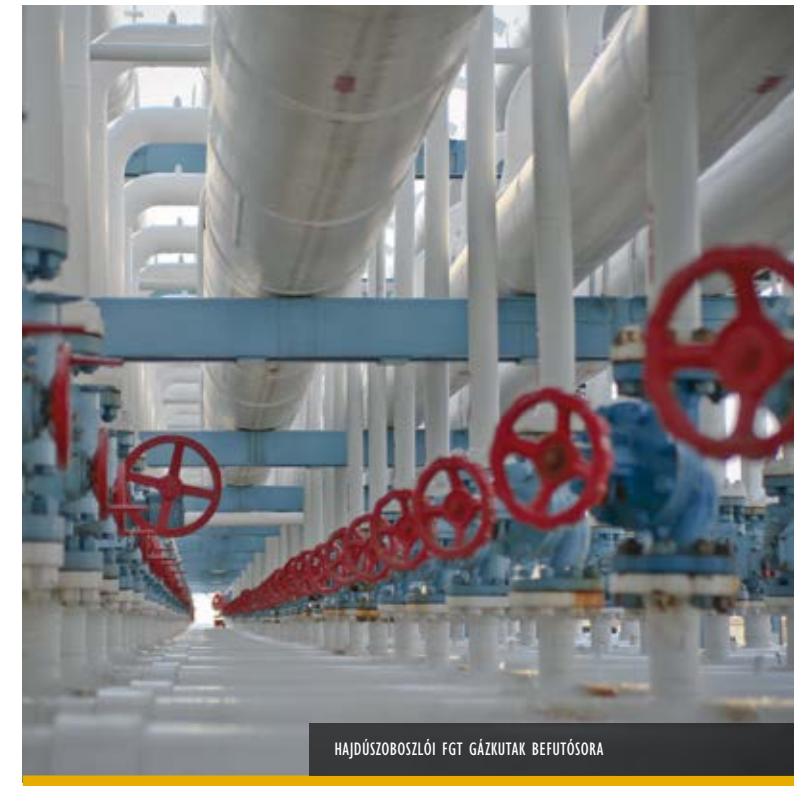
ahol a geológiai felépítés miatt más tárolóformációt kellett alkalmazniuk. Magyarországon a földgáz tárolására alkalmas lyukacsos, porózus, hasadékos kőzetek a felszín alatt 800 és 2500 méter mélyen vannak. Ezekbe a célrétegekbe először kutató-, majd lehatárolófúrásokat végeztek a bennük található nyersanyagvagyon kinyerésére. Ezt követően – ha sikeres volt a fúrás – megtörtént a kútkiképzés, amely során vastag falú acél bélés- és termelőcsöveket építettek be egészen a lyuk talpáig. A felszínen pedig kiépült a szénhidrogén-előkészítő és -feldolgozó technológia, ahol a kitermelt nyersolajat és földgázt feldolgozták, és előkészítették a szállításra, felhasználásra.

### SZÉNHIIDROGÉNMEZŐ FEJLESZTÉSE

Egy-egy mező folyamatos vagy időszakos letermelésével fokozatosan csökken az a rétegenergia, amely a felszínre szállította a fluidumokat, így a telep életében többféle fejlesztési irányvonal következhet be:

- másodlagos termelési ciklus során segédenergia bevezetésével folytatódott a termelés (pl. himbás rudazatos mélyszivattyúzás, segédgázos termelési technológiák),
  - növelt hatékonyságú olaj- és gáztermelési technológiával (EOR vagy EGR) szén-dioxid vagy polimer anyagok besajtolásával folytatódott a művelése, növelve a szénhidrogén-kihozatali tényezőt,
  - felhagyták a telep letermelését, és megkezdődött a felszíni technológia földalatti gáztárolóvá való átépítése.
- Költséghatékonyabb és célszerűbb egy korábbi földgázmezőt átalakítani földalatti gáztárolóvá, ugyanis a beruházáshoz szükséges infrastruktúra döntő része már korábban kiépült, mivel már zajlott művelési folyamat egy adott szénhidrogéntelepben. Így csak a besajtolási ciklushoz szükséges technológiai elemek hiányoznak (gázmotorok, kompresszorok, gázhűtők stb.)

A Magyar Földgáztároló Zrt. (korábban E.ON Földgáz Storage Zrt.) a nemzeti energetikai társaságcsoporthoz, azaz MVM Csoport részeként kiemelkedő szerepet tölt



HAJDÚSZOBOSZLÓI FGT GÁZKUTAK BEFUTÓSORA

be hazánk energiaellátásának biztonságában. A társaság jelenleg 4 földalatti gáztárolót üzemeltet: Zsana, Hajdúszoboszló, Pusztaderics és Kardoskút. Ezek a kimerült gázmezőben létesített gáztároló típusába tartoznak, a Zsanai FGT mészkőréteget, a többiekben homokkő típusú rétegeket hasznosítunk.

A hagyományos gáztárolói tevékenység során 2 ciklust különböztetünk meg:

- Besajtolási ciklus: általában a tavaszi, nyári és kora őszi időszakban. Kompresszormunkával beinjektáljuk a rétegbe a földgázt.
- Kitárolási ciklus: késő ősztől a kora tavaszig tartó periódusban. A rétegenergia segítségével kitermeljük a földgázt. Jól látható, hogy a periodikus üzemeltetés gázhalmazállapotban történő energiatárolást jelent, összhangban a fogyasztói igények alakulásával.

Két ciklus közötti átállási időben hajtjuk végre a karbantartási munkákat, a kutak nyomásméréseit, a vezetékek nyomásmentesítését és tisztítását.

### FÖLDALATTI GÁZTÁROLÓI INFRASTRUKTÚRA

Felhasználva az infrastruktúra engedte kapacitásokat ún. csúcскеzelő portfóliót alakítottunk ki, amely alapján a nem egyenletesen jelentkező felhasználói igények és a földgáztárolói rendelkezésre állás találkozik. Az I. ábrán látható módon a teljes infrastruktúra egy hidrodinamikailag kapcsolt rendszerként funkcionál, ahol a felszíni technológia elemei a lemélyített gázkutakon keresztül



létesítenek kapcsolatot a felszín alatti, túlnyomásos rétegekkel, az ún. rezervoárokkal. Ez azt jelenti, ha bármelyik pontján a rendszernek beavatkozás történik (pl. valamely felszíni technológiai egység karbantartása), akkor kihatással van a többi elemre is, azaz vagy kapacitáshiány vagy kapacitástöbblet lép fel. Az utóbbi lehetőségre egy-egy új beruházás átadását követően kerülhet sor.

### A MŰSZAKI IRÁNYÍTÁS FELSZÍN FELETTI ÉS FELSZÍN ALATTI RÉSZEI

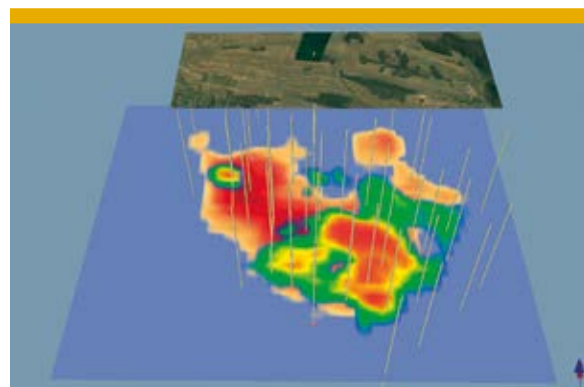
A korábban említett 4 földalatti gáztárolóban összesen 7 darab felszín alatti réteget üzemeltetünk, amelyekkel közel 200 kút tart kapcsolatot. Ezek a gázkutak termelő-besajtoló funkciót látnak el, de a kútállomány

közel 10%-a megfigyelőkútként vagy vízlíkvidáló kútként működik. A felszíni technológia elemeire, valamint a gázkutak felszín feletti körzetébe távadókat és szabályozókat építettünk be, ami megteremti a lehetőségét a real time monitoringrendszer üzemeltetésének. Közel 12 000 szenzor szolgáltat információt az 5 másodperctől a 15 perces mintavételig (nyomás, hőmérséklet, szelep-állás, technológiai célú gázfogyasztás, villamosenergia-felhasználás stb.). Ez lehetőséget nyújt számunkra a műszaki irányítás megteremtésére a tárolórétegek üzemeltetése és operatív analízisek elvégzése közben.

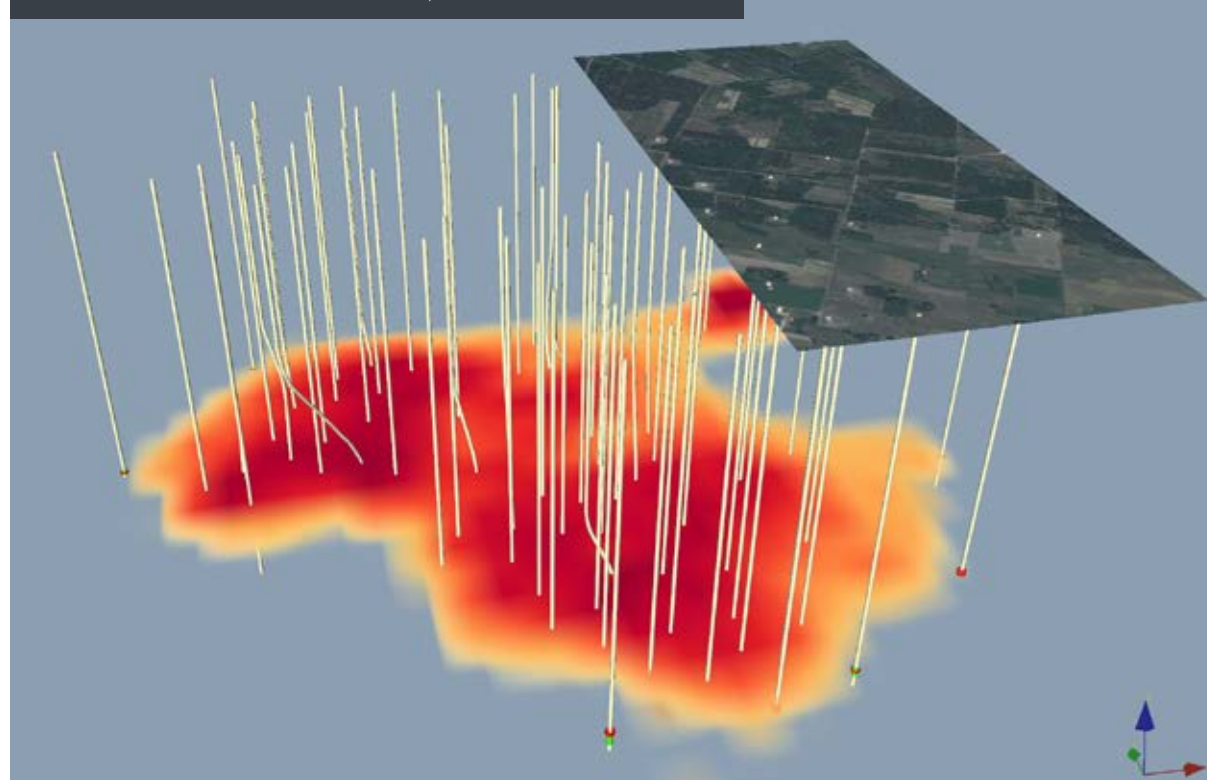
A stratégiai célú hasznosítás érdekében a gáztárolói kutakban nyomásmérésekkel és kútvizsgálati mérésekkel biztosítjuk a rendelkezésre álló kútállomány kapacitását, nyomon követve a legfontosabb műszaki paramétereit.

### A NUMERIKUS MODELLEZÉS LÉPÉSEI

A felszín alatt rezervoárok viselkedésének modellezésére az elmúlt évek során megbízható numerikus szimulációs modelleket alakítottunk ki, amelyet folyamatosan felülvizsgálunk minden ciklusváltáskor az üzemeltetési kollégák bevonásával, megosztva a szerzett tapasztalatokat. A modellezési feladatok elvégzése során a számított jellemző paramétereket összevetjük a mért, valós folyamatok eredményeivel, biztosítva a



2. ÁBRA: A GÁZKUTAK ÉS A FELSZÍN ALATTI REZERVÁR KAPCSOLATA, VALAMINT GÁZTELÍTETTSÉG-ELOSZLÁSA A RÉTEGBEN



modell jóságát. Ahol eltérés tapasztalható (és méréssel bebizonyított), ott kútmunkálati beavatkozással és azt követő kapacitásmérésekkel állítjuk helyre egy gázkút kieső kapacitását.

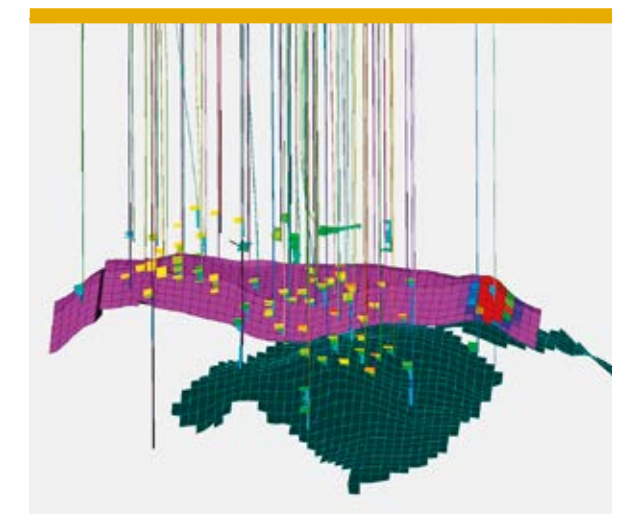
A lenti ábrán látható egy adott gáztároló réteg geológiai térbeli alakja, valamint a kutak és a perforáció állapotára jellemző telítettségeloszlások. Az előbbi konstans (nem változó) geológiai paraméterek alapján készült el, ez adja a dinamikus modellezés keretrendszerét. A telítettségeloszlás alakulása időben és térben folyamatosan változó a kitárolás vagy besajtolás dinamikájától függően. Fokozatos figyelmet igényel, hogy az adott teleprészek azonos mértékben töltődjenek fel, valamint azonosan termeljünk le. Ez azért fontos, hogy a befektetett besajtolási kompresszormunka ne a rétegbeli keresztáramlásokra fordítódjon, hanem a kitermeléshez szükséges rétegenergia fenntartására.



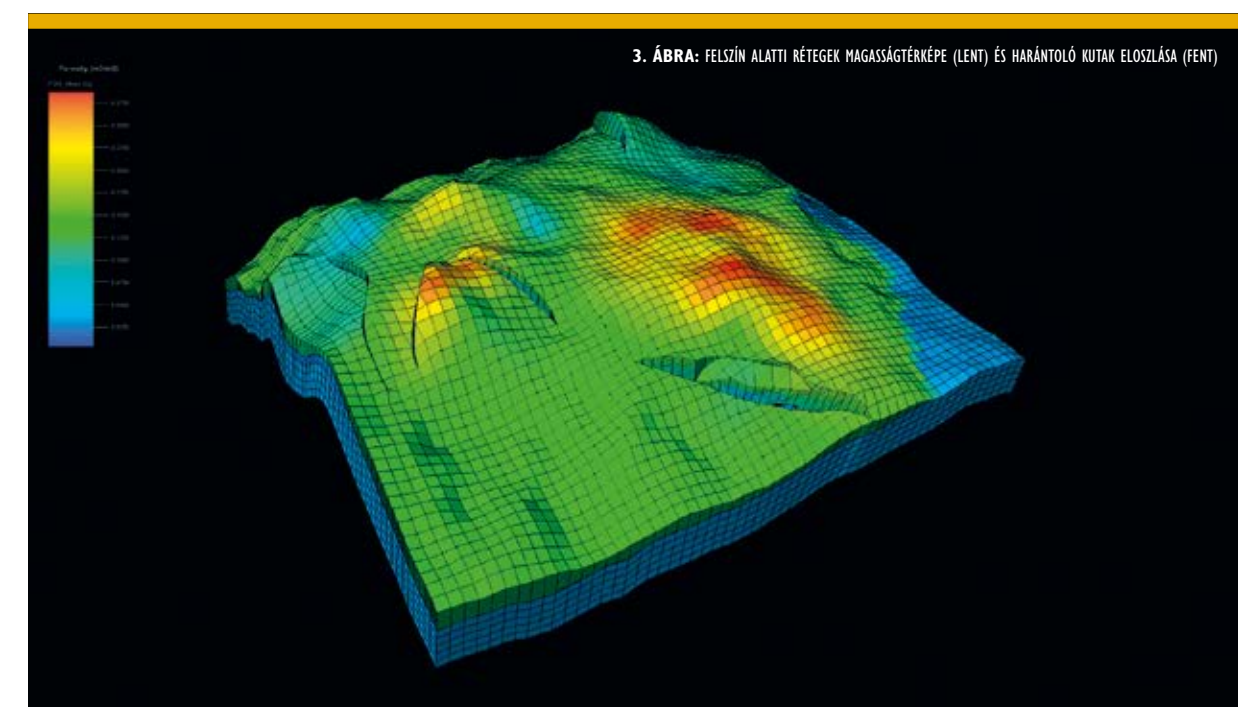
A megbízható és dinamikus műszaki paraméterek modellezése stratégiai üzemeltetést is eredményez, mely képes rugalmasan hozzájárulni a hosszú távú üzleti kihívások leképezéséhez.

### A RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ ADATOK DIVERZITÁSA

A modellezési lépések elvégzéséhez szükséges adatok diverzitását számos forrásból történő adatgyűjtés jelenti: a termelési és besajtolási adatok, az egyes berendezések kapacitásparaméterei, napi riportok, geofizikai mérések, labormérések. Kimeneti oldalon jelentkezik a geomodellező, valamint a tárolószimulátor adatai. Ezek szegregáltan, több forrásból jelentkeznek, miközben egyre jobban növekszik az igény a gyors és naprakész elemzések elkészítésének irányába. Az elmúlt időszakban lehetőségünk nyílt egy integrációs folyamat legelső, ám az egyik legfontosabb alappillérevel foglalkozni.

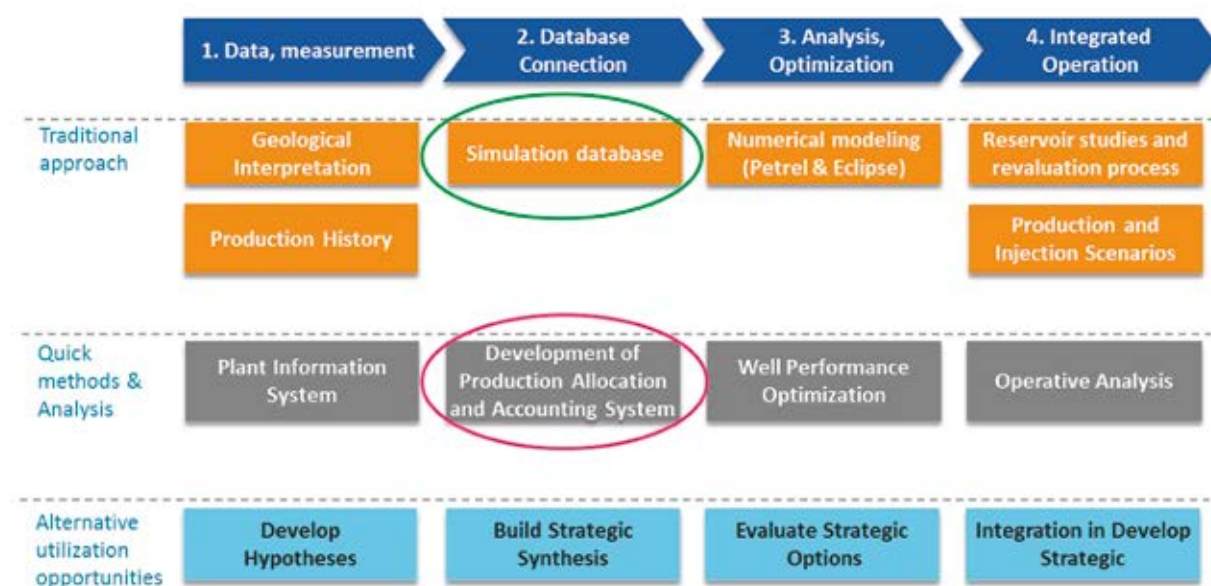


3. ÁBRA: FELSZÍN ALATTI RÉTEGEK MAGASSÁGTÉRKEPE (LENT) ÉS HÁRANTOLÓ KUTAK ELOSZLÁSA (FENT)





4. ÁBRA: FORMALIZÁLT ADATKEZELÉSI STRUKTÚRA



A 4. ábrán szemléltetem a struktúra felépítését és implementálását a folyamatunkba:

- 1. Hagományos művelési megközelítés:** a kiindulási alapunk egy geológiai 3 dimenziós modell, amelyet folyamatosan töltünk fel termelési adatokkal. Ezek szolgáltatnak információt a numerikus modellezési folyamatok végeredményeül kapott művelési terveknek és újraértékelési folyamatoknak.
- 2. Operatív elemzések, analízis:** a korábban említett módon több ezer szenzor szolgáltat információt, amelyek közül egy részét beépítettük a termelés-számolási rendszerünkbe. Ennek hatására és azonnali elemzések elvégzésével tudjuk a gázkutak optimális működési tartományait megtalálni, biztosítva a hosszú távú fenntarthatóságot.
- 3. Alternatív hasznosítási lehetőségek:** a rendszer formalizáltságának köszönhetően különböző – a hagyományos gáztárolói tevékenységen túlmutató – műszaki innovációt tudunk implementálni, megvizsgálva annak a gáztároló rétegre és a gázkutakra gyakorolt hatásait.

A felszín alatti modellezési folyamatok ellátása érdekében több lépcsőben adatbázis-fejlesztéseket hajtottunk végre.

Közel egyéves fejlesztési folyamat eredményeként egy relációs szimulációs adatbázist hoztunk létre, mely fő érdeme a modellezési folyamatok előkészítési fázisának



Egy földalatti gáztároló művelésének előrejelzése a várható scenáriók modellezés útján történő lebontását jelenti a gáztároló rétegekre és a velük kapcsolatot biztosító kutakra.

átfutási idejének csökkentése volt. A kutakra vonatkozó alapadatok felülvizsgálatát követően adattáblákat szerkesztettünk, majd különböző algoritmusok és lekérdezők segítségével előbb grafikus megjelenítésű elemzésekre, majd a későbbiek során a numerikus tárolószimulátor inputparamétereinek meghatározására használjuk fel.

A művelés-előrejelzési folyamatok fejlesztésének másik fontos alappillére volt a korábbi termelés-számolási rendszer kiváltására tett erőfeszítés, együttműködve a tárolói forgalomirányítással. Első lépésben egy koncepciótervet alakítottak ki, majd a teljes allokálási és validációs struktúra átdolgozáson esett át. Ennek

kiemelkedő szerepe abban rejlik, hogy a jövőben folyamatosan változó művelési scenáriók modellezése egy azonos struktúrában történő adatgyűjtésen alapuljon. Ez a koherens kezelési módszer lerövidíti az adatok előkészítésére és modellezési „formába hozásához” szükséges periódusidőt.

A két szálon futó fejlesztési folyamatnak köszönhetően egy integrált és konzisztensen gyűjtött adatfolyam áll rendelkezésre, mely segítségével lehetővé tettük a rezervoármolelezési folyamatok automatizált import-paramétereinek kialakítását. Ez csökkenő átfutási időt jelent, és a formalizáltságának köszönhetően számos alkalmazási terület előtt megnyitotta a kapuit.

A fokozatosan változó kereskedelmi igényeknek megfelelően a modellezési folyamatunkat különböző művelési scenáriók alapján tudjuk elkészíteni. A lehetséges jövőbeli alkalmazási alternatívákat lebontjuk a tárolórétegek és a gázkutak üzemeltetésének szintjére, és ezek alapján előrejelzéseket készítünk a várható működési körülményekre. Ez elősegíti a vállalat stratégiájához illeszkedő fejlesztési és üzemeltetési koncepciók kidolgozását.

Adicionális fejlesztési potenciál rejlik számos energiatárolási alternatíva földgáztárolói környezetben történő megvalósításában is. A kialakított formalizált adatkezelési struktúra lehetővé teszi számunkra a klasszikus gáztárolói tevékenységi körön túli hasznosítási tevékenységek felderítését és implementálását a hazai energetikai szektorban. Az utóbbi időszakban olyan gázalapú energiatárolási lehetőségeket vizsgálunk, amely összhangot teremt az Európai Unió dekarbonizációs törekvéseivel. A célkitűzés egyik mérőföldköveként 2030-ig megvalósul a földgázalapú energiafelhasználás és infrastruktúra továbbfejlesztése, amely alacsonyabb emissziós értékekkel bír, csökkentve a környezetre gyakorolt hatást.

A rendelkezésre álló információhalmaz számos továbbfejlesztési lehetőséget rejt magában, a közeljövőben leteesszük az alapjait egy teljes rendszert modellező alkalmazásnak, amely képes a forrástól a fogyasztásig modellezni a gázenergia-ellátási lánc elemeit, valamint csatlakozva a Big Data hullámaihoz statisztikai analízisek elkészítéséhez igénybe vesszük a „machine learning” technológiát is. Készen állunk a ránk váró kihívásokra!





Mala Ferenc \*

# < ALÁLLOMÁSI SZEKRÉNYFŰTÉSEK INTELLIGENS VEZÉRLÉSE

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

A MAVIR Zrt. elkötelezett a munkafolyamatok, -feltételek és -eszközök folyamatos értékelésében és fejlesztésében. Ezt a célt szolgálja az Üzemviteli Igazgatóság negyedik éve megvalósuló „Legyünk gazdái, és csináljuk jobban” innovációs programja, amelyben a munkavállalók „gondos gazda” módjára, a munkavégzés során tapasztalt igények alapján valósíthatnak meg fejlesztéseket. A munkavállalói aktív részvétel és proaktív gondolkodás ösztönözése olyan saját erős fejlesztési potenciálok feltárását, kiaknázását teszi lehetővé, amelyek által hatékonyabbá és korszerűbbé válhat a munkavégzés. A társaság szemléletformáló kezdeményezése hosszú távon az innovációs kultúra elterjedését célozza meg. E program keretében született innováció nyomán került kiépítésre a Zuglói 220/132 kV-os alállomáson próba jelleggel két darab intelligens szekrényfűtés-vezérlő egység. Az ezeknél tapasztalt pozitív eredmények alapján született a döntés, miszerint az Ócsa 220/132 kV-os alállomás teljes szekrényfűtési rendszerét át kell alakítani erre a megoldásra további tapasztalatok szerzése céljából.

A MAVIR Zrt. energi irányítási rendszere a 2015. év fejlesztési céljával jelölte ki a társaság tudatos és környezetbarát energia-felhasználásának vizsgálatát, az energia-hatékonyság növelésének feltárását és azok ütemezett használatbavételét.

A megvalósításra pilotként az ócsai 220/120 kV-os alállomás lett kijelölve. Ennek során felmérték és az energiafogyasztási jellemzőik alapján csoportosították az alállomás technológiai rendszereit. Ezt követően a további vizsgálatokhoz elkezdődött az egyes fogyasztói csoportok villamosenergia-fogyasztása mérésének megvalósítása. A mérőkörök kialakítása az alállomás központi váltakozó áramú segédüzemében PLC-k által vezérelten valósult meg.

## A FOGYASZTÁSMÉRÉSI RENDSZER KIALAKÍTÁSA

Az alállomás váltakozó áramú segédüzemi fogyasztásmérésének kiépítése a „Smart” program keretében már 2013 szeptemberében megkezdődött az MVM OVIT Zrt. kivitelezésében. 2015-től kezdődően a mérés helyének fizikai kialakítására és a mérési adatokat gyűjtő három PLC-készülék elhelyezésére került sor.

\* Mala Ferenc, Zuglói üzemviteli regionális központ vezetője, MAVIR Zrt.



Az egyes fogyasztói leágazások mérését WAGO gyártmányú modulárisan összeépíthető áramváltók, mérőkártyák és PLC-k valósítják meg. A három PLC optikai kábeleken kommunikál a mérések összegzésére és megjelenítésére telepített lappal.

A teljes mérési rendszer 2016. szeptember 30-ra készült el.

A megvalósított segédüzemi fogyasztásmérési rendszer teljes egészében független az alállomás egyéb fogyasztásmérési rendszereitől.

A mérés-adatgyűjtés folyamatos, a villamosenergia-fogyasztás óránkénti összegzéssel kerül tárolásra. A rögzített adatok grafikusan megjeleníthetők, tág lehetőségeket teremtve az adatok elemzésére akár napi, havi, éves intervallumokat tekintve.

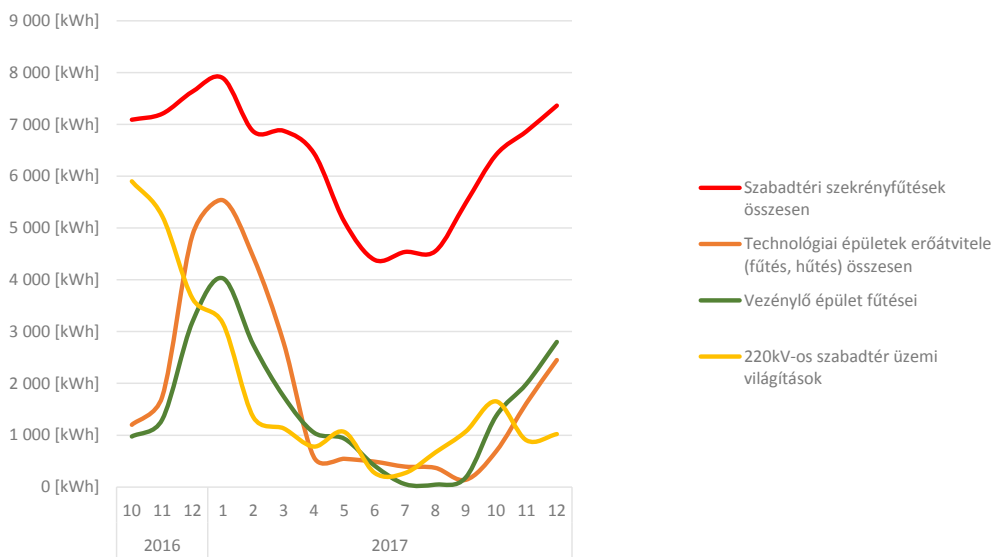
I. TÁBLÁZAT: A MÉRÉSEL ÉRINTETT TERÜLETEK

| Leágazás                                                             | Névleges terhelés (A) | PLC neve | PLC kártya jelölése |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|---------------------|
| 220 kV-os szabadtéri üzemi világításlap (1,2,3) I. betáplálás        | 16                    | PLCFM    | B                   |
| 220 kV-os szabadtéri üzemi világításlap (4,5,6) I. betáplálás        | 16                    | PLCFM    | C                   |
| Vezénylőépület, földszint                                            | 25                    | PLCFM    | D                   |
| Tartalék mérőkártya (nem mért leágazás!)                             | 35                    | PLCFM    | E                   |
| Távközlési helyiség fő betáplálás                                    | 50                    | PLCFM    | F                   |
| 220 kV-os szabadtéri üzemi világításlap (1,2,3) II. betáplálás       | 16                    | PLCFM    | G                   |
| 220 kV-os szabadtéri üzemi világításlap (4,5,6) II. betáplálás       | 16                    | PLCFM    | G                   |
| Vezénylőépület üzemi világítás, földszint                            | 20                    | PLCFM    | H                   |
| Kapurendszer erőátvitel, világítás                                   | 20                    | PLCFM    | I                   |
| Tartalék világításátkapcsoló/NE5-ben leág. a 2. sinszakaszról 230 AC | 20                    | PLCFM    | I                   |
| Vezénylőépület fűtőventilátor, földszint+emelet                      | 10                    | PLCFM    | I                   |
| Vezénylőépület közvetlen fűtés, földszint                            | 25                    | PLCFM    | J                   |
| Segédüzemi épület erőátviteli elosztó (S1,S2)                        | 16                    | PLCNE12  | B                   |
| Szabadtéri szekrényfűtés (R2,R4,R5)                                  | 35                    | PLCNE12  | C                   |
| Reléházi erőátviteli elosztó (R1,R3)                                 | 16                    | PLCNE12  | D                   |
| Reléházi erőátviteli elosztó (R2,R4,R5)                              | 16                    | PLCNE12  | D                   |
| 220 kV-os szabadtéri üzemi erőátvitel (1,2,3) II. betáplálás         | 40                    | PLCNE12  | E                   |
| 220 kV-os szabadtéri üzemi erőátvitel (4,5,6) I. betáplálás          | 40                    | PLCNE12  | F                   |
| Segédüzemi épületvilágítási elosztó (S1,S2)                          | 16                    | PLCNE3   | B                   |
| Szabadtéri szekrényfűtés (R1,R3)                                     | 35                    | PLCNE3   | C                   |
| Reléházi világítási elosztó (R1,R3)                                  | 16                    | PLCNE3   | D                   |
| Reléházi világítási elosztó (R2,R4,R5)                               | 16                    | PLCNE3   | D                   |
| 220 kV-os szabadtéri üzemi erőátvitel (1,2,3) I. betáplálás          | 40                    | PLCNE3   | E                   |
| 220 kV-os szabadtéri üzemi erőátvitel (4,5,6) II. betáplálás         | 40                    | PLCNE3   | F                   |

A MÉRÉSEK ELEMZÉSE

A mérőrendszer üzembe helyezése után a villamosenergia-fogyasztások monitorozását azonnal megkezdjük. Az első és talán legfontosabb adat már a 2016. december 31-ig tartó időszakban ismertté vált. Az alállomási szabadtéren elhelyezett technológiai és hajtásszekrények páramentesítő fűtésére fordított villamos energia mennyisége kiugróan magas volt az egyéb technológiai rendszerekhez viszonyítottn. A mennyiségeket tekintve (a 2016. szeptember 30-tól 2016. december 31-ig tartó időszakban) a szekrények fűtésére fordított villamos energia: 21 955,86 kWh, az alállomás (az óriás transzformátorok saját fogyasztásán kívüli) teljes energiafogyasztása: 53 108,11 kWh. Százalékban kifejezve a szabadtéri szekrények fűtése a teljes fogyasztás 41%-át teszi ki.

1. ÁBRA: SEGÉDÜZEMI CSOPORTOK HAVI FOGYASZTÁSA [KWH]



Az 1. ábra a fogyasztói csoportok energiafelhasználását mutatja 2017. december 31-ig terjedő időszakban.

A mérési adatok tehát meghatározták azt a területet, amelynek fogyasztáscsökkentésére kell elsősorban fókuszálni.

A szabadtéren elhelyezett szekrények feladata a mérő-, elosztó-, védelmi, vezérlési feladatok ellátáshoz szükséges villamos kapcsolatoknak, készülékeknek befogadása és a kapcsolókészülékek meghajtásának biztosítása. A szekrényekben a páralecsapódás okozta elektrokémiai korrózió elleni védekezés termosztátokkal vezérelt érték-tartó hőmérséklet-szabályozással valósul meg. A szekrényekben tartott hőmérséklet a termosztátok beállítási bizonytalanságai miatt 15-20 °C közötti. A tapasztalatok szerint ebben a hőmérséklet-tartományban a páralecsapódás minimális mértékű. Ezt szemléletesen igazolja a 2. ábra grafikonja, amelyen látható, hogy azonos abszolút páratartalom esetén a levegőhőmérséklet függvényében a relatív páratartalom hogyan alakul: -5 °C-nál, 100% a relatív páratartalom, azaz ennél a hőmérsékletnél a levegő vízpárával teljesen telített, több nedvességet már nem tud felvenni, ezért a harmatképződés megindul. Az ábrán látható, hogy ugyanakkora víztartalmú levegőnek 15 °C-on már csak 24% a relatív páratartalma.

A szabadtér és a szekrény belseje között biztosított a levegő szabad mozgása, ezért a külső és belső levegő abszolút páratartalma azonosnak tekinthető. Az ábrán látható, hogy a -5 °C külső hőmérsékletnél a szekrényben a levegő 0 °C-on való tartása már csak 66%-os relatív páratartalmat eredményez, ami jóval kisebb a telítési páratartalomnál.

2. ÁBRA: A HŐMÉRSÉKLET FÜGGVÉNYÉBEN HOGYAN ALAKUL A NEDVESSÉGFELVÉTELI POTENCIÁL



Az előzőek alapján kimondható, hogy a hagyományos termosztátvezérelt 20 °C hőmérséklet tartása a páramentesítés biztosítására legtöbb esetben felesleges, mert ez a hőmérséklet jóval magasabb, mint amennyi a páralecsapódás megakadályozásához szükséges lenne. A példánál maradva nem kell ~15–20 °C-ot tartani, hanem elegendő lenne 0 °C is.

A szabadtéri szekrények energiafelhasználásának csökkentésére ez a felismerés teremt lehetőséget.



A kondenzálódási folyamat megakadályozásához elegendő, ha az adott pillanatban, az adott térrészre érvényes harmatponti hőmérsékletnél néhány °C-kal magasabb hőmérsékletet tartunk. Ennek alapján a hagyományosnak mondható termosztátos állandó magas hőmérsékletű értéktartó szabályozás helyett a változó harmatponthoz illeszkedő változó hőmérsékleti értéket tartó szabályozást megvalósító készülék kifejlesztését határoztuk el.

### MEGVALÓSÍTÁS

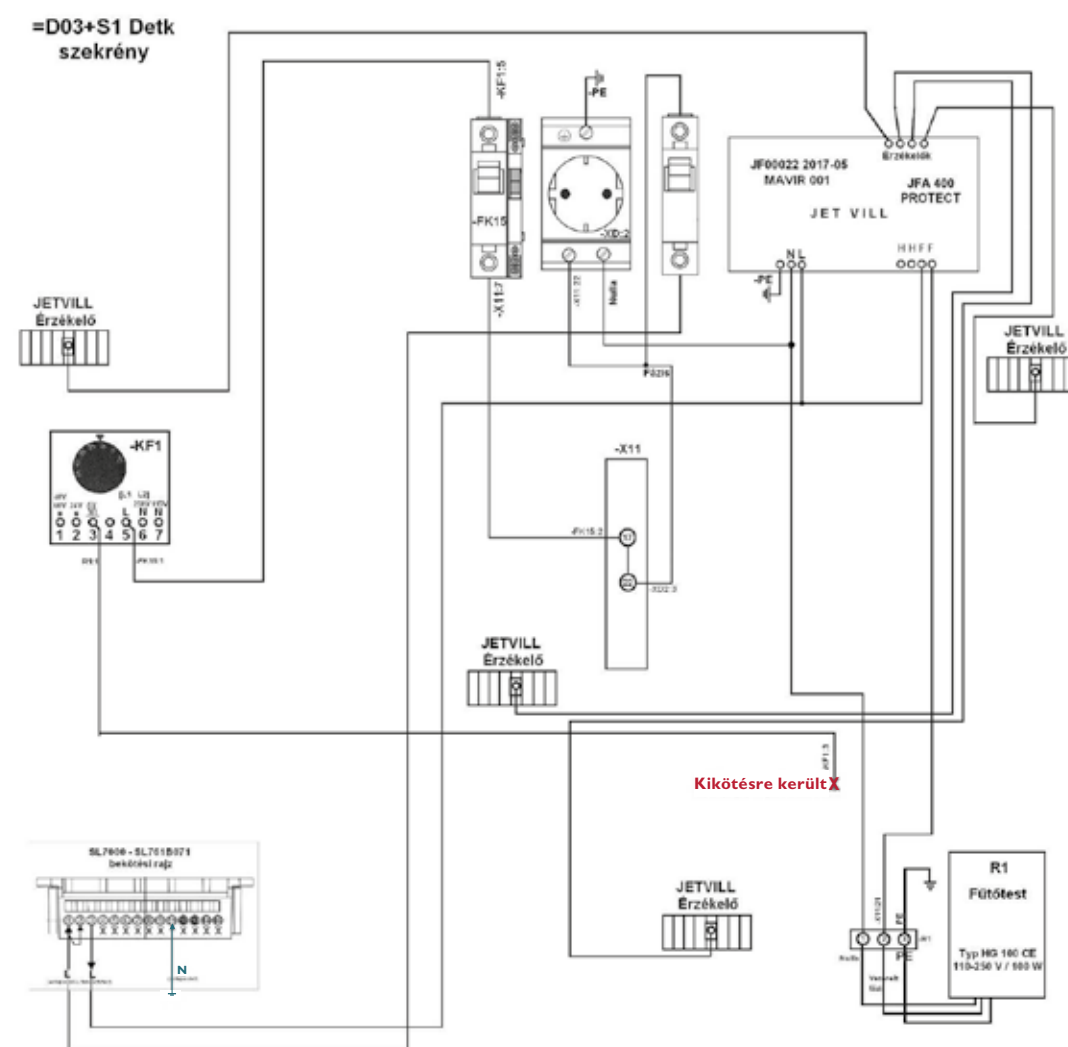
A harmatponti hőmérsékletre kötött szabályozás megvalósítására pilotként, annak közelsége miatt a zuglói alállomást választottuk. A fejlesztés megkezdésével párhuzamosan vizsgáltuk, hogy a kereskedelmi forgalomban létezik-e olyan gyártmány, amely megvalósítja a fejlesztési

céljainkat. Ennek a készüléknek képesnek kell lennie a változó harmatponti hőmérséklet meghatározására (számítására) és az ettől függő hőmérséklet-szabályozás megvalósítására.

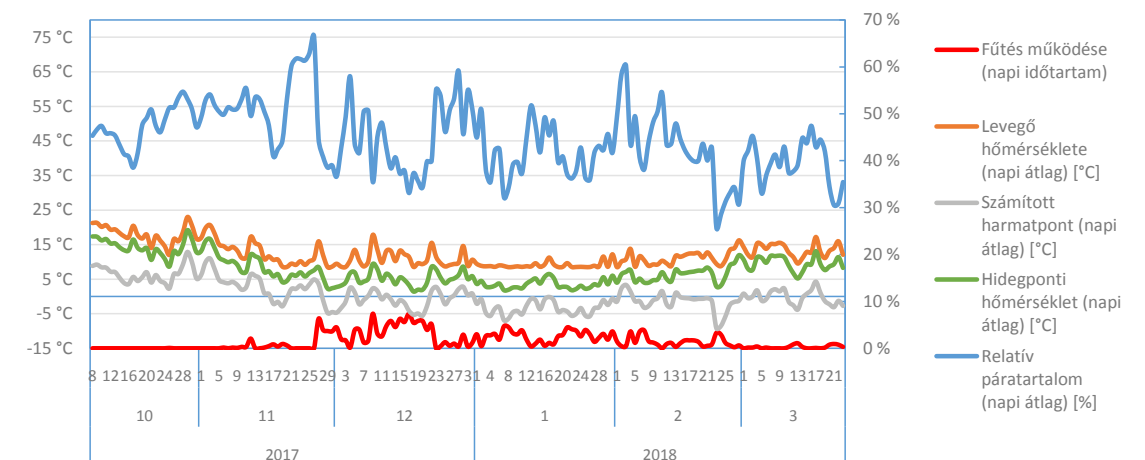
A keresés során találtunk rá a Jet-Vill Kft. – a Magyar Elektrotechnikai Egyesület közreműködésével kifejlesztett – készülékére, amely teljesíti ezeket a követelményeket. A készülék méri a térrész 4 hidegpontjának és a levegőnek a hőmérsékletét, a relatív páratartalmat, és ezekből számítja ki a mindenkor harmatponthoz tartozó hőmérsékletet.

Amint a hidegponti érzékelők egyike vagy a belső levegő hőmérsékletének mért adatai 2 °C-kal megközelítik ezt a számított harmatponti értéket, a berendezés bekapcsolja a páramentesítő fűtést, így a relatív pára-

3. ÁBRA: ZUGLÓ ALÁLLOMÁS = D03-SI SEKRÉNY ELVI RAJZ



4. ÁBRA: INTELLIGENS PÁRAMENTESÍTŐ MŰKÖDÉSI ADATOK



A hőmérséklet-szabályozás beállítása, a valós körülmények közötti működés kontroll rendszerhez viszonyított értékelése.

tartalom lecsökken, nincs harmatképződés. A készülék alkalmas a számított harmatponthoz tartozó hőmérsékleti érték felett a bekapcsolási érték és a kapcsolási hiszterézis tág határok közötti változtatására is. Mi a telepítés során számított érték fölé 2 °C-ra állítottuk a bekapcsolást és 1 °C-ra a kapcsolási hiszterézist, ezért a szekrényekben a hőmérséklet a mindenkor harmatponthoz tartozó érték felett 2-3 °C-kal van.

A gyakorlati próbákhoz ezeket az intelligens eszközöket a zuglói alállomáson, az egymás közelében lévő =D6+SI (Detk1 tv. mező) és a =D3+SI (Detk2 tv. mező) szabadtéri szekrényekbe telepítettük, mindkét helyre felszereltünk egy-egy villamosfogyasztás-mérőt is. A =D6+SI szekrényben felszerelt készülék a kontrollméréseket biztosítja (a meglévő hagyományos termosztát szabályozza a szekrény fűtését, ehhez képest vizsgáltuk az intelligens eszköz működtető jeleit). Az =D3+SI szekrényben pedig kialakítottuk a harmatponttól függő

hőmérséklet-szabályozást. A készülékekből az intelligens szolgáltatásaik felhasználásával részletesen kinyerhetők a működési adatok, lehetőséget biztosítva ezzel az eszközök éles körülmények közötti tesztelésére. A bekapcsolási idők összevetésével pedig az energiafogyasztás különbözőségére is információt kaphatunk. A fogyasztásmérők a készülékek adatszolgáltatásaitól függetlenül további kontrollként mérik a szekrényfűtések fogyasztását. A telepítést és beállításokat a Jet-Vill Kft. és a MAVIR Zrt. Szekunder Szakszolgálata (MAVIR SZO) bevonásával végeztük el. A fogyasztásmérőket a MAVIR SZO biztosította és programozta fel. A telepítés elvi rajza a 3. ábrán látható.

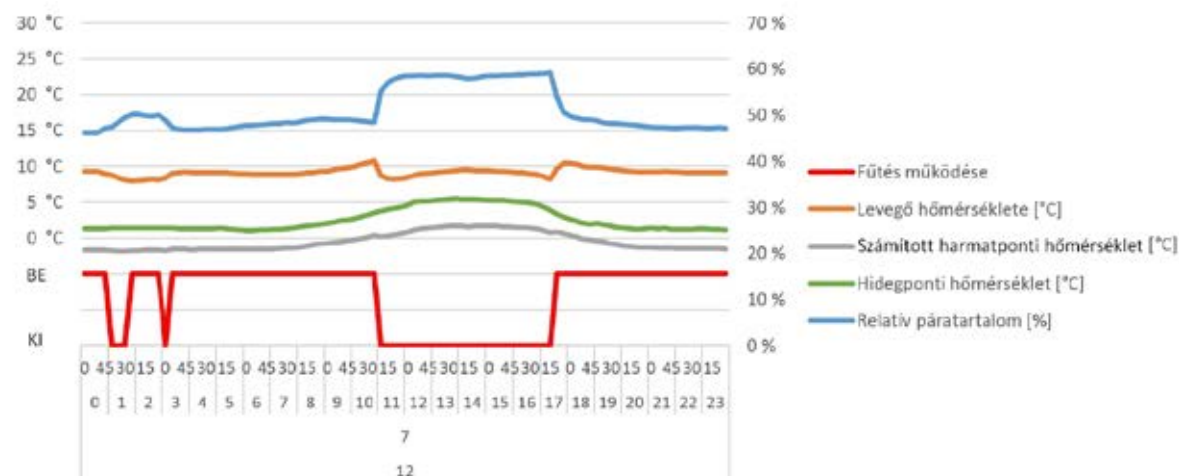
A tényleges szabályozást végző az =D3+SI szekrényben telepített eszköznek a működési jellemzői a 4. ábrán láthatóak.

Az ábrán jól megfigyelhető, hogy a berendezés aktiválja a fűtési áramköröket abban az esetben, ha a relatív páratartalom 60% fölé emelkedik. Ez olyankor is bekövetkezhet, amikor nincs hőmérséklet-változás, csak a páratartalom változik. A készülék beállításaitól függően, a páratartalom vagy a hőmérséklet differenciális változásainak kezelésére is képes, ezáltal a fűtéstehetlenségből adódó holtidő hatása kiküszöbölhető. A piros színű grafikon a fűtés bekapcsolását mutatja az adott napon órákban kifejezve. Az 5. ábrán a berendezés működése látható egy napon. A berendezés akkor kapcsol be (piros vonal), ha a harmatpont (szürke vonal) és a hidegpont (zöld vonal) közötti hőmérséklet 2 °C-ra csökken.

A projekt időtartama 6 hónap volt. Ez alatt folyamatosan monitoroztuk az eszközöket, amelyek az időjárás változásával és egymással összhangban, megfelelően



5. ÁBRA: INTELLIGENS PÁRAMENTESÍTŐ MŰKÖDÉSI ADATAI 24 ÓRA IDŐTARTAMBAN



Az új rendszer, azonos körülmények között, a hagyományos páramentesítő eljárástól 86%-kal kevesebb villamos energiát használt fel.

működtek. Harmatképződést nem tapasztaltunk. A fogyasztási adatok 2017. október 8. – 2018. március 23. között az intelligens vezérlés esetén 38 kWh, a hagyományos módon való szabályozásnál pedig 276 kWh voltak. Látható, hogy az eredeti funkció maradéktalan ellátása mellett téli időszakban, fél év alatt egyetlen szekrény esetében 238 kWh megtakarítás keletkezett.

### ÓCSA ALÁLLOMÁS SZABADTÉRI SZEKRÉNYFŰTÉSI RENDSZERÉNEK KIALAKÍTÁSA

A Zugló állomáson tapasztalt meggyőző eredmény után a MIIR Fejlesztési Programjába is 2018-ban felvett célként – pilot jelleggel – a teljes ócsai állomáson megvalósítottuk a szekrényfűtések átalakítását a harmatpontfüggő hőmérséklet-szabályozásra. 2018. május 1. – augusztus 30. között a termosztátos vezérléseket

megszüntettük, takarékosági okból 9 szekrényenként, mezőnként egy darab intelligens vezérlőeszköz telepítésével a teljes állomásra elvégeztük az átalakítást.

### Az érintett területek

A rendszer vezérli az összes szabadtéri elosztó- és hajtásszekrény páramentesítő fűtését.

### Szerelési helyek

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| =D1+S1, +S2, +S3, +S5      | Segédsínmező          |
| =D2+S1, +S2, +S5           | Dunamenti E. I. mező  |
| =D3+S1, +S2, +S3           | Sínáthidaló mező      |
| =D4+S1, +S2, +S5           | Dunamenti E. II. mező |
| =D5+S1                     | I. TR. mező           |
| =D6+S1, +S2, +S3, +S4, +S5 | Zugló mező            |
| =D7+S1                     | 2. TR. mező           |
| =E1+S1, +S2                | Soroksár I. mező      |
| =E2+S1, +S2                | Soroksár II. mező     |

Minden mező egy beavatkozó egységet tartalmaz az adott mező +S1 szekrényében, kivétel a =D3 mező, ahol a meglévő kábelezés kialakítása miatt az +S2 szekrényben foglal helyet a berendezés. A kialakítás során a meglévő fűtésáramkörök, illetve ezek kábelein lévő tartalék erek lettek felhasználva. A központi szekrényekből segédreléken keresztül érkezik a vezérlés a többi elosztószekrénybe és a hajtásszekrényekbe. A meglévő termosztátokat elbontották minden szekrényben.

### Beépített készüléktípusok

- Mérő- és beavatkozó egység: JetWill JFA 400
- Segédrelé: Hager ESC 425
- Kismegszakító: Siemens B6

### Készülékek elhelyezése és mennyisége

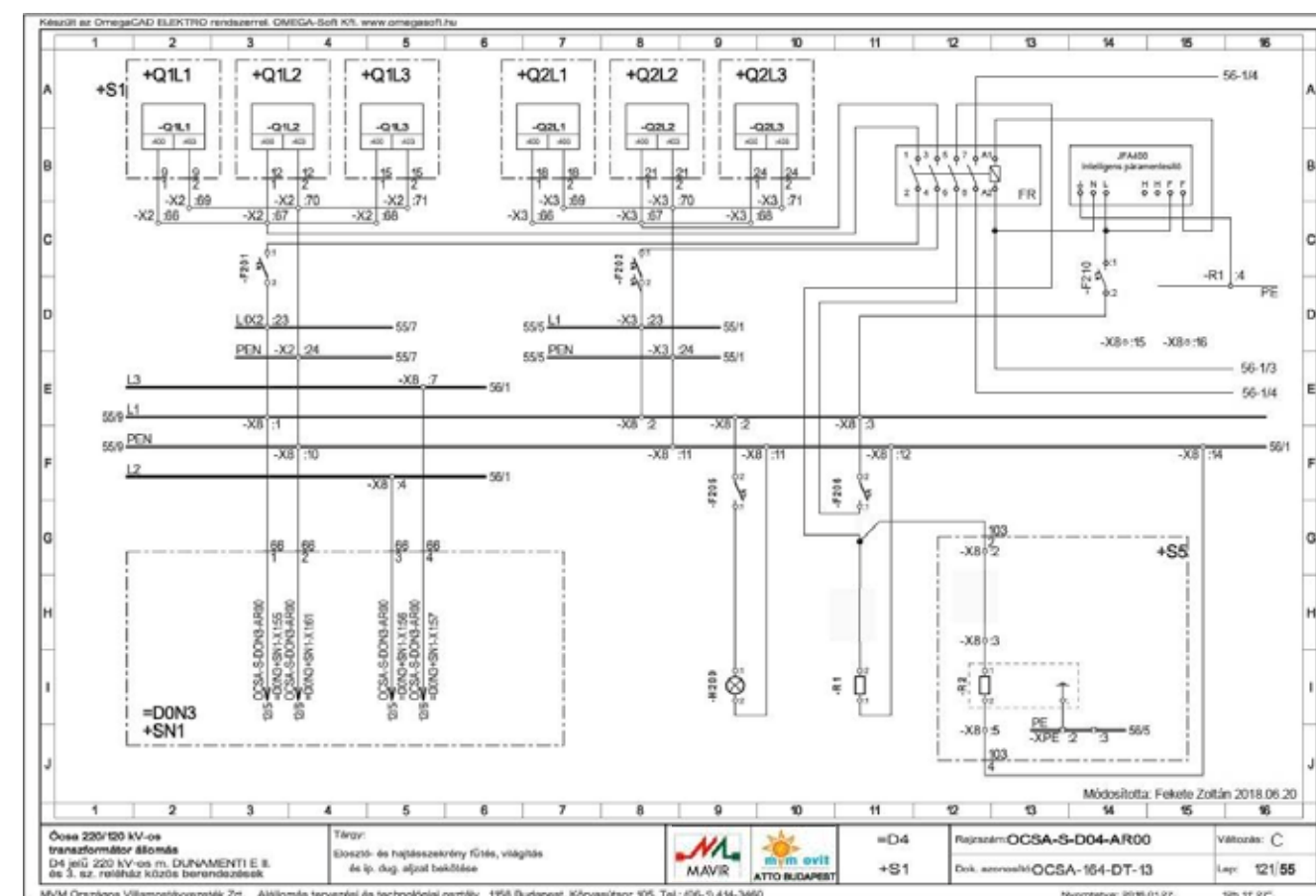
A mérő- és beavatkozóegység darabszámának meghatározásakor figyelembe vettük a szabadtéri elosztószekrények fizikai távolságát, valamint a meglévő fűtésáramkörök kialakítását. Ezek alapján a mezőnként egy-egy készülék elhelyezése tűnt a legoptimálisabb megoldásnak. Ezzel az egymástól maximum 20 m távolságban lévő szekrények környezetében lévő mikroklima csak olyan kismértékben változik, amely lényegesen nem befolyásolja a hőmérséklet szabályozását. Ugyanakkor nem lesz magas a beépítésre fordított munkaidő és anyagköltség sem. Ezt a beépítési mennyiséget az üzemeltetés során szerzett tapasztalatok alapján korrigálhatónak látjuk. Megfigyeléseink szerint kevesebb beavatkozóegység is elégséges lehet a fűtések kiszolgálására. (Alállomásonként elegendőnek látjuk egy-két darab készülék felszerelését, ha ezek működésének folyamatos felügyelete megvalósul és beépül az állomás telemechanikai rendszerébe.)

### Készülékek beépítése

A beépítés során amennyire az lehetséges volt, a meglévő fűtési hálózat struktúrájához alkalmazkodtunk, abba a legkisebb módosításokkal integráltuk az új rendszert. A beépített beavatkozó egység és segédreléi, újonnan telepített kismegszakítókon keresztül kapják a tápfeszültséget, amiből előáll a vezérlőfeszültség is. Ez a kismegszakító a fűtésáramkör sorkapocslécéről ágazik le. A hajtásszekrényekhez menő és a szekrények saját fűtésáramkörei fel lettek hasítva és be lettek forgatva a segédrelékbe, így azokat a saját, meglévő kismegszakítóik védik.

Méréseink szerint, a 2017. július – 2018. január (hagyományos fűtésvezérlés) és 2018. július – 2019. január (harmatponthoz kötött szabályozás) időszakokat összehasonlítva, átlagban heti 900 kWh megtakarítás volt elérhető. Ez éves szinten 46,8 MWh-val kevesebb villamosenergia-felhasználást jelent.

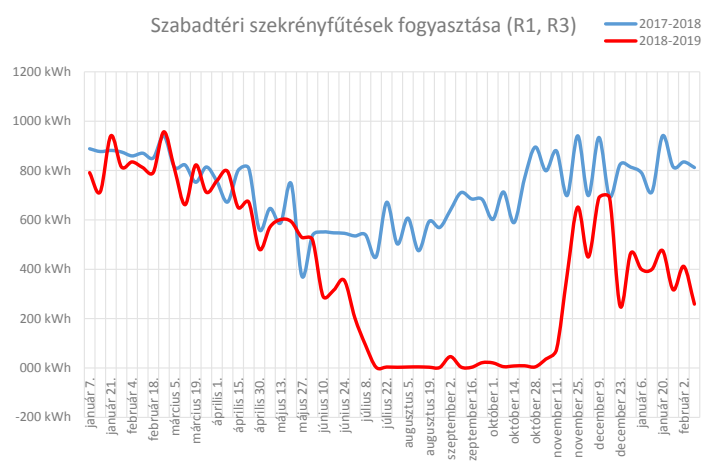
6. ÁBRA: ÓCSA ALÁLLOMÁS = D4+S1 SZEKRÉNY ÁRAMUTAS KAPCSOLÁSI RAJZA



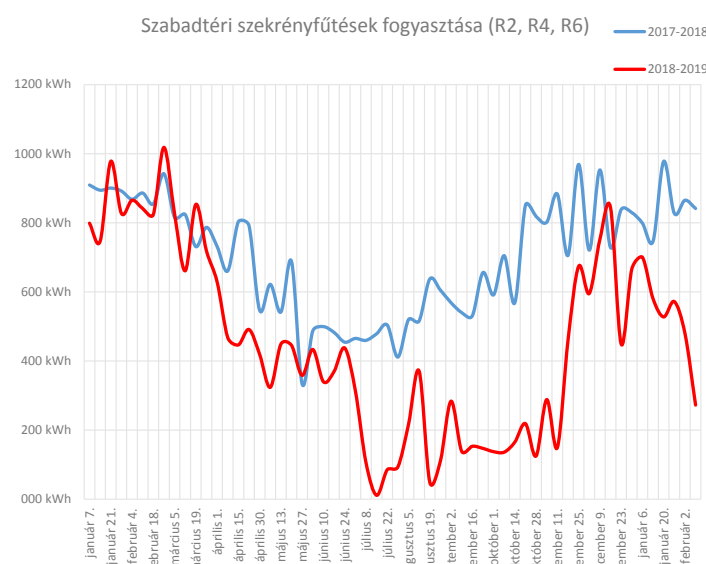


A 7. és 8. ábrákon a két külön mért fogyasztói csoport fogyasztása látható heti bontásban a 2017–2018 és a 2018–2019-es évek azonos időszakában. Az új fűtésszabályozási módra való átszerelés hatása 2018. július 1-jétől érzékelhető a fogyasztás csökkenésével (piros vonalak). A 9. ábrán az energiamegtakarítást mutatjuk be heti bontásban, az átszerelés üzembe kerülésétől a vizsgált időszak végéig. Az ábrán a hagyományos hőmérséklet-szabályozás fogyasztási adataiból kivonták a harmatponthoz kötött szabályozás fogyasztási adatait, és ezt jelenítették meg.

7. ÁBRA: HETI FOGYASZTÁSI ADATOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA – NE4 FOGYASZTÓI CSOPORT

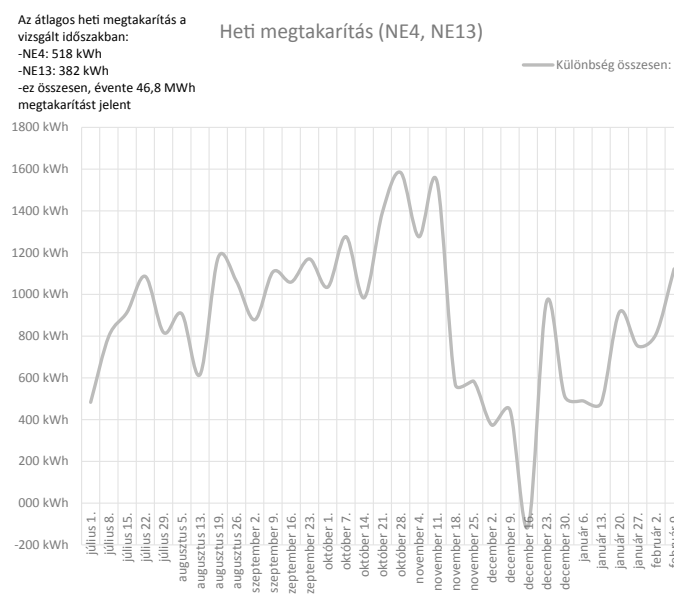


8. ÁBRA: HETI FOGYASZTÁSI ADATOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA – NE13 FOGYASZTÓI CSOPORT



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

9. ÁBRA: HETI MEGTAKARÍTÁSI ÉRTÉKEK [KWH] – A TELJES ÓCSAI ÁLLOMÁSRA VONATKOZTATVA



Az eredményt torzítják a vizsgált időszakok időjárásának különbözőségei. Ugyancsak torzító tényező, hogy a szerelés során a beállításoknál voltak pontatlanságaink, amelyek miatt néhány esetben beavatkozásra volt szükség. (Az időjárás különbözőségeire mutat rá a 2018. december 16-án látható negatív érték, amelynek oka, hogy 2017 ugyanezen időszakában – noha még termosztátos volt a vezérlés – a melegebb időjárás miatt kevesebb fűtési energiára volt szükség, mint 2018-ban.)

Becsléseink szerint a két hatás együttes torzító hatása maximum 40% hibát eredményezhet. Ezek figyelembevételével a várható valós megtakarítás Ócsa alállomás tekintetében évi 26–40 MWh közé tehető.

Az új módszer hatékonyságát folyamatosan monitoroztuk – páralecsapódást nem tapasztaltunk, az új módszer kielégíti az elvárt követelményeket. A meggyőző tapasztalatok alapján az új hőmérséklet-szabályozási módra való átalakítás valamennyi, a MAVIR Zrt. tulajdonában lévő alállomásra kiterjedően megkezdődött. Terveink szerint ebben az évben további 10 alállomást alakítanak ki.

### Ötletgazdák, megvalósítók

- Horváth József – MAVIR Zrt. Zuglói ÜRK alállomási szolgálatvezetője,
- Kvack Csaba – MAVIR Zrt. Zuglói ÜRK HÜSZ, vezető elektrikus,
- Molnár Péter – MAVIR Zrt. Szekunder Szakszolgálati Osztály szakszolgálati mérnöke.

Az újítással a MAVIR részt vett a legjelentősebb hazai innovációs teljesítmények méltányolására létrehozott 27. Magyar Innovációs Nagydíj pályázaton, ahol „A 2018. évben megvalósult, sikeres innovációk és innovációs startupok” elismerésben részesült.



Borbély Zsolt, Kovács Richárd \*

# < MVM MIFŰ KFT. – MISKOLC BELVÁROS, AVAS HŐÁTADÓ LÉTESÍTÉSE

## 1. AZ MVM MIFŰ KFT. ÉS A MISKOLCI HŐKÖRZETEK RÖVID BEMUTATÁSA

Az MVM MIFŰ Miskolci Fűtőerőmű Kft. (továbbiakban: MVM MIFŰ) az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. (továbbiakban: MVM) Csoport tagja. Az MVM MIFŰ fő tevékenységi körében 4 telephelyen kapcsolt hő- és villamos energiát, egy telephelyen pedig távhőcélú hőt termel. Az értékesített villamos energiát az MVM Partner Zrt., az értékesített hőt pedig a MIHŐ Miskolci Hőszolgáltató Kft. (továbbiakban: MIHŐ) veszi át, hosszú távú szerződés keretében.

A MIFŰ Kft.-t az MVM és a MIHŐ a közöttük megkötött Üzleti megállapodás alapján azzal a céllal alapította 2002-ben 80 millió Ft alaptőkével, hogy Miskolc Megyei



KOMBINÁLT CIKLUSÚ FŰTŐERŐMŰ



2x25 MW<sub>th</sub>-OS HŐÁTADÓ



Műszaki szempontból a  $2 \times 25 \text{ MW}_{\text{th}}$  kapacitású lemezes hőcserélő párhuzamos kapcsolású üzemével biztosított az  $50 \text{ MW}_{\text{th}}$  névleges hőteljesítmény.

Jogú Város Tatár utcai, diósgyőri és bulgárföldi távhő-termelő rendszereit korszerűsítse. A társaság feladata volt az MVM beruházásában megvalósult gázmotoros erőművek üzemeltetése, illetve mint leendő projekt-társaság, projektfinanszírozás keretében bonyolítsa le a vállalt Kombinált Ciklusú Erőmű megépítését.

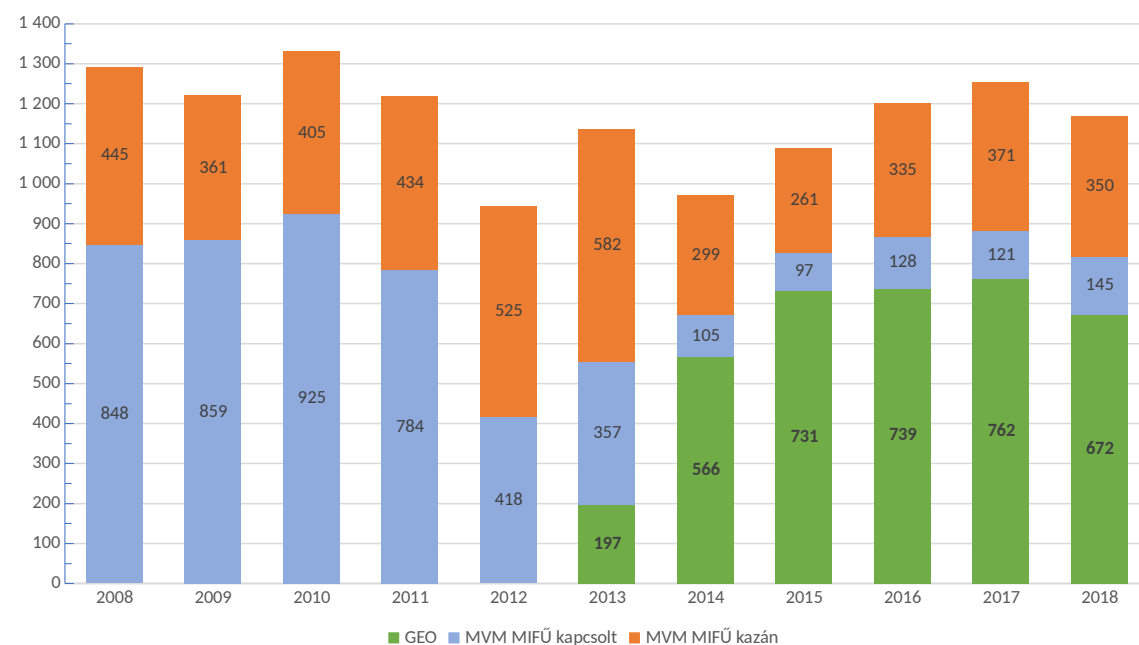
A társaság törzstőkéje a többszöri tőkeemelés eredményeként jelenleg 5,1 milliárd Ft, munkavállalóinak létszáma: 38 fő.

Vállalkozási tevékenységét az MVM MIFŰ négy erőműegységben és egy fűtőműben végzi. A kereskedelmi üzem a gázmotoros egységekkel a Tatár utcai telephelyen 2003. október 20-án, a diósgyőri telephelyen (beépített villamos teljesítménye  $3,9 \text{ MW}_e$ , hőteljesítménye  $4,268 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) 2003. november 27-én, a bulgárföldi telephelyen (beépített villamos teljesítménye  $1,05 \text{ MW}_e$ , beépített hőkapacitása  $1,15 \text{ MW}_{\text{th}}$ ) 2004. január 22-én kezdődött el. A gázmotorok 2007 decemberéig az MVM Zrt. tulajdonában voltak, a társaság bérleti konstrukcióban üzemeltette. 2007. december 1-jén apportként került át a MIFŰ tulajdonába. A kereskedelmi üzem a Kombinált

\* Borbély Zsolt, főenergetikus, MVM MIFŰ Kft.  
Kovács Richárd, technológus, MVM MIFŰ Kft.



1. ÁBRA: MISKOLC, AVAS-BELVÁROS, HŐTERMELŐK KIADOTT HŐMENNYSÉGE [TJ]



Ciklusú Erőmű (beépített villamos teljesítménye 39,6 MW<sub>e</sub>, beépített hőteljesítménye 33,9 MW<sub>th</sub>) esetében 2007. december 1-jén kezdődött.

A MIHŐ Tatár utcai fűtőművének földgázüzelésű forró vizes kazánjait és segédberendezéseit 2008. március 1-jén a társaságunk megvásárolta. Ezzel megvalósult az Üzleti megállapodással összhangban a belvárosi és avasi városrész teljes körű hőellátása. A négy db PTVM-kazánból álló fűtőműben az Ávas oldalon egy PTVM 50-es (58 MW<sub>th</sub> hőteljesítménnyel) és egy PTVM 100-as típusú forró vizes kazán (116 MW<sub>th</sub> hőteljesítménnyel), illetve a Belváros oldalon szintén egy PTVM 50-es és egy PTVM 100-as típusú forró vizes kazán áll rendelkezésünkre. Az avasi és a belvárosi távhőrendszer két, eltérő víznyomással üzemel, a távhőrendszereik nem köthetők össze. A kapcsoltan és nem kapcsoltan üzemelő berendezéseink mind az avasi, mind a belvárosi irányú hőbetáplálásra is alkalmasak.

A MIFÜ Kft. neve 2012-től MVM MIFÜ Miskolci Fűtőerőmű Kft.

A PannErgy Nyrt. (továbbiakban: GEO) a miskolci geotermikus projekttel 2013-ban új szereplőként lépett be a miskolci távhőpiacra, 58 MW<sub>th</sub> hőteljesítménnyel. Hőforrást találtak Miskolc körzetében, aminek hasznosítására jelentős részben EU-s támogatással elkészült egy új geotermikus hőhasznosítási rendszer. Az avasi távhőkörizet esetében 2013-ban, a belvárosi távhőköri-



Az MVM MIFÜ meghatározó szereplő Miskolc város távhőellátásában. Miskolc város négy jelentős távhőkörizetét látjuk el hővel.

zetben pedig 2014-ben kezdték meg a hőbetáplálást, együttműködve az MVM MIFÜ-vel.

Az MVM MIFÜ meghatározó szereplő Miskolc város távhőellátásában. Miskolc város négy jelentős távhőkörizetét – amelyek a város hőigényének nagyjából 85%-át teszik ki – látjuk el hővel. A geotermikus hőtermelő megjelenése előtt 1000–1200 TJ hő termeltünk éves szinten, jelentős részben a kapcsolt hő és villamos energiát termelő létesítményeinkkel. Ez az érték jelenleg a hőigényektől függően 400–500 TJ körül mozog, a geotermiával azonos hőfoklépcső (90/70 °C) miatt a kapcsolt termelésünk visszaszorult.

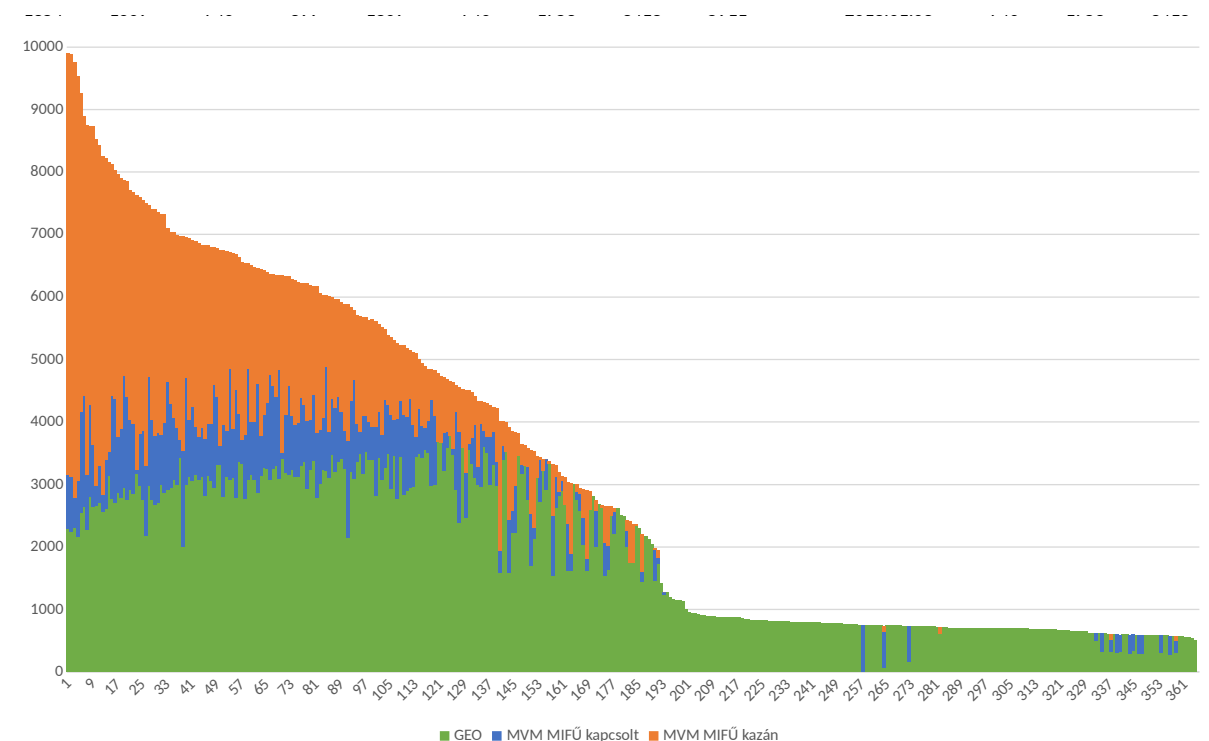
Az Ávas és Belváros távhőkörizetek esetében összesen 170 MW<sub>th</sub> hőteljesítményig teljes körű hőszolgáltatási kötelezettségünk van hőtermelésre, melyet a Tatár

és Hold utcai kapcsolt hő- és villamos energiát termelő létesítményekből, illetve forró vizes kazánparkkal (Hold utcai Kombinált Ciklusú Fűtőturbínás Erőmű, Tatár utcai Gázmotoros Erőmű, Tatár utcai Fűtőmű) biztosítunk. Az avasi és a belvárosi távhőrendszer hidraulikailag független, eltérő víznyomással üzemel, változó tömegáramú szabályozással. Ebből kifolyólag az imént említett berendezéseink mind az avasi, mind a belvárosi irányú hőbetáplálásra is alkalmasak. A két rendszer összekapcsolása ezáltal csak hőátadó állomás alkalmazásával lehetséges. A Tatár utcai kapcsoltan termelő egységek meghibásodása, üzemzavara esetén is rendelkezésre bocsátható PTVM-kazánokkal a szerződésben foglalt 170 MW<sub>th</sub> hőteljesítmény. A geotermiával közösen, az Ávas városrész esetében 12 400 lakás, a Belváros esetében 14 062 lakás távfűtését biztosítjuk.

A jelenlegi üzemvitel szerint a fűtési időnyen kívüli időszakban a termelési lehetőséget teljes mértékben átadjuk a GEO részére. A nyári használati melegvíz-igény a két ágra összesen kb. 8 MW<sub>th</sub>. Fűtési időnyben az alap-hőbetáplálást a geotermikus rendszer adja, a csúcshőigényeket a Tatár utcai PTVM forró vizes kazánokkal elégítjük ki, illetve a Tatár utcai Gázmotoros Erőművel üzemelünk a GEO-val kötött megállapodás szerint, gazdaságossági

szempontok figyelembevételével, továbbá hőoldali rendelkezésre állást nyújtunk a geotermikus hőtermelés meghibásodása esetére. Ezen felül egész évben, szintén a GEO hőbetáplálásának korlátozása nélkül rendszerszintű szolgáltatást nyújtunk a Tatár utcai gázmotorokkal. A jelenlegi üzemvitel szerint a Hold utcai KCE nem üzemel, rendelkezésre állást nyújt. A Tatár utcai Gázmotoros Fűtőerőmű a GEO-val történt egyeztetések alapján mind az 5 db gázmotorral a belvárosi távhőrendszerbe táplál be hőt. Emiatt a Tatár utcai PTVM 50 típusú kazánok közül inkább az avasira hárul nagyobb igénybevétel, mint a belvárosira. Ez azt jelenti, hogy átlagosan +10 °C napi külső középhőmérsékletnél hidegebb időszakokban már szükség van az avasi PTVM 50 kazánra, a hőigények teljes körű kielégítése céljából. Nagyjából átlagosan +5 °C napi külső középhőmérsékletnél hidegebb időszakokban van szükség a belvárosi PTVM 50 kazánra. A Tatár utcai PTVM 100 típusú kazánok tartalék hőforrásként állnak rendelkezésre, beindításukra különösen hideg időjárás esetén van szükség, ami azt jelenti, hogy átlagosan -5 °C napi külső középhőmérsékletnél hidegebb időszakokban. Ezen időszakok éves átlagban 5–15 napot tesznek ki, így a PTVM 100 típusú kazánok üzemideje éves szinten 100–300 óra.

2. ÁBRA: MISKOLC, AVAS-BELVÁROS, HŐTERMELŐK KIADOTT NAPI HŐMENNYSÉGE, 2018. ÉV [GJ]







Az MVM MIFŰ a Tatár utcai 4 db PTVM-kazánból álló fűtőművéből, a Gázmotoros Fűtőerőművéből és a szomszédos Hold utcai KCE-ből elégíti ki Miskolc város avasi és belvárosi hőközetének távhőigényét.

A diósgyőri és bulgárföldi szigetüzemű távhőközetek esetében részleges hőszolgáltatási kötelezettségünk van. Ez azt jelenti, hogy az MVM MIFŰ tulajdonában lévő gázmotorok adják az alap hőbetáplálást, a többlethőigényeket a MIHŐ forró vizes kazánokkal biztosítja. A MIHŐ-vel közösen, a diósgyőri városrész esetében 3200 lakás, a Bulgárföld esetében 1100 lakás távfűtését biztosítjuk.

## 2. A HŐÁTADÓ IGÉNYÉNEK FELMERÜLÉSE, ANNAK SZÜKSÉGESSÉGE

Az MVM MIFŰ a Tatár utcai telephelyén lévő, 4 db PTVM-kazánból álló fűtőművéből (Avas oldalon egy PTVM 50-es és egy PTVM 100-as típusú forró vizes kazánnal, illetve a Belváros oldalon szintén egy PTVM 50-es és egy PTVM 100-as típusú forró vizes kazánnal), a Gázmotoros Fűtőerőművéből és a szomszédos Hold utcai telephelyen lévő Kombinált Ciklusú Fűtőturbínás Erőművéből elégíti ki Miskolc város avasi és belvárosi hőközetének távhőigényét, körülbelül 50-50%-os megoszlással. A létesítmények összes beépített hőteljesítménye  $408 \text{ MW}_{\text{th}}$ . Az avasi és a belvárosi távhőrendszer  $130/70 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (előremenő/visszatérő víz hőfok) paraméterekre van méretezve, az ágankénti víznyomás 12-14 bar.

A távhőrendszeri nyomástartást, keringtetést, illetve a vízkezelést a MIHŐ végzi a Tatár utcai Fűtőmű épületében. Mivel a két távhőrendszer nyomása nem azonos, illetve hidraulikailag külön vannak választva, az egyik rendszerből a másik rendszerbe történő hőátadás csak hőcserélőn keresztül lehetséges. A fűtőműben már rendelkezésre álló  $20 \text{ MW}_{\text{th}}$  hőteljesítményű Avas–Belváros irányú hőátadó állomás mellett a távhő-ellátásbiztonságot, valamint a termelőoldali optimális, azaz a hatékonyabb berendezéskihhasználást jelentősen megnövelné egy Belváros–Avas irányú hőátadó állomás. A jelenlegi  $20 \text{ MW}_{\text{th}}$ -os hőátadó csak a PTVM 50-es kazán hőjét tudja átadni. A tervezett  $50 \text{ MW}_{\text{th}}$ -os hőátadó állomás

viszont már képes lenne akár a PTVM 50-es, akár a PTVM 100-as kazánok hőjét átadni Avas irányába.

Az MVM MIFŰ hosszú távú hőszolgáltatási szerződés keretében értékesíti a termelt hőt a MIHŐ részére, ezért kötelessége, hogy megtegye a szükséges műszaki és üzemviteli lépéseket a minél hatékonyabb működés érdekében. Az MVM MIFŰ-től igényelt, illetve vásárolt hőmennyisége a MIHŐ-nek az utóbbi években – a geotermikus energia felhasználásának és a panelbérházak hőszigetelésének hatására – jelentősen lecsökkent, így a Hold utcai KCE, illetve a Tatár utcai PTVM 100-as kazánok jelenleg főként tartalékként funkcionálnak, és a kazánok sokszor kis terheléssel párhuzamosan kell, hogy üzemeljenek. A geotermikus hőtermelő 2013-as megjelenésével az avasi és a belvárosi távhőrendszeren az MVM MIFŰ-nek

kötelessége a hőoldali rendelkezésre állás a geotermikus hőtermelés meghibásodásának esetére, illetve a geotermikus hőkapacitás feletti hőigények kielégítése.

## Környezetvédelmi intézkedések, beruházások

Az MVM MIFŰ a létesítményeinek üzemeltetésekor betartja a vonatkozó környezetvédelmi jogszabályokban, határozatokban előírt követelményeket és teljesíti az előírt kötelezettségeket. A társaság rendelkezik a tevékenysége végzéséhez szükséges engedélyekkel. A Tatár utcai három telephely az üvegházhatású gáz kibocsátásról (ÜHG) szóló törvény hatálya alá tartozik, ÜHG-engedélyek szerint nyomon követi és évente hitelesített Kibocsátási jelentésben igazolja a tevékenysége során





kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyiségét. 2016-ban a KCE Egységes Környezethasználati Engedélyének (EKHE) és a Tatár utcai, diósgyőri, illetve bulgárföldi gázmotoros fűtőerőművek kárelhárítási terveinek felülvizsgálatára került sor. 2017-ben a Tatár utcai Fűtőmű EKHE, valamint a gázmotoros fűtőerőművek Levegőtisztaság-védelmi engedélyeinek felülvizsgálata történt meg.

Az Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség (jelenleg Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi Osztály) a vizsgálatok eredményeit összefoglaló dokumentációt elfogadta és az EKHE-t további 5 évre meghosszabbította. A gázmotoros fűtőerőművek üzemeltetésével összefüggő előírásokat, feltételeket, a kibocsátási határértékeket, a vonatkozó jogszabályokkal összhangban, a Levegőtisztaság-védelmi engedélyek rögzítik. A létesítmények rendeltetés szerinti használata, a kezelési utasítások betartása, a tervezett karbantartások és a rendkívüli hibajavítások elvégzése együttesen biztosítja, hogy a kibocsátási pontforrások emissziói nem lépik túl az engedélyekben előírt kibocsátási határértékeket.

A Levegőtisztaság-védelmi engedélyekkel, illetve a telephelyeinkre vonatkozó kibocsátási határértékekkel kapcsolatos jogszabályok (53/2017. (X. 18.) FM-rendelet, 110/2013. (XII. 4.) VM-rendelet) 2016. január 1-jével megváltoztak, az emissziós határértékek szigorodtak. A vonatkozó engedélyek úgynevezett kibocsátási pontforrásokra („kémény”) vonatkoznak. Az MVM MIFÜ 9 db pontforrással rendelkezik. A gázmotoros erőművek esetében gázmotoronként, a fűtőmű és a KCE esetében 2 db pontforrás van: a két PTVM 50 típusú forró vizes kazán esetén egy 80 m magas közös pontforrás (P2), illetve a két PTVM 100 típusú forró vizes kazán és a KCE részére egy 150 m magas közös pontforrás (PI). Az alkalmazandó szigorúbb kibocsátási határértékekre a gázmotoros erőművek esetében 2025-ig haladékot kaptunk. A P2 pontforrás esetében, a jogszabály alapján,



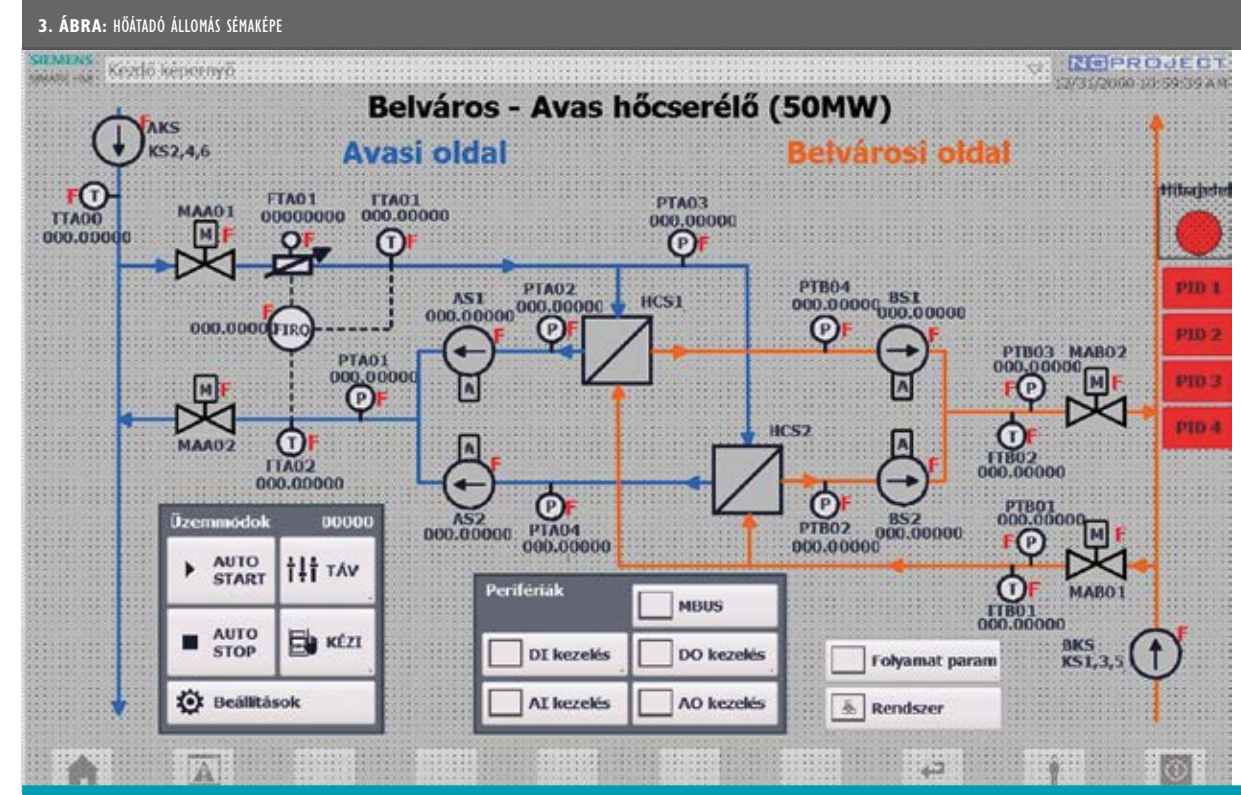
## A Belváros-Avas Hőátadó állomás megvalósulásának legfőbb céljai: költségcsökkentés, üzembiztonság, optimális üzemeltetés.

mivel a két PTVM 50 típusú kazán távhőtermelésben vesz részt, és együttesen nem éri el a 200 MW bemenő hőteljesítményt, 2022. január 1-jétől kell alkalmazni az új határértékeket. A PI pontforrást tekintve a legbonyolultabb a helyzet, mivel két különböző technológia berendezései csatlakoznak hozzá. Ebben az esetben a PTVM 100 típusú kazánokra vonatkozóan éltünk a jogszabályok adta lehetőséggel, és részt veszünk az ún. Átmeneti Nemzeti Tervben (110/2013. (XII. 4.) VM-rendelet), miszerint a kazánokra 2020. június 30-ig, évente meghatározott, de csökkenő mértékű kibocsátási mennyiség engedélyezett. A meghatározott átmeneti kibocsátási mennyiségek töredékét sem bocsátjuk ki évente.

Az MVM MIFÜ annak érdekében, hogy a kazánok kibocsátási értékei megfeleljenek az új emissziós határértékeknek, el fogja végeztetni a kazánok korszerűsítését, valamint égőinek cseréjét NO<sub>x</sub>-szegény földgázégőkre.

Az 50 MW<sub>th</sub>-os új Belváros-Avas irányú hőátadó állomás létesítésével kiváltható az avasi PTVM 100-as kazán üzeme, ezáltal lehetőség nyílik arra, hogy az avasi PTVM 100-as kazán korszerűsítését és égőcseréjét későbbre lehessen halasztani, ami jelentős költségmegtakarítást eredményezhet társaságunknak. A kazánházból kiadható hőteljesítmények tekintetében, az avasi rendszeren rendelkezésre állna 58 MW<sub>th</sub> (az avasi PTVM 100-as nélkül), a belvárosi rendszeren pedig 174 MW<sub>th</sub>, de az új hőátadó állomás létesítésével akár 50 MW<sub>th</sub> is átadható az avasi rendszerre igény esetén (Avasra 58 + 50 = 108 MW<sub>th</sub>, belvárosra 174 – 50 = 124 MW<sub>th</sub>). Ezen felül rendelkezésre áll még 28-28 MW<sub>th</sub> hőteljesítmény lehetősége a kapcsoltan termelő berendezésekből. Így bármelyik üzemegység meghibásodása, üzemzavar esetén is rendelkezésre bocsátható a szerződésben foglalt ágankénti 85-85 MW<sub>th</sub> hőteljesítmény.

A fentiek alapján az MVM MIFÜ eldöntötte, hogy 2017-ben közbeszerzést ír ki, majd 2018-ban megvalósítja a 2 × 25 MW<sub>th</sub> kapacitású Belváros-Avas irányú hőcserélő állomás beruházását, amely biztosítja a nagyobb ellátásbiztonságot, költségcsökkentést, valamint optimálisabb üzemeltetést.



A távhőtörvény értelmében (2005. évi XVIII. törvény), egy adott távhőtermelő egy adott évben legfeljebb 2%-os eszközarányos nyereséget érhet el. Amennyiben a nyereség ennél több, akkor a fennmaradó összeget vagy a MEKH (Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal) által is elismert hatékonyságnövelő beruházásra fordítja, vagy a MEKH elvonja a következő hatósági hóár megállapításánál. A beruházás megvalósítását – összhangban a fentiekkel – az is indokolta, hogy a 2016. évi többletnyereséget így a MEKH költségként elismerte. A távhőtörvény 2 év átfutási időt biztosít, ezek alapján a létesítést 2018-ban végeztük el.

### 3. ENGEDÉLYEZÉS, KIVITELEZÉS, ÜZEMBE HELYEZÉS ÉS A TAPASZTALATOK BEMUTATÁSA

Az MVM MIFÜ köteles rendelkezésre állást nyújtani a geotermikus hőtermelés meghibásodásának esetére és a geotermikus kapacitás feletti hőigényeket ki kell elégítenie. Ezen rendelkezésre állás minél nagyobb üzembiztonsága érdekében az MVM MIFÜ a Miskolc, Tatár u. 29/a szám alatti fűtőművében egy 2 × 25 MW<sub>th</sub> kapacitású, Belváros-Avas irányú hőcserélő állomás kiépítését valósította meg. Mivel az avasi és belvárosi forróvíz-rendszer nyomása nem azonos, jelenleg a hőtermelést mindkét rendszer felé párhuzamosan kell végezni mindkét ágon kazán működtetésével. Jelen beruházás keretében léte-

sített 2 × 25 MW<sub>th</sub>-os hőátadó megvalósítása biztosítani tudja, hogy a belvárosi rendszerről is történhessen hőátadás az avasi rendszer felé, eredményezve ezzel a jobb kazánkihasználást, ezáltal magasabb kazánhatásfokot. Jelen beruházás az első lépcsője a kazánpark 2019-ben kezdődő rekonstrukciójának.

A hőátadó állomás megvalósulásának legfőbb céljai:

- **Költségcsökkentés:** a 2 db PTVM 100-as kazán közül – a hőigények és a rendelkezésre állás biztosítása mellett – az avasi PTVM 100-as kazán korszerűsítése későbbiekre halasztható (a MIHŐ hőszolgáltatói hőigények változásának függvényében lehet végrehajtani vagy halasztani), ez jelentős fejlesztésforrás-megtakarítást jelent a következő évekre nézve.
- **Üzembiztonság:** a bővítés üzembiztonsági okokból is indokolt, bármilyen üzemzavari vagy más ok miatti termelői kapacitás kiesésének pótlására. A hőtermelés biztonsága javul, mivel egy 20 MW<sub>th</sub> hőteljesítményű Avas-Belváros irányú hőátadó állomás a rendelkezésünkre áll, ennek közvetlen közelében létesült a Belváros-Avas irányú hőátadó állomás, így megoldható mind az avasi, mind a belvárosi távfűtési rendszerének biztonságos hőellátása.
- **Optimális üzemeltetés:** optimálisabb üzemelést lehet biztosítani alacsonyabb hőigények esetén is, mivel egy kazános üzem elegendő a két rendszer felé, ez jobb kazánhatásfokú üzemmel biztosítható.



Műszaki szempontból a  $2 \times 25 \text{ MW}_{\text{th}}$  kapacitású lemezes hőcserélő párhuzamos kapcsolású üzemével biztosított az  $50 \text{ MW}_{\text{th}}$  névleges hőteljesítmény. A hőcserélők primer és szekunder ágában 2-2 db frekvenciaváltós, villamos hajtású (45 kW és 75 kW teljesítményű) szivattyú keringteti a meleg vizet. Mindkét párhuzamos ág azonos szivattyúkat, szerelvényeket (elzáró, visszacsapó és biztonsági szelepeket) és csövezést tartalmaz (DN300). A két párhuzamos ág külön-külön kizárható és karbantartható, a másik üzemelése alatt is.

A hőcserélők belvárosi meleg oldalán a vízelvétel a kazánok utáni, de a bekeverés előtti szakaszból történik, a lehűtött vizet pedig a belvárosi keringtetőszivattyú nyomóoldalára adjuk vissza. A meleg kör keringtetéséről a hőcserélők belvárosoldali hideg ágába épített szivattyúk gondoskodnak. A szivattyúk a maximális teljesítményigény 50%-ára méretezettek, melegtartalék tervezése nélkül. Az avasi hideg oldalon az elvétel az avasi keringtetőszivattyúk nyomósínjéről, a PTVM 50-es kazán belépőága mellől, a szivattyúk csatlakozópontja felőli oldaláról történik, a felmelegedett vizet pedig ugyanerre a sínre a szivattyú jelenlegi csatlakozópontjára adjuk vissza. A hideg kör keringtetéséről a hőcserélők Avas-oldali meleg ágába épített szivattyúk gondoskod-

nak. A szivattyúk a maximális teljesítményigény 50%-ára méretezettek, melegtartalék tervezése nélkül. Mindkét oldali hidraulikai kör a főrendszerből motoros elzárószelvényekkel kiszakaszolható. A körökön belüli egyéb elzárószelvények kézi működtetésűek. A hőátadó állomást a Tatár utcai kazánházban a meglévő  $20 \text{ MW}_{\text{th}}$  teljesítményű hőátadó állomás és a belvárosi PTVM 100-as forróvíz-kazán közötti területen telepítették le.

Az avasi rendszer névleges nyomása 16 bar, üzemi nyomása 10–14 bar, a belvárosi rendszer névleges nyomása 16 bar, üzemi nyomása 10–13 bar. A két távhőrendszer hidraulikailag független, eltérő nyomáson üzemel. Az avasi távhőrendszer tömegárama szabályozott, változó tömegáramú szabállyal (100–1200 t/h), a belvárosi távhőrendszer tömegárama szintén szabályozott, változó tömegáramú szabállyal (200–1200 t/h). Az avasi és a belvárosi rendszer 130/70 °C elméleti maximális hőlépcsőre méretezett, ahol az elméleti -20 °C-os külső hőmérséklet mellett a primer vezetékben a hőközpontok felé előremenő meleg víz hőfoka 130 °C, a visszatérő víz pedig 70 °C-os. Mindkét rendszerben a keringtetést, a nyomástartást, pótvíz biztosítását, előkészítését, kezelését a MIHŐ végzi, így a távhőrendszerekben kezelt meleg víz kering. A melegvíz-elvételi és -beadási csatlakozási



A tervek szerint a két hőátadó állomás és a három PTVM-kazán egy közös, WinCC-alapú vezérlőrendszert kapna, amellyel megvalósítható lesz a kazánházi berendezések komplex, magas szintű vezérlése.

pontokat bel- és kültéren (4 db DN 400-as elzáró beépítésével) alakították ki.

A hőátadó állomás  $2 \times 25 \text{ MW}_{\text{th}}$  teljesítményű hőcserélő beépítése és az ahhoz kapcsolódó villamos berendezés jelentős villamosteljesítmény-igényt jelent, amelyet a fűtőmű fő elosztóberendezésében levő 2 db 400-400 A-es tartalék leágazásából látunk el. Innen indul a betáplálókábel a hőátadó elosztószekrényéig. Az elosztószekrényben az erőátviteli berendezések mellett az irányítástechnikai berendezések is helyet kaptak, illetve a teljes hőátadó állomás által vételezett villamos energia elszámolási fogyasztásmérése is. A villamos fogyasztás elszámolása a MIHŐ-vel történik.

Ultrahangos hőmennyiségmérőt építettek be, mely részt vesz az állomás szabályzásában, illetve követhető az állomás által átadott hő mennyisége. Az avasi (szekunder) oldalra beépített hőmennyiségmérés biztosítja, hogy a hőátadás szabályozottan történjen. A hőátadó állomás kétféle szabályozás szerint üzemeltethető, átadott teljesítményre, illetve Avas-oldali kilépő hőmérsékletre. Átadott teljesítményre szabályozásnál a diszpécser által beállított hőteljesítmény kerül átadásra a belvárosi rendszerről. A belvárosi szivattyúk frekvenciaváltója a hőmennyiségmérő pillanatnyi értékéről vezérelt, tartja a diszpécser által meghatározott értéket. Az avasi szivattyúk frekvenciaváltója a belvárosi belépő és az avasi kilépő hőmérséklet különbségét tartja 6 °C-os értéken. Az Avas-oldali kilépő hőmérsékletre szabályozásnál a belvárosi szivattyúk frekvenciaváltója tartja a diszpécser által meghatározott értéket. Az avasi szivattyúk frekvenciaváltója az avasi belépő hőmérséklet és az avasi rendszer visszatérő hőmérsékletének különbségét tartja 1 °C-os értéken.

A hőátadó állomás irányítástechnikája PLC-vezérlésű, ami lehetővé teszi a csatlakozást a már meglévő kazánvezérlők felé. A kazánházi csendfülkében helyezték el a hőátadó állomás érintőképernyős vezérlőjét, a

PTVM-kazánok szintén érintőképernyős vezérlője mellé. A későbbiekben a PTVM-kazánok égőcseréje, valamint rekonstrukciója során, tervek szerint a két hőátadó állomás és a három PTVM-kazán egy közös, WinCC-alapú vezérlőrendszert kapna, amellyel megvalósítható lesz a kazánházi berendezések komplex, magas szintű vezérlése, így a MIHŐ által igényelt előremenő távhőrendszeri hőmérsékletek automatikus szabályozása (amely jelenleg operátori beavatkozás függvénye). Az új hőátadó állomás irányítástechnikája úgy lett kialakítva, hogy az üzemelése során keletkező adatok, paraméterek, üzemórák, szeleppállások, szivattyújellemzők, átadott hőmennyiség integrálódjanak az MVM MIFÚ meglévő adatgyűjtő INAG-rendszerébe, ezáltal az üzemelés fenti paramétere folyamatosan nyomon követhetők, visszakereshetők.

#### Kivitelezési folyamat

A projekt előkészítésekor tájékoztattuk a Miskolci Hőszolgáltató Kft.-t a Tatár utcai kazánházban tervezett  $50 \text{ MW}_{\text{th}}$ -os Belváros–Avas irányú hőátadó állomásról, annak elméleti működéséről, az üzemeltetésből fakadó előnyökről (hőtermelés minőségének javítása és biztonságának növelése), az elhelyezéséről, a távhőrendszeri csatlakozási pontjairól. A MIHŐ egyetértett, és támogatja a terveket. Az MVM MIFÚ a fentiek figyelembevételével kezdte meg a hőátadó tervezését, megvalósítását.

A projektre több lépcsőben készült fejlesztési terv a CsFU-05 szerint, az MVM vezetése felé. 2016. év végén az MVM termelési és műszaki vezérigazgató-helyettes (MVM TMVH) engedélyével és támogatásával a részletes igénybejelentő jóváhagyását követően kezdődött meg a tervezés. 2017. áprilisában elkészültek a műszaki tervek, amelyek alapján kiderült, hogy a korábbi elképzelés nem megvalósítható, növelni kell a szivattyúk teljesítményét és a szerelvények számát, valamint üzembiztonsági okokból 2 db  $25 \text{ MW}_{\text{th}}$ -os hőcserélőt kell alkalmazni. Ezt követően az MVM MIFÚ indikatív ajánlatokat kért, amelyekre a műszaki tartalomváltozás és az áremelkedés mértékét is figyelembe véve új projektjóváhagyási eljárást kellett indítanunk. A projekt fontosságát a MIHŐ által tervezett hőközvetbővítési tervek is alátámasztották.

A kiviteli tervezésre ajánlati kiírást készítettünk, amire öt cég adta be határidőre az ajánlatait. Ezt követően az értékelőbizottság megvizsgálta műszakilag és gazdaságilag az ajánlatokat, hogy megfelelnek-e a kiírásnak, majd kiválasztotta a minden szempontból legjobb ajánlatot. A kiviteli tervezésre kiválasztott cég ajánlatából már lehetett készíteni egy költségvetési tervet a beruházásra. Ebből a tervezésből kiindulva indítottuk el a beruházást. Az indikatív ajánlatok alapján a becsült költség meghaladta a közbeszerzési értékhatárt, közbeszerzési eljárás lefolytatására volt szükség, aminek lebonyolítási költsége tovább növelte a projekt összköltségét.



A teljes projektre vonatkozó kiviteli terv elkészítésére 2016. december 7-én megbízási szerződést kötöttünk. A kiviteli terv átdolgozására 2017. április 11-én újabb megbízási szerződés jött létre. Az átdolgozott kiviteli és PED szerinti engedélyeztetési tervezés 2017. év első negyedévében megtörtént.

Ezt követően a hőátadó melegvíz-elvételi és -beadási csatlakozási pontok kiépítését és 4 db DN400-as elzáró beépítését a 2017. évi 2 napos nagyleállás alatt végeztük el, mivel abban az időszakban a gerincvezeték le lehetett üríteni a kivitelezés időtartamára. Az elzárókat az MVM MIFŰ biztosította. Az elzárók beépítésével a projekt hátralevő kivitelezési munkái már nem zavarták a távhőszolgáltatás folyamatosságát.

A CsFU-05 szerinti fejlesztési tervet 2017. augusztus 24-én engedélyezte az MVM-anyavállalat. Az irányítási terület (MVM TMVH) jóváhagyását követően rövid időn belül el kívántuk indítani a közbeszerzési eljárást a megvalósításra. A megvalósítás ütemterve az alábbi volt:

- Közbeszerzési tenderkiírás előkészítése a megvalósításra: 2017. 03.
- Közbeszerzési eljárás elindítása és lefolytatása (megjelentetés, vállalkozó kiválasztása): 2017. 04. – 2018. 01.
- Szerződéskötés a megvalósításra, majd a fűtésen kívüli időszakban a szerelések elvégzése és üzembe helyezés: 2018. 02. – 2018. 03.
- Próbaüzem lefolytatása, teljes befejezés: 2018. 04.

A beszerzési konstrukció szerint a főbb beépítendő alkatrészeket (2 db lemezes hőcserélő és 4 db szivattyú, frekvenciaváltós hajtásvezérléssel) külön, saját beszerzésben vásárolta meg az MVM MIFŰ, míg külön közbeszerzést írt ki a kiviteli terv szerinti kivitelezésre. A hőátadó állomás összköltségére 150 M Ft-ot terveztünk.

### Közbeszerzés

Mivel az MVM MIFŰ nem rendelkezik a közbeszerzés lebonyolításához szükséges szakértővel, ezért egy erre feljogosított társaságtól kértünk ajánlatot 2018 januárjában a teljes körű közbeszerzési bonyolítási és tanácsadási feladatok ellátására. A közbeszerzési ajánlattételi felhívás 2018 áprilisában került publikálásra. A közbeszerzési eljárás meghívásos jellegű volt.

A hőátadó állomás kivitelezése közbeszerzési eljárás keretében történt meg, a kiviteli terv alapján. Az MVM MIFŰ a 2015. évi CXLI. törvény (Kbt.) III. része szerinti nemzeti eljárásrend szerinti hirdetmény előzetes közzététele és tárgyalás tartása nélküli közbeszerzési eljárást (Kbt. 115.§ (1) bek.) folytatott le „Vállalkozási szerződés 50 MW<sub>th</sub>-os Belváros–Avas irányú hőátadó állomás létesítésére” elnevezéssel. Az eljárás nyertese a vállalkozási szerződésben vállalta a közbeszerzési eljárás iratanyagában előírt tartalommal, az ott meghatározott hőátadó állomás létesítésével kapcsolatos kivitelezési feladatok



A hőátadó műszaki átadás-átvételét követően, bizonyította a beruházás jogosságát, hozzájárul a távhőtermelő berendezések optimális üzemeltetéséhez.

ellátását, eredményfelelősséggel. A kivitelezési határidő mint kötbérterhes véghatáridő 2018. december 14. volt.

### Gépészeti kivitelezés

Sikeres közbeszerzési eljárás követően 2018. augusztus 6-án a hőátadó állomás megvalósítására vállalkozási szerződést kötöttünk. A megvalósítás a kiviteli tervek alapján történt, gépészeti terjedelemben a tervek hatósági jóváhagyása mellett. A kivitelezésre 59 napja állt a vállalkozó rendelkezésre. Üzemi próbákra a külső hőmérséklet függvényében 2018. október–november hónapokban, már a fűtési idényben került sor.

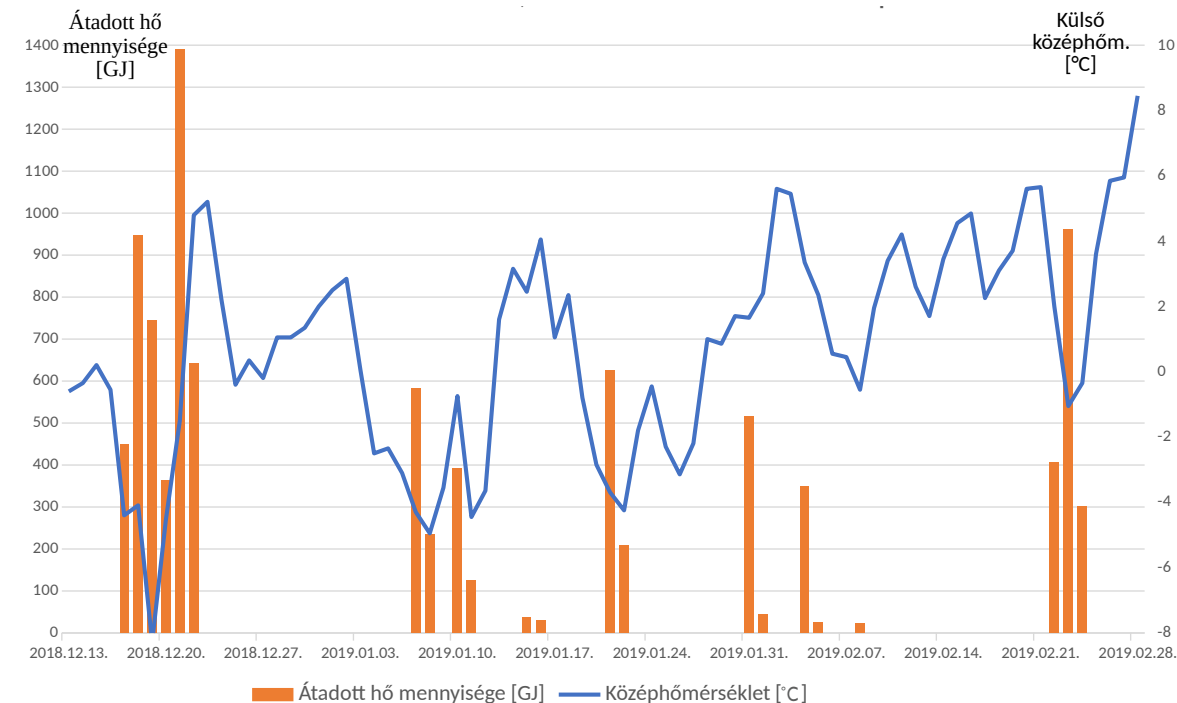
### Villamos és irányítástechnikai kivitelezés

Mivel a 0,4 kV-os kazánházi elosztó és a fogyasztásmérő rendszer a MIHŐ tulajdonában van, a hőátadó állomás villamos oldali csatlakozására előzetes egyeztetések történtek a MIHŐ-vel. Az elkészült villamos és irányítástechnikai kiviteli terveket a MIHŐ és az MVM MIFŰ jóváhagyták, a villamos csatlakozási pontok kialakítása a 2018. június végi nagyjavítás alatt valósult meg.

A kivitelezés keretében megvalósult a hőátadó villamos csatlakozását biztosító 0,4 kV-os kábelek fektetése, a villamos elosztószekrény telepítése – a vonatkozó villamos fogyasztásmérővel – a szabályozást biztosító PLC-vel és az érintőképernyős munkaállomással. A kivitelezés üzemi próbái során a hőátadó állomás irányítástechnikai kezeléséről és irányításáról az operátoraink megfelelő oktatást kaptak. Társaságunkkal folyamatosan egyeztetve alakította ki a kivitelező az érintőképernyős kezelőrendszeren a sémaképeket, teszteltük a hőátadó kétfajta szabályozási módját.

A hőátadó állomás kivitelezése során az összes érintett fél bevonásával rendszeresen összehívott kooperációs értekezleten áttekintettük a beruházás állását, illetve a munkák során felmerült kérdéseket. A kivitelezés során Építési naplóban rögzítették a felek a felmerülő kérdéseket, javaslatokat.

4. ÁBRA: MVM MIFŰ - 50 MW HŐÁTADÓ ÁLLOMÁS, ÁTADOTT HŐ ÉS A KÜLSŐ KÖZÉPHŐMÉRSÉKLET ALAKULÁSA



A műszaki felülvizsgálat 2018. október 11-én megtörtént.

A hőátadó állomás műszaki átadás-átvételi eljárás során bizonyította megfelelőségét, a kivitelező a szerződés szerinti teljesítést készre jelentette, és a rendeltetésszerű használat feltételeit biztosította. A műszaki átadás-átvételi eljáráshoz a következő dokumentumokat bocsátották a rendelkezésünkre: a Kiviteli terv kibővítése a Megvalósítási tervvel, nyomáspróba, ÉV-mérések, hegesztési varratvizsgálatok jegyzőkönyvei, beépített anyagok műbizonylatok, berendezések gépkönyvei, előzetes kezelői és karbantartási utasítás. Az átadás-átvétel 2018. december 13-án történt meg.

A beruházás tervezett költsége 150 M Ft volt, viszont a tényköltség összesen 147,5 M Ft lett, azaz sikerült némi megtakarítást is elérnünk költségoldalon.

### 4. A HŐÁTADÓVAL ELÉRT EREDMÉNYEK BEMUTATÁSA

Az új hőátadó állomás próbaüzemére 2018. október végén, illetve november hónapban adódtak megfelelő időjárási feltételek, ezzel együtt megfelelő távhőrendszeri hőigények. A próbaüzem során a hőátadó gépészeti vonatkozásban megfelelően működött, bár a hőcserélőkön és a keringtetőszivattyúkon vízszivárgást észleltünk. Az anomáliákat jeleztük a kivitelező felé, aki

garanciában vállalta azok elhárítását. Szabályozástechnikai vonatkozásban a WinCC a programnak megfelelően működtette a szelepeket, szivattyúkat, szabályozta a rendszert, de itt is szükség volt finomhangolásra. A próbaüzem során az egy hőcserélő oszlopos (1-1 db avasi és belvárosi szivattyúval), illetve a két hőcserélő oszlopos szabályozás (2-2 db avasi és belvárosi szivattyúval) is ki lett próbálva. Továbbá sikeresen teszteltük a hőteljesítmény-alapú szabályozást, illetve a hőfok alapjelű szabályozást is. A próbaüzem során az MVM MIFŰ kezelői végezték a rendszer üzemeltetését az érintőképernyős kijelzőn keresztül.

A hőátadó műszaki átadás-átvételt követően, bizonyította a beruházás jogosságát. A fő célján túl (avasi PTVM 100 kazán felújítási költségének megtakarítása), hozzájárul a távhőtermelő berendezések optimális üzemeltetéséhez, az alábbiak szerint. Ahogy már említettük, a geotermiával közösen kialakított üzemvitel alapján kb. +5 °C külső középhőmérsékletnél hidegebb időjárás esetén az avasi oldalon nagyobb hőbetáplálási igény jelentkezik. Ezáltal kb. -5 °C külső középhőmérsékletnél hidegebb idő esetén a PTVM 50-es kazán teljes kiterhelése után, helyette már szükség volt az avasi PTVM 100-as kazán beindítására, a növekvő hőigények fedezésére. Ezzel együtt általában a belvárosi oldalon is áttáltunk a 100-as üzemére, de az ottani 50-es kazán általában



csak 50%-ra volt kiterhelve. Az új hőátadó segítségével a belvárosi oldalon a PTVM 50-es kazán is kiterhelhető 90-100%-ra, az így adódó többlet 15-25 MW<sub>th</sub> hőteljesítmény Ávas oldalra történő átadásával kitölthető az avasi PTVM 100-as üzembe vétele, akár -8-9 °C külső középhőmérséklet alatt is. Mivel a 2018/2019-es fűtési szezonban ilyen hideg nem volt, így a PTVM 100-as kazánok üzembe vételére nem volt szükség.

Az átadást követően a hőátadó 318 órát üzemelt, ami megfelel a PTVM 100-as kazánok éves átlagos üzemóráinak. A belvárosi oldalról az avasira 16 290 GJ hőmennyiséget adtunk át a segítségével. Ez átlagosan 14 MW<sub>th</sub> hőteljesítményt jelent.



Az átadást követően a hőátadó 318 órát üzemelt, a belvárosi oldalról az avasira 16 290 GJ hőmennyiséget adtunk át a segítségével. Ez átlagosan 14 MW<sub>th</sub> hőteljesítményt jelent.

Energiahatékonysági szempontból, a hőátadó állomás üzemeltetése mellett a két PTVM 50-es kazán részterhelés helyett nagyobb kihasználtsággal, egyben magasabb hatásfokkal üzemeltethető. Az elmúlt időszakban átadott hő mennyiségéből kiindulva és feltételezve 2%-os hatásfok-növekedést, kijelenthető, hogy ez 12 088 Nm<sup>3</sup> földgáz megtakarítást tett lehetővé, ezáltal pedig (56,1 tonna CO<sub>2</sub>/TJ kibocsátási tényező és 34 Nm<sup>3</sup>/MJ fűtőérték figyelembevételével) összességében 23,06 tonna CO<sub>2</sub>-kibocsátás-csökkenést értünk el. Ez összegszerűsítve is megtakarítást jelent, mivel ennyivel kevesebb CO<sub>2</sub>-kvótát kell társaságunknak vásárolnia. A szén-dioxid jelenlegi tőzsdei áraival kalkulálva (21 EUR/tonna CO<sub>2</sub> EUA-egységár, 320 Ft/EUR-árfolyam) a kibocsátás csökkenéséből adódó megtakarítás 155 e Ft.

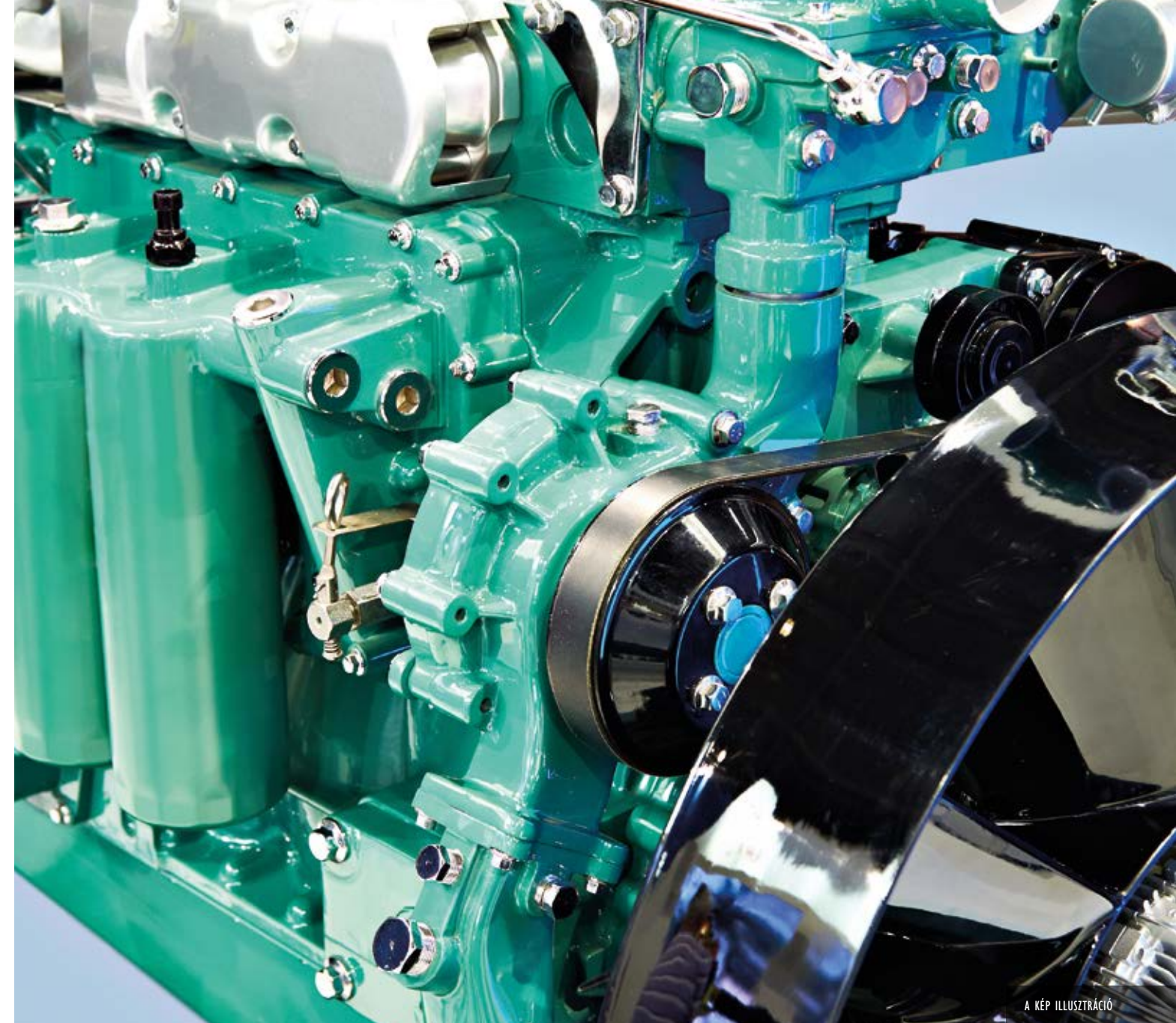
Az üzemeltetéssel a PTVM 100-as kazánok kiváltásán túl a villamosenergia-fogyasztás megtakarítását is elérjük: a két PTVM 100-as kazán üzemé során ~500 kW villamos energiát fogyasztunk a 6 kV-os visszakeverő szivattyúkkal és a segédberendezésekkel, míg a két PTVM 50-es kazán és a 2 × 25 MW<sub>th</sub> hőátadó állomás üzemeltetése összesen legfeljebb ~440 kW villamos teljesítményt igényel (egy hőcserélő oszlopos üzemmel ~320 kW).

A két lehetséges szabályzási megoldás közül a hőfoktartás-alapú hőátadást akkor alkalmaztuk, amikor az avasi oldal – MIHŐ által előírt, kívánt – előremenő hőmérsékletét az avasi PTVM 50-es kazán nélkül a hőátadó állomással állítottuk be, míg a hőteljesítmény-alapú hőátadásra akkor volt szükség, amikor az avasi PTVM 50-es üzem mellett annak hőtermelését segítettük elő. A sokéves átlaghoz képest enyhe tél során általában egy hőcserélő oszlopos üzemvitel megfelelő volt az MVM MIFÚ hőkiadásának biztosítására.

Jelen fűtési szezonban az új hőátadó állomás beváltotta a hozzá fűzött reményeket, és ez alapján tárgyi fűtési szezonban 22 napon segítette a kazánházi berendezések optimális és hatékony üzemeltetését.

### ÖSSZEGZÉS

Az MVM MIFÚ Miskolci Fűtőerőmű Kft. (MVM MIFÚ) a Tatár utcai telephelyén lévő, a '70-es évek közepén létesített PTVM-kazánokból (2 db PTVM 50, 2 db PTVM 100) álló fűtőművéből, majd a 2003-ban létesített Gázmotoros Fűtőerőműből (5 db gázmotor) és a 2007-ben létesített Hold utcai gázturbinás Kombinált Ciklusú Fűtőerőművéből elégíti ki Miskolc város Ávas és Belváros hőközetének távhőigényét kb. 50-50%-os megoszlással. A létesítmények összes beépített hőteljesítménye 408 MW<sub>th</sub>, a beépített villamos teljesítmény 60 MW<sub>e</sub>. A Miskolci Hőszolgáltató Kft. (MIHŐ) MVM MIFÚ-tól vásárolt hőmennyisége az utóbbi években – a geotermikus energia felhasználásának és a panel bérházak hőszigetelésének köszönhetően – jelentősen lecsökkent, így az MVM MIFÚ PTVM 100-as kazánjai jelenleg főként tartalékként funkcionálnak, és a kazánok sokszor párhuzamosan és alacsony terhelésen gyengébb hatásfokkal kell hogy üzemeljenek. Mivel az avasi és a belvárosi melegvíz-rendszer nyomása nem azonos, a hőtermelést mindkét rendszer felé párhuzamosan kell végezni, mindkét kazán működtetésével. Az egyik rendszerből a másikba történő hőátadás csak hőcserélőn keresztül lehetséges. Az 50 MW<sub>th</sub> hőteljesítményű Belváros–Ávas irányú hőátadó állomás beruházásának megvalósításával lehetővé válik, hogy a belvárosi rendszerről is történhessen hőátadás az avasi rendszer felé, eredményezve ezzel a jobb kazánkihasználást, és ezáltal magasabb kazánhatásfokot. A kazánpark felújítását a szigorodó környezetvédelmi kibocsátási határértékek miatt mindenképpen végre kell hajtani. Az új hőátadó állomás segítségével jelentősen növekszik a MIHŐ-vel kötött hosszú távú hőtermelői szerződésben vállalt 170 MW<sub>th</sub> hőteljesítmény rendelkezésre állásának üzembiztonsága, illetve elhalasztható az avasi PTVM 100-as forró vizes kazán 2020-ban esedékessé váló jelentős költségigényű rekonstrukciója.



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

Job Viktor \*

## < NRG FINANCE KFT. ÉS A RÁBA ENERGIASZOLGÁLTATÓ KFT. AZ MVM CSOPORTBAN

\* Job Viktor, ügyvezető, Rába Energiaszolgáltató Kft.



Cikkünkben az MVM Csoporthoz 2016 októberében akvizíció útján került két társaságot, a Rába Energiaszolgáltató Kft.-t (RESZ), és annak többségi (96,67%-os) tulajdonosát, az NRG Finance Kft.-t (NRG) mutatjuk be. A két társaság, különösen a RESZ tevékenysége jelentősen eltér az MVM Csoport többi társaságáétól, ezért érdekes lehet olvasóink számára megismerésük.

RESZ ÉS AZ NRG ALAPÍTÁSÁTÓL AZ MVM CSOPORTBA KERÜLÉSIG

A Rába-csoport többségi állami tulajdonú, a járműiparban, azon belül is a nehézgépjármű-szegmensben tevékenykedő vállalatcsoport. Legnagyobb árbevételű üzletáguk a Győrben folyó futóműgyártás, ezen belül mind a készre szerelt komplett tehergépjármű és speciálisjármű-futóművek, mind a futóműkomponensek, amelyek közül talán a legjelentősebb a kovácsolt mellső tengely gyártása, mely egy folyamatban lévő, több mint 10 milliárd forint összegű fejlesztéssel napjainkban újul meg. Szintén Győrben történik a katonai járművek, valamint speciális járművek (mint pl. tűzoltógépkocsik, rendőrségi teherjárművek) gyártása. Móri és sárvári vidéki

telephelyeik alkatrészgyártásra specializálódtak, ezen belül talán a legjelentősebb a móri gyárban folyó ülés-gyártásuk, amelyet az egyik piacvezető német ülés-gyártóval együttműködve valósítanak meg. A Suzuki-alkatrész beszállítására Esztergomban fenntartanak egy folyamatos üzemű raktárat, hogy a „just-in-time” rendszerben működő beszállítás zavartalan legyen. A Rábáról bővebbet honlapjukon (www.raba.hu) találhatnak az érdeklődők.

A RESZ-t 2002-ben alapította a Rába Járműipari Holding Rt. abból a célból, hogy telephelyeinek energia- és közmuellátását ebbe kiszervezze, majd a RESZ többségi tulajdonának értékesítésével a tevékenységet hosszú távra koncesszióba adja. ez a volt a legnagyobb ilyen jellegű outsourcing projekt,



A GYŐRI KAZÁNHAZ, A 60-AS ÉVEK BEN GYÁRTOTT, DE AZÓTA MÁR TÖBBSZÖR FELÚJÍTOTT HO-KAZÁNOKKAL

mivel a Rába akkoriban 7 telephelyen (3 győri és 4 vidéki) végzett termelő tevékenységet. Nemcsak az energia-szolgáltatást (minden olyan telephelyi szolgáltatást ide kell érteni, ami csövön vagy kábelben keresztül történik), hanem az informatikát és a könyvelést is kiszervezték, és külön meghírdették azt is. Az energetikai koncessziós pályázatot az EETEK Kft. nyerte (mely akkor egy amerikai székhelyű energiahatékonysági beruházásokkal foglalkozó befektetési alap tulajdonában volt), mivel nemcsak megfelelőnek minősített koncessziós díj fizetését, hanem több mint 3 milliárd Ft értékben energiahatékonysági (ESCO), valamint gázmotoros projektek megvalósítását vállalta.

RESZ a Rába telephelyein működő fogyasztók részére az általa működtetett infrastruktúrákon és eszközökön keresztül az alábbi szolgáltatásokat nyújtja:

- villamos energia (továbbadással),
- földgáz (továbbadással),
- hőszolgáltatás,
- ivó-, ipari és hűtővíz-szolgáltatás,
- szennyvíz- és csapadékvíz-elvezetés,
- iparigáz-szolgáltatás (N<sub>2</sub>),
- sűrítettlevegő-szolgáltatás,
- üzemeltetési szolgáltatások (világítások, kovácsüzemi frekvenciaátalakító berendezések).

A vállalt projekteknek a végrehajtása 2003–2005 során megtörtént, főként a legnagyobb telephelyen, Győrben. ESCO-projekt keretében létesült egy, a teljes telephelyet lefedő mérésadatgyűjtő rendszer, amely egyúttal a hőszolgáltatás irányítórendszere is. A fűtési, HMV- és technológiai igényeket ellátó gőzrendszer helyett a kazánok (1. kép), a távvezetékrendszer és a hőközpontok átalakításával 130/70 °C-os forróvíz-rendszer létesült. Korszerű, Cooper Compression gyártmányú (amerikai) 100 Nm<sup>3</sup>/min teljesítményű háromfokozatú turbókompresszor és két Donaldson hűtveszártó lett a sűrítettlevegő-termelés szolgálatába állítva. A vásárolt víz



AZ EGYIK 3 MW TELJESÍTMÉNYŰ JENBACHER GÁZMOTOR

(ivó és ipari) kiváltására két nagy mélységű fúrt kút létesült a hozzá tartozó szűrő- és vastalanító berendezésekkel (akkoriban még éves szinten 600 ezer m<sup>3</sup> volt a vízfelhasználás, azóta ez kevesebb mint a felére esett vissza). A legnagyobb gyártócsarnokban – amely 67 000 m<sup>2</sup>-es – a fénycsöves világítórendszer helyett több mint ezer darab 400 W-os fémhalogén mélysugárzót szereltek fel.

Igen nagy feladatot jelentett 2004-ben 3 darab Wartsila gázmotor telepítése összesen 8,4 MW<sub>e</sub> villamos teljesítménnyel, majd a következő évben egy 2 × 3 MW hűtést jelentő trigenerációval történő kiegészítése, mely a szomszédos telephelyen lévő Audi számára adott 6/12 °C-os technológiai hűtést. A gázmotorokat – az ABB-generátorokat megtartva – 2008-ban Jenbacher gyártmányúakra cserélték le, ezek üzemelnek napjainkban is 2029-ig szóló MEKH-engedéllyel. Az abszorpció

I. TÁBLÁZAT: A GÁZMOTOROK MŰSZAKI PARAMÉTEREI

| Megnevezés                     | Mértékegység     | GE 1            | GE 2            | GE 3            |
|--------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Gázmotorgyártó                 | –                | Jenbacher       | Jenbacher       | Jenbacher       |
| Gázmotortípus                  | –                | JGS 620 GS-N.LC | JGS 616 GS-N.LC | JGS 620 GS-N.LC |
| Generátorgyártó                | –                | ABB             | ABB             | ABB             |
| Generátortípus                 | –                | AMG 630 L4      | AMG 560 L4      | AMG 630 L4      |
| Névleges villamos teljesítmény | MW <sub>e</sub>  | 3,041           | 2,423           | 3,041           |
| Névleges termikus teljesítmény | MW <sub>th</sub> | 3,02            | 2,399           | 3,02            |
| Üzembe helyezés időpontja      | dátum            | 2008. 12. 05.   | 2008. 11. 19.   | 2008. 11. 08.   |
| Tervezett élettartam           | dátum            | 2029. 03. 01.   | 2029. 03. 01.   | 2029. 03. 01.   |





A FAAPRÍTÉKKAZÁN A PORLEVÁLASZTÓ CIKLONNAL ÉS HAMUKIHORDÓ CSIGÁKKAL

hűtőt 2011-ben, a KÁT (kötelező villamosenergia-átvétel a gázmotorokból) megszűnését követően leállították, jelenleg is keresik hasznosítási lehetőségét.

A gázmotorok az MVM Partner szabályzóközpontjának irányítása mellett a MAVIR számára nyújtanak rendszerszintű szolgáltatást.

A vidéki telephelyek közül Sárváron szintén az elavult gőzös fűtési rendszer cseréje történt meg, az irodaépületbe korszerű Buderus meleg vizes kazánok, a gyártócsarnokba pedig földgázüzemű feketén sugárzó és gázos kaloriferek kerültek.

A fosszilis energiahordozók csökkentésére 2007-ben egy 5 MW<sub>th</sub> teljesítményű faaprítékkazánt is beépítettek, amely az épületkorszerűsítések kapcsán lecsökkent hőigény miatt az utóbbi években inkább már csak a leghidegebb időszakokban van üzembe véve, illetve tartalékot képez.

A RESZ többségi tulajdonrésze, az ESCO-eszközök, valamint a gázmotorok és a faaprítékkazán 2016-ban az NRG-be kerültek, amely társaságnak nincsen munkavállalója, könyvelését és feladatait a RESZ látja el a megbízással foglalkoztatott ügyvezető iránymutatásai alapján. Az NRG 1,7 Mrd Ft eszközállománnyal rendelkezik, továbbá az NRG – mint termelői engedélyes – fő tevékenysége a villamosenergia- és hőtermelés, valamint eszközök bérbeadása a RESZ részére.

Már az eddigiekből is látható, hogy a RESZ tevékenysége mennyire szerteágazó, és akkor még nem is emlí-



A 2000-es évek elején ez volt a legnagyobb energetikai jellegű outsourcing projekt.

tettük a legnagyobb volument jelentő villamosenergia-szolgáltatást (2018-ban több mint 120 GWh), amelyhez Győrben egy 120/20 kV-os alállomás és a telephelyeken belül pedig nagyszámú 20/0,4 kV-os transzformátor is tartozik. Végeznek még hűtővízrendszer-üzemeltetést, gondozzák a szennyvíz- és csapadékvíz-elvezető rendszereket, biztosítják az üzemek technológiai földgázellátását.

A RESZ alkalmazotti állománya a korszerűsítések és hatékonyságnövelés eredményeképpen az induláskori 113 főről mára 65 körülire olvadt. A fluktuáció nem jellemző, az utóbbi években többször előfordult, hogy munkatársai több mint 40 év Rábánál töltött év után mentek nyugdíjba.

Sajnos nemcsak a munkatársak, hanem az üzemeltetett berendezések is korosodnak. Nem ritkák a régi EIB-megszakítók, a relés védelmek vagy más, több évtizede szolgáló eszközök, mint pl. a 60-as években gyártott kazánok. Folyamatosak a fejlesztések, de azok jelentős tökélgénye miatt csak kisebb lépésekben tudja őket azok tulajdonosa, a Rába megvalósítani.

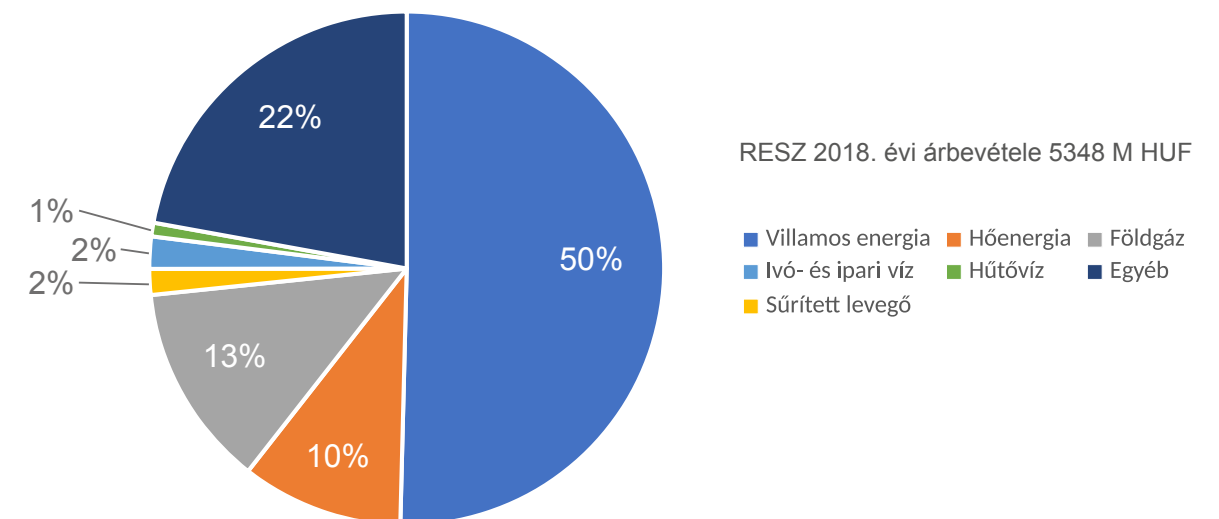
### KÖZELJÖVŐ KIHÍVÁSAI, FELADATAI

A két társaságnál 2017-ben középtávú stratégiát határoztak meg. Ebben szerepel, hogy a 2025-ben lejáró koncessziós szerződést a Rábával megújítsák, és a továbbiakban is ők lássák el az immár 5-re fogyatkozott telephelyet, az ott található közel 50 kisebb-nagyobb fogyasztót. Ennek érdekében megkezdték a tárgyalásokat, dolgoznak olyan fejlesztési javaslatokon, amelyek vonzóvá teszik a hosszabb távú együttműködést a partnerek számára. A Rába felkérésére a 120/20 kV-os alállomásból az egyik kiserőmű csatlakozási pontját a közcélú KÖF-hálózatra helyezik át, ezáltal felszabadítva a második NAF/KÖF-transzformátort, biztosítva ezzel a Rábának a további teljesítménybővülés lehetőségét a fejlődéshez. A munka jelenleg is folyik, és még az első félévben befejezik.

A fentiekről 2017-ben vezetői testületi tájékoztató készült „Az NRG Finance Kft. és a RÁBA Energiaszolgáltató Kft. középtávú stratégiája” tárgyban, amit az MVM Zrt. vezető testülete 11/2017. (VII. 17.) sz. döntésével elfogadott.

### A RESZ ÉS AZ NRG FŐ JELLEMZŐI

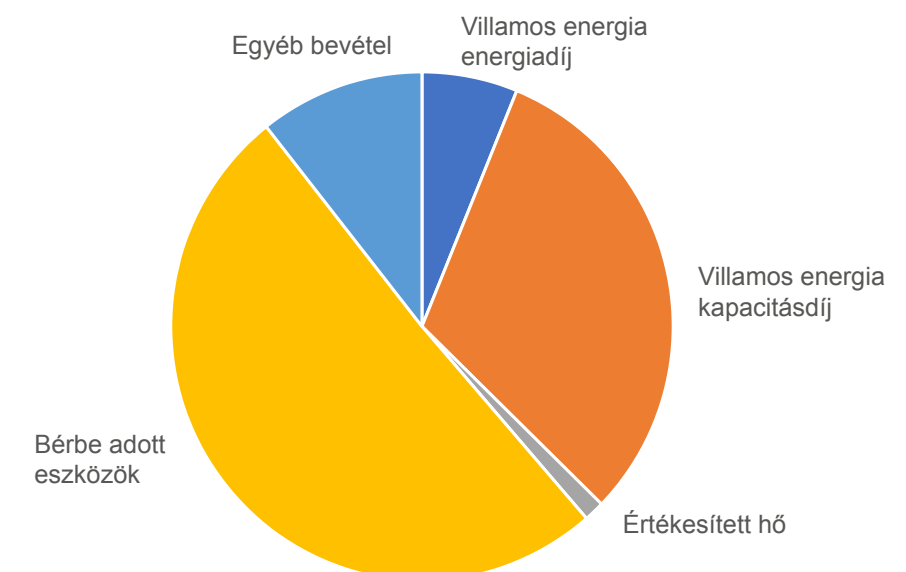
1. ÁBRA: RÁBA ENERGIASZOLGÁLTATÓ KFT. ENERGIA-ÁRBEVÉTELÉNEK MEGOSZTLÁSA 2018-BAN



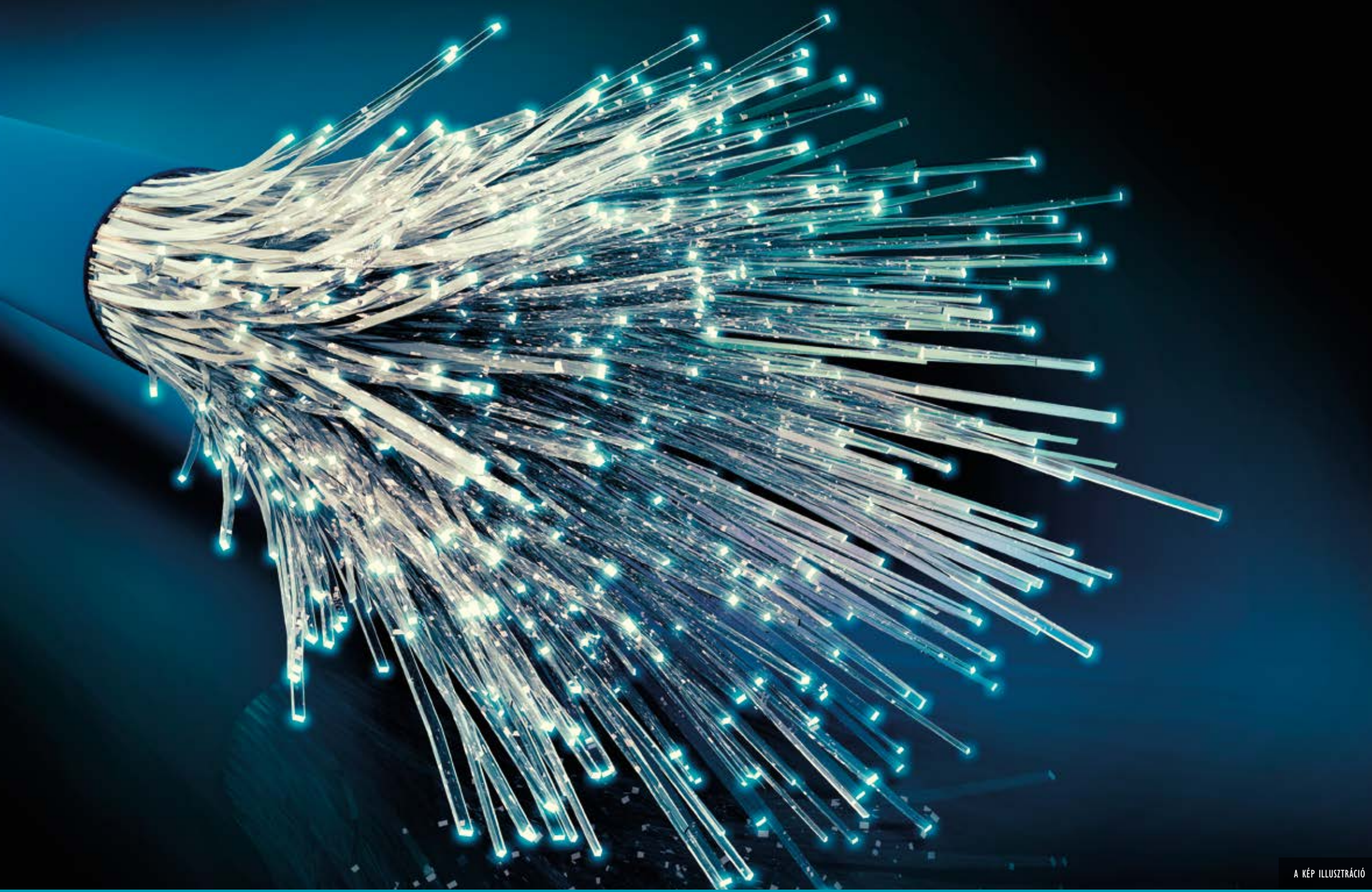
Rába Energiaszolgáltató Kft. energiaforgalma 2018-ban

|                   |            |                |
|-------------------|------------|----------------|
| Villamos energia  | 121 774    | MWh            |
| Hőenergia         | 119 878    | GJ             |
| Földgáz           | 5 885 126  | m <sup>3</sup> |
| Sűrített levegő   | 54 330 959 | m <sup>3</sup> |
| Ivó- és ipari víz | 293 214    | m <sup>3</sup> |
| Hűtővíz           | 4 529 273  | m <sup>3</sup> |

2. ÁBRA: NRG FINANCE KFT. ÁRBEVÉTEL-MEGOSZTLÁSA 2018-BAN (536 M HUF)







A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

MVM NET Zrt. Műszaki Igazgatóság

## < BEMUTATKOZIK AZ MVM NET, AVAGY A VÁLLALAT A CSÚCS- MINŐSÉGŰ HÁLÓZATOK MÖGÖTT

### KEZDETEK

Az utóbbi három évtizedben a távközlési piacon végbement rohamos fejlődést az MVM folyamatos technológiai fejlesztésekkel és innovációval naprakészen követte.

2012-ben az MVM Zrt. – az EU Harmadik Energia-csomagjában ismertetett ITO-modell direktíváinak megfelelően – telekommunikációs eszközvagyonának tulajdon- és fenntartási jogát átruházta leányvállalatára, az MVM NET Zrt.-re, amely mint újonnan alakult MVM-leányvállalat, március 1-jével megkezdte a működését.

Az MVM NET első és legfontosabb feladata az országos kiterjedésű optikai gerinchálózat és az erre épülő Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (MAVIR) rendszerirányítás távközlési igényeit ki-

[65]



Az MVM NET kimagasló megbízhatóságú hálózatán kritikus rendelkezésre állást igénylő távközlési szolgáltatásokat biztosít elsősorban az MVM Csoporton belüli, állami, illetve nagykereskedelmi ügyfelei számára.

szolgáltató, teljesen zárt és redundáns SDH<sup>1</sup>-hálózatok fejlesztése és üzemeltetése volt. Ez napjainkban sincs másképp annak ellenére, hogy a portfólió kiegészült a nem kevésbé kritikus Nemzeti Távközlési Gerinchálózat (NTG) biztosításával is.

Az alapítást megelőzően a 346/2010. (XII. 28.) kormányrendelet a kormányzati célú hírközlési szolgáltatónak a Nemzeti Infokommunikációs Szolgáltató Zrt.-t (NISZ) jelölte ki. A rendeletben meghatározott célok eléréséhez az MVM NET kapta a megbízást a Magyar Telekom által szolgáltatott Elektronikus Kormányzati Gerinchálózatot (EKG) váltó és az állami érdekkörbe kerülő NTG megvalósítására, amit a 2011. november 20-i sikeres áttérhelést követően azóta is az igényeknek megfelelően folyamatosan fejleszt és üzemeltet. A vállalat alapításával egy időben a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Intézet (NIIFI, amely a Kormányzati Informatikai Fejlesztési Ügynökség – KIFÜ – jogelődje) kiszolgálása is megkezdődött a HBONE és a Sulinet összeköttetések piaci szereplőktől történő átvételével. 2014-ben a kormányzat által rögzített Nemzeti Infokommunikációs Stratégia (NIS) irányelvei alapján folytatódott az állami tulajdonú távközlési hálózatok konszolidációja is, aminek megvalósítása az MVM NET feladata. Ennek keretében a vállalat feladatai közé került a gyorsforgalmi utak menti (KÖZÚT) hírközlési hálózat vagyonkezelésére is további állami tulajdonú ügyfeleinek kiszolgálása mellett.

### NAPJAINKBAN

Az MVM NET kimagasló megbízhatóságú hálózatán kritikus rendelkezésre állást igénylő távközlési szolgáltatásokat biztosít elsősorban az MVM Csoporton belüli, állami, illetve nagykereskedelmi ügyfelei számára. A vállalat fejlesztéseivel a Gigabites Magyarország konszolidált alpinfrastruktúrájának kiépítésén dolgozik.

<sup>1</sup> Synchronous Digital Hierarchy



Az MVM NET tevékenysége tehát három alappil-  
léren nyugszik:

- a MAVIR és egyéb iparági távközlési igények kiszol-  
gálása, hozzájárulva ezzel az ellátás- és nukleáris  
biztonság fenntartásához,
- alpinfrastruktúra-szolgáltatóként a Nemzeti Táv-  
közlési Gerinchálózat működtetése, az állami érdek-  
körbe tartozó entitások kommunikációs igényeinek  
kiszolgálása,
- a kihasználatlan kapacitások nagykereskedelmi pia-  
con történő értékesítése.

Az alapítástól eltelt mintegy hét évben a hálózatok  
folyamatosan bővültek, fejlődtek és még megbízhatób-  
bak lettek. Ez nagymértékben köszönhető a kezdetektől  
meglévő és az időközben megszerzett ügyfélkör gyorsu-  
ló ütemben növekvő és egyre komplexebb igényeinek  
valamint – rendelkezésre állás tekintetében – rendkívül  
magas elvárásainak.



A hálózatunkon  
biztosított szolgáltatásokra  
akár 99,9% rendelkezésre  
állást garantálunk.

Az MVM-tagvállalatok mellett az állami szektor te-  
kintetében már nemcsak a NISZ az egyetlen szereplő,  
aki nagyban támaszkodik az MVM NET infrastruktúrára,  
illetve szolgáltatásaira, hanem a Pro-M Zrt., a Kormány-  
zati Informatikai Fejlesztési Ügynökség (KIFÜ), illetve  
az Antenna Hungária Zrt. is.

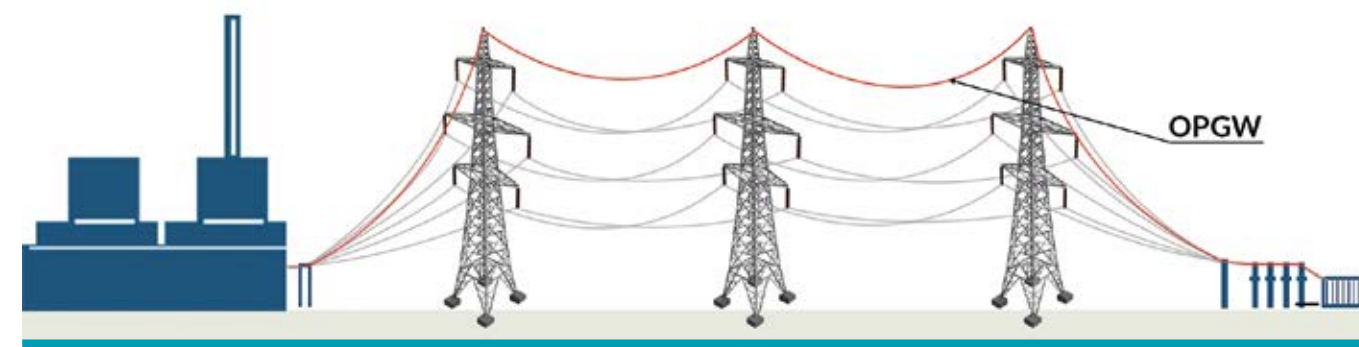
Az üzleti szegmens távközlési szolgáltatói is meg-  
elégedéssel veszik igénybe szolgáltatásainkat, amit bi-  
zonyít, hogy a magyar piac több szereplőjének biztosít  
az MVM NET gerinchálózati – pl. nagyvárosok közötti  
aggregátorgalmak továbbítását biztosító – összekötte-  
téseket. Többek közt ügyfeleink között tudhatjuk a UPC  
Magyarország Kft.-t, a Digi Kft.-t, Tarr Kft.-t, illetve a  
PR-Telecomot is.

### SZOLGÁLTATÁSPORTFÓLIÓ

Az MVM NET szolgáltatásai a klasszikus (OSI-modell)  
távközlési hierarchia LI-L3 rétegbeli igényeit képesek  
kielégíteni maradéktalanul, úgy mint:

- klasszikus pont-pont közötti optikai „sötétszál” biz-  
tosítása,
- transzparens bérlet vonali szolgáltatások (D)WDM  
transzport hálózaton 100 Mbit/s–200 Gbit/s-ig az ipari  
szttenderdeknek megfelelő útvonalvédelmi megoldá-  
sokkal (Ethernet 100 Mbit/s–200 Gbit/s, STM1-64,  
Fiber Channel FCI00-FCI6G, HD-SDI, SD-SDI stb. ),
- virtuális magánhálózatok biztosítása IP/MPLS-háló-  
zat felett n\*64 kbit/s-tól 100 Gbit/s sávszélességig.  
– Ethernet pont-pont, pont-multipont  
– IP VPN  
– EVPN

1. ÁBRA: OPGW-KÁBEL A GRAND VOLTAGE KÁBELGYÁRTÓ ILLUSZTRÁCIÓJÁN<sup>3</sup>



Emellett az MVM NET szolgáltatásportfóliója több  
emelt szintű telekommunikációs szolgáltatást tartalmaz:

- multimédia-jeltranzit,
- szolgáltatói volumetrikus DDoS – túlterheléses tá-  
madás elleni védelem,
- adatközponti szolgáltatások,
- hangszolgáltatások (VoIP–SIP technológiával).  
Vezeték nélküli megoldások LTE 450 MHz-es orszá-  
gos lefedettségű hálózaton keresztül:
- mobil adatkommunikáció „corporate” APN-nel, 4.  
generációs (LTE)-hálózaton.

A hálózatokon biztosított szolgáltatásokra jellemzően  
minimum 99,9%-os, de nem ritkán magasabb (99,9–99,9)  
rendelkezésre állást (SLA<sup>2</sup>) garantálunk, amely kiemel-  
kedő a magyar távközlési piacon.

De mit is jelent ez a gyakorlatban?

99,9%-os SLA esetén egy szolgáltatás maximum 35  
óra elegend ki vagy degradálódhat egy évben. Az NTG-  
szolgáltatásaink esetén a hibaelhárítást 15 percn belül  
meg kell kezdenünk, és 8 órán belül el kell hárítanunk,  
legyen az bárhol az országos hálózatban vagy bármely  
technológiában. Ilyen SLA-val rendelkező szolgáltatása-  
ink száma ezres nagyságrendű.

### HÁLÓZATAINK

#### Az optikai gerinchálózat

Az aktív átviteli hálózatok gerincét a nagy sávszélességet  
biztosító, nagy megbízhatóságú optikai kábelek alkotják.  
Napjainkra a saját tulajdonú hálózatunk nyomvonalhos-  
za több mint 5400 km, amely közel 6300 km optikai  
kábel üzemeltetését jelenti, és megközelítőleg 1000 km  
bérleménnyel egészül ki.

2016. május elsején hatályba lépő módosított 1988.  
évi I. törvény a közúti közlekedésről 32/A §-a kimondja,

hogy az MVM NET Zrt. a közúti hírközlési hálózatok  
passzív elemeinek vagyongazdálkodója, amellyel az üze-  
meltetett optikai hálózat ~1000 km nyomvonallal  
növekedett, és az elkövetkező évek gyorsforgalmi  
útfejlesztéseinek köszönhetően további 400-500 km  
nyomvonallal bővül.

A jelenleg futó hálózatépítési és akvizíciós projek-  
teknek köszönhetően a mostani hálózat megközelítőleg  
a duplájára bővül az elkövetkezendő 3 év folyamán.

Az optikai szálaink jelentős része a villamosenergia-  
átviteli hálózat 220 kV-os, 400 kV-os és 750 kV-os táv-  
vezetékeinek védővezetőjébe integrált optikai kábelek  
(OPGW), amelyek előnye a megbízhatóság, ami az  
elhelyezkedésükből adódik. Az ilyen kábelek sokkal  
kevésbé vannak kitéve optikai kábelvágásoknak, illetve  
illetéktelen hozzáférésnek, azaz eltulajdonításnak. Ebből  
adódóan hasznos élettartamuk során (15-20 év), leszá-  
mítva az extrém időjárási körülményeket, a legnagyobb  
ellenségük az öregedés.

A hálózatban megtalálhatók az egyéb feszültség-  
szinten (120 kV, 20 kV, 0,4 kV stb.) és társszolgáltatói  
oszlopsorokon elhelyezett fémmentes optikai kábelek  
(ADSS), amelyek általában a nagyfeszültségű rendszer-  
ről való leágazásoknál, városi betáplálásoknál jutnak  
szerephez.

Belterületeken a hagyományos alépítményes háló-  
zat kialakítása a jellemző, de fellelhetőek üzemelteté-  
sünkben mikrocöves technológiájával kiépített városi  
hálózatok is.

A hálózati üzembiztonság növelése, az üzemzavar-  
elhárítási idők csökkentése érdekében öt évvel ezelőtt  
automatikus monitorozórendszer telepítése kezdődött.  
Ezen eszközök segítségével ma már folyamatos a fel-  
ügyelet a gerinchálózat közel 90%-án.

3 [https://grandvoltage.ro/en/smartblog/17\\_Newsletter---OPGW-Optical-Ground-Wire-Cable.html](https://grandvoltage.ro/en/smartblog/17_Newsletter---OPGW-Optical-Ground-Wire-Cable.html)

2 Service Level Agreement



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ



2. ÁBRA: AZ MVM NET ZRT. OPTIKAI GERINHÁLÓZATA A BÉRLEMÉNYEK NÉLKÜL



Országosan 23 mérőegység segítségével 168 különböző optikai irányt monitorozunk 24/7 időtartamban. Jelenleg közel 8900 kilométer szálhosszban monitorozzuk a hálózat gerinc- és felhordóhálózati összeköttetéseit, valamint számos kiemelt végpont optikai szintű elérését. A leghosszabb monitorozott szál 142 km.

Ha a rendszer az eredeti referenciaméréstől bármilyen eltérést észlel, úgymint szakadás vagy csillapítás-növekedés, akkor azt rögzíti, és a beállított kommuni-

kációs csatornáin keresztül elküldi a hálózatfelügyeleti menedzsmentrendszer felé. A NOC<sup>4</sup> így azonnal értesül a kábelhibákról, amely riasztások akár összefüggésbe hozhatók más, a felügyeletbe beérkezett aktív eszközzel kapcsolatos riasztásokkal. A rendszer automatikusan riportjelentést küld a felelős szakterületek felé.

4 Network Operations Center

Egy optikai hiba esetén a mérnökök azonnali információhoz jutnak a hiba jellegét és helyét (méterpontos-sággal) illetően, aminek köszönhetően a hibabehatárolási idő, következésképp a hibaelhárítási idő drasztikusan lecsökkent a monitorozott szakaszok esetében. (A mérnököknek nem kell a végpontokra sietni, és onnan manuálisan megmérni a szálakat.)

A rendszer bevezetése óta eltelt 5 év során közel 150 magas prioritású optikai hiba detektálása és beha-



A passzív optikai hálózat kulcsfontosságú szakaszait monitorozzuk, ezáltal a hibaelhárítási időket minimalizáltuk.

tárolása történt meg, ezen felül számos esetben nyílt lehetőségünk hibamegelőzésre is, amikor az optikai szál paramétereinek leromlásáról időben tudomást szerezve még a szolgáltatások megszakadása előtt elhárítható volt a probléma.

A távfelügyelt monitorozóegységek száma folyamatosan bővül az üzemeltetett hálózat növekedésével párhuzamosan. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a hatékony hálózatmonitorozás rendkívüli mértékben hozzájárul az elvárt magas rendelkezésre állás biztosításához, amit az egyre bővülő kormányzati és technológiai szolgáltatások megkövetelnek.

#### (D)WDM-hálózat

WDM<sup>5</sup>, azaz a hullámhosszosztásos multiplexálás egy olyan speciális kommunikációs távközlési technika, amely alkalmazásával képesek lehetünk heterogén, de többnyire LAN- (Ethernet), SAN- (Fiber Channel, Ficon), SDH- (STMI-64) hálózati adatátviteli összeköttetéseket – akár 88 db vagy több – létrehozni egyetlen optikai szálpáron egymás mellett különböző hullámhosszon. A technológia használatával optikai szálkapacitást takaríthatunk meg, illetve egyúttal adatátviteli kapacitást többszörözhetünk.

Az MVM NET kiterjedt, országos WDM-hálózattal rendelkezik, amely lefedi valamennyi megyeszékhelyet, a legtöbb nagyvárost több mint 100 helyszínen, megközelítőleg 150 berendezéssel. Az eszközpark homogén felépítésű, Nokia I830 PSS gyártmányú berendezésekből épül fel.

Ez a hálózat biztosítja többek közt a Nemzeti Távközlési Gerinchálózat (NTG), valamint a KIFÜ (Korábban NIIF<sup>6</sup>) egyetemeit/főiskoláit ellátó routerek trónköszeköttetéseit, amelyek átviteli kapacitása jellemzően 10, illetve 20 Gb/s, de nem ritkák a 40 Gb/s-os, illetve 100 Gb/s összeköttetések sem. Ezen a hálózaton való-sul meg több hazai, illetve nemzetközi piaci távközlési

5 Wavelength division multiplexing

6 Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Intézet



szolgáltató aggregátforgalmának továbbítása is, amelyek kiszolgálása szintén minimum 10 Gb/s-os összeköttetésekkel valósul meg többnyire útvonalvédett megoldással.

Nagy kapacitású és gyors átviteli tulajdonságai miatt a hálózat kiválóan alkalmas az egyre inkább elterjedően lévő georedundáns adatközpontok közti összeköttetések megvalósítására, melyet már a MAVIR is sikerrel alkalmaz az MVM NET WDM-összeköttetéseit kihasználva. (Fiber Channel)

A hálózaton nyújtott szolgáltatások száma jelentősen meghaladja a 600 darabot, amelyek garantált éves rendelkezésre állása nem kevesebb mint 99,7%. A nyújtott szolgáltatások típusa a legtöbb esetben Ethernet (10G), Fiber Channel, illetve különböző SDH-keretkezések (STM1,4,16,64). A hálózat képes más gyártó eszközeivel előállított DWDM-jelet is továbbítani, ez az ún. „alien lambda” szolgáltatás.

A jelenleg futó hálózatfejlesztési projekteknek köszönhetően megközelítőleg 20 új helyszín bekapcsolásával bővül a hálózat az elkövetkezendő 2 év során.

### SDH-hálózatok

Az MVM NET elsődleges feladata a MAVIR távközlési igényeinek maradéktalan kiszolgálása, amely szolgáltatások megvalósítását egy országos kiterjedésű optikai gerinchálózat és az arra épülő két egymástól független zárt és gyűrűvédeett NG (Next Generation) SDH-hálózat, valamint a rájuk csatlakozó PDH-hálózat biztosítja több mint 100 helyszínen. A hálózatok, illetve azok elődjeinek indulása a kilencvenes évek közepére tekint vissza. Az évek során a rendszerek folyamatosan bővültek és cserélődtek.

Jelenleg a hálózatok Ciena gyártmányú, OME-6XXX NG SDH-berendezéscsaládból épülnek fel. Az eszközök által biztosított kapacitások az EI/2 Mbit/s-os sávzélességtől az STM-128-asig (40 Gbit/s) építhetők ki. Az optikai alaphálózatból adódóan mindkét hálózat esetén az egyes csomópontok – néhány kivételtől eltekintve – minimum két, de nem ritkán 4 (extrém esetben 12) fizikai iránnyal rendelkeznek, aminek köszönhetően szövevényes („mesh”) hálózaton (több)gyűrűs topológia valósult meg. Az aggregátirányok STM 1-4-16-64 kapacitásúak.

A hálózatokon megvalósított szolgáltatások kivétel nélkül útvonal- vagy hálózati szintű védelemmel ellátottak.

A szolgáltatások többek közt az alábbi rendszerek igényeit elégítik ki:

- távvezeték-védelem másodlagos útvonalak,
- telefonalközponti összeköttetések,
- fázisszögmérés,
- fogyasztásmérés,
- elszámolásmérés,
- vagyonvédelem,



## Idén induló munkáink közül kiemelkedő fontosságú a MAVIR hálózat-rekonstrukciós projekt.

- RTU- és Modbus-kapcsolatok,
- EIHI-router-kapcsolatok,
- stb.

Az MVM NET projektjei közül kiemelkedő fontosságú az idén induló MAVIR hálózat-rekonstrukciós projekt. Az MVM NET a munka során mindkét SDH-hálózatot WDM-technológiájú hálózatra cseréli a hosszú távú rendelkezésre állást, megbízhatóságot, innovációt és a MAVIR mindenkori távközlési igényeinek maradéktalan kiszolgálását szem előtt tartva.

### IP/MPLS<sup>7</sup>-hálózat

Az MVM NET 2011-ben kezdte építeni az IP/MPLS-technológiára épülő gerinchálózatát zöld mezős beruházás keretében a már meglévő Ericsson gyártmányú IP/MPLS-eszközeinek kiváltása céljából. Mivel a tervezésben nem kellett idomulni a meglévő hálózati infrastruktúrához, olyan új műszaki megoldások bevezetésére is lehetőség nyílt, amelyek Magyarországon egyedülállóak. Ilyen úttörőnek számító újítás például a végponttól végpontig húzódó „seamless MPLS” hálózati architektúra vagy IP/MPLS-alapú TDM-szolgáltatások implementálása PTP-protokoll segítségével.

Az MVM NET eszközparkja homogén kialakítású, Juniper gyártmányú routerekből áll. A gerinchálózat eszközei szövevényes hálózatot képeznek a magyarországi nagyvárosok között, és kivétel nélkül redundáns kialakításúak. Az aggregációs szint eszközparkja „temperature hardened” felépítésű, ami nagyban segíti az eszközök nem géptermi körülmények között történő költséghatékony üzemeltetését. Az MVM NET által használt végponti eszközök olyan szolgáltatáskészlettel rendelkeznek, amelyek lehetővé teszik a végponttól végpontig történő egységes MPLS adminisztrációs domain kialakítását. A vállalat jelenleg több mint 3000 darab MPLS-képes eszközt üzemeltet egy hálózatba szervezve az ország teljes területén és annak határain túl.

7 Multiprotocol Label Switching

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

Az MVM NET IP/MPLS-plafonon nyújtott szolgáltatásai a biztonsági szempontból VRF<sup>8</sup>-ekbe szervezve léteznek az aggregációs vagy végponti eszközökön. További biztonsági megfontolásból az NTG- és nagykereskedelmi, illetve iparági szolgáltatásokat nyújtó PE<sup>9</sup>-routerek egy szolgáltatáscsoporthoz vannak hozzárendelve, az aggregációs eszközökben nem keveredhetnek az NTG-, nagykereskedelmi és iparági szolgáltatások.

Az IP/MPLS-hálózaton nyújtott szolgáltatások skálája sokszínű. Ethernet-alapú bérelt vonalak mellett TDM<sup>10</sup>-szolgáltatások biztosítása is megoldott az MPLS-hálózat felett. A szolgáltatások jelentős része L2VPN<sup>11</sup>, L3VPN<sup>12</sup> vagy EI pseudowire vagy VPLS<sup>13</sup>. Továbbá megtalálhatóak a portfólióban az IPTV-tranzit, IP-alapú hang, illetve ADSL-szolgáltatások is. Emellett az MVM NET Internet szolgáltató ügyfelei között több hazai nagyvállalat is megtalálható. Magyarországon elsőként alakított ki 100 Gb/s kapcsolatot a Budapesti Internet Cserélő (BIX) felé, illetve először vált BIX-viszonteladóvá a magyarországi internetszolgáltatók közül.

8 Virtual Routing and Forwarding

9 Provider edge

10 Time division multiplexing

11 Layer 2 Virtual private Network

12 Layer 3 Virtual private Network

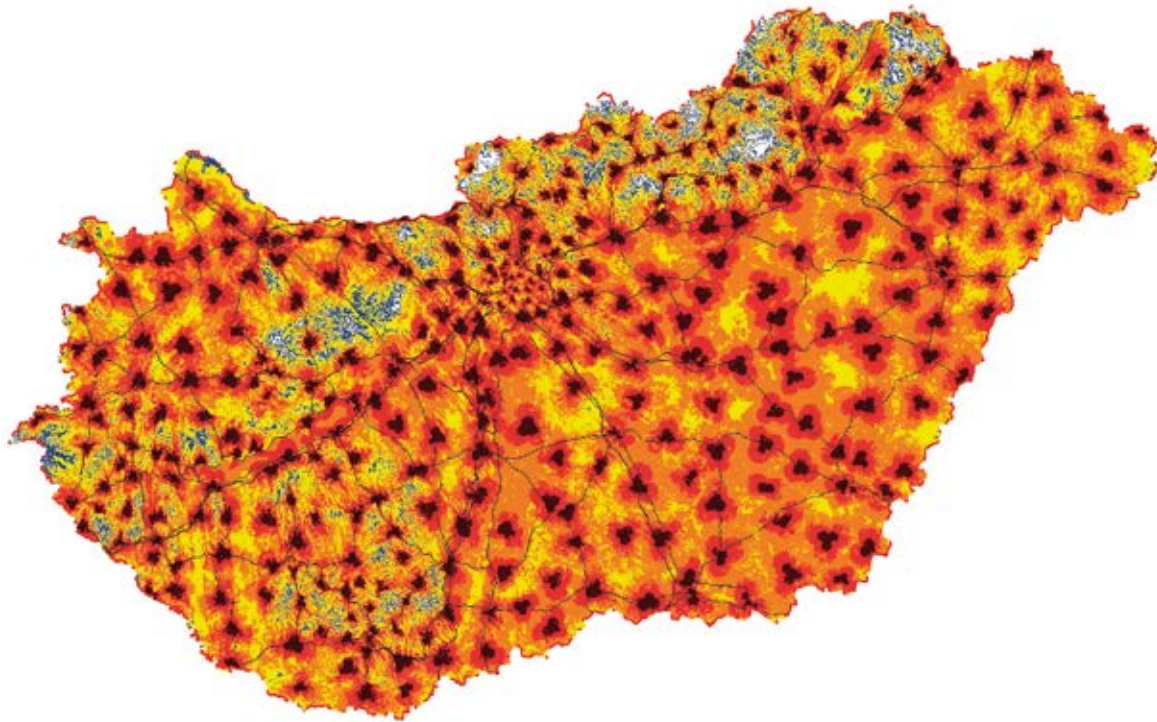
13 Virtual Private LAN Service

Az MVM NET az állami-kormányzati szektor legnagyobb távközlési beszállítója. Jellemzően az MVM NET hálózata ad otthont sok kritikus kormányzati szolgáltatásnak, mint például a NTG-szolgáltatáscsomag, a Pro-M TETRA hálózata DXT-DXT-, illetve DXT-DWS-összeköttetéseinek a szintén kiemelt rendelkezésre állást igénylő a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt. (NUSZ) útdíjellenőrző kapuk és adatközponti kapcsolatainak. Az e-Útdíj (HU-GO) projektben a MVM NET komplex megoldás tervezését és kivitelezését vállalta, ami a hagyományos bérelt vonali szolgáltatás típusok mellett, mobil APN és műholdas megoldásokat is felvonultat oly módon, hogy az ügyfél egy szolgáltatáscsomagban az MVM NET-től kap minden távközlési kapcsolatot. Az MVM NET több állami informatikai rendszer működéséhez biztosít távközlési szolgáltatásokat a HU-GO rendszer mellett. A teljesség igénye nélkül:

- Elektronikus Közúti Áruforgalom Ellenőrző Rendszer (EKÁER),
  - Komplex Közlekedési Ellenőrző Pont (KKEP),
  - Nemzeti Tengelysúlymérő Rendszer (TSM),
  - Nemzeti Mobilfizetési Rendszer (NMFR),
  - Nemzeti Elektronikus Jegyrendszer Platform (NEJP).
- Kijelenthető tehát, hogy az MVM NET által birtokolt távközlési infrastruktúra az e-közigazgatás mellett az állami működés alappillére lett.



3. ÁBRA: LTE 450 ORSZÁGOS LEFEDETTSÉGI TÉRKÉP



### LTE 450 MHz hálózat

Az MVM NET 2014-ben döntött egy országos területi lefedettségű, 99,9% rendelkezésre állású LTE-hálózat megépítéséről. Az éles üzem 2016-ban sikeresen elindult, a bekapcsolt 354 darab bázisállomással elértük az országos 96%-os területi lefedettséget.

Országos lefedettségű mobilhálózatunk tervezése során arra törekedtünk, hogy szolgáltatásunk a lakott területeken kívül is megfelelő kapacitásokkal rendelkezzen. A frekvenciahasználati szerződésnek megfelelően, az ország területének legalább 95%-án szükséges elérhetővé tennünk minimum 512 Kb/s feltöltési sebességet úgy, hogy a rendelkezésre állás értéke meghaladja a 99,9%-ot.

Az így kiépült mobilhálózat elsődleges célja kis adatmennyiségek nagy darabszámban történő ütemezett küldése/fogadása olyan környezetben, ahol nem kivitelezhető (mozgó végpont vagy infrastrukturálisan elváratlan terület) vezetékes távközlési szolgáltatás, vagy az alkalmazási terület biztonságos, magas rendelkezésre állású mobil adatkommunikációt követel meg.

Fontos kiemelni, hogy a hálózat a rendelkezésre álló képességeivel, kapacitásaival egyaránt alkalmas olyan szélesebb sávú adatátviteli igények hatékony kiszolgálására, mint az internetelés, bérelt vonalat, V-SAT-technológiát helyettesítő megoldások, továbbá videoátvitel.

Jelenleg főként zárt, kormányzati szervezetek és állami tulajdonban lévő vállalatok adatforgalmi igényeinek kielégítésére használjuk a következő területeken:

- smart metering, smart grid igények kiszolgálása,
- nagyvárosi közlekedéstájékoztató eszközök, parkolási rendszerek, Smart City projektek,
- jegykezelés, járműkövetés, egyéb technológiai adatátviteli szolgáltatás a tömegközlekedésben,
- gépjárműflották adatkommunikációs igényei,
- biztonságtechnikai célú adatátvitel, videomegfigyelési rendszerek képeinek továbbítása,
- távmenedzsment, telemetria,
- webes vagy belső hálózaton elérhető alkalmazások futtatása,
- készenléti szerverek mobil adatátviteli igényei.

Sikeresen mutattunk be csoportkommunikációs megoldásokat is, amelyek segítségével korszerű, integrált mobil eszközökkel helyettesíthetőek az iparágban jelenleg analóg URH-beszédcélú hálózatok.

Az LTE 450 hálózat legfontosabb, a piaci mobilszolgáltatásokon túlmutató képessége a forgalom prioritizálása. A felhasználók számára több rendelkezésre állási szintet és garantált sávszélességet tartalmazó csomagot hoztunk létre. A hálózatban adott területen aktuálisan elérhető erőforrások minden esetben a magasabb

prioritási osztályba sorolt előfizetők számára válnak hozzáférhetővé.

A PCRF (Policy of Charging and Rules Function) segítségével az MVM NET a vezetékes hálózataiban megszokott magas minőséget és rendelkezésre állást tudja garantálni vezetékes nélküli technológián is az előfizetői részére.

### MVM NET – A JÖVŐ MEGOLDÁSAIVAL DOLGOZUNK

Mára megkérdőjelezhetetlenné vált, hogy az MVM NET széles körű tapasztalattal rendelkezik országos lefedettségű, csúcsmínőségű távközlési hálózatok építésében, üzemeltetésében és fejlesztésben. A vállalat a világ élvonalához tartozó technológiával, az európai kontinensen elsők között valósította meg a hazai LTE 450 mobil adathálózat kiépítését. Az MVM Csoport távközlési tagvállalatának szakmai tudása és innovatív megoldásokra való nyitottsága nagymértékben hozzájárulhat az 5G-fejlesztések sikeréhez is.

Az 5G-fejlesztések fontos kiindulópontja volt, amikor az MVM NET részvételével megalakult az 5G-koalíció. A széles körű összefogás célja, hogy Magyarország az 5G-fejlesztések egyik európai központjává váljon és régiós vezető szerepet töltsön be az 5G-re épülő alkalmazások tesztelésében. Az alapítók között multinacionális

cégek, hazai vállalkozások, az egyetemi és akadémiai szféra, szakmai szervezetek, kamarák, minisztériumok és kormányzati intézmények egyaránt szerepelnek.

Az 5G-mobilszolgáltatás szinte korlátlan sávszélességet tud majd biztosítani – megteremtve ezzel a nagy adatátvitelt igénylő fejlesztések – így többek között a vezető nélküli és összekapcsolt járművek, a távdiagnosztika és távműtétek, a smart city fejlesztések – infrastrukturális hátterét. A gyors technológiai fejlődés lehetővé teszi hazánk számára is, hogy egy-egy jól megválasztott területen ugrásszerű fejlődést elérve az élvonalba kerüljünk. A célunk, hogy Magyarország azon országok sorába tartozzon, ahol a világon elsőként valósul meg az 5G-technológia bevezetése.



Az 5G fejlesztések fontos kiindulópontja volt, amikor az MVM NET részvételével megalakult az 5G koalíció.

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ







A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

Dr. Fazekas András István \*

# < A VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÁS FORRÁSOLDALI MEGBÍZHATÓSÁGA SZÁMÍTÁSÁNAK ÚJ ELVEI

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

## 1. A CIKK TÁRGYA, CÉLKITÜZÉSE

Jelen cikk alapvetően az Európai Bizottság Energiaügyi Főigazgatósága (European Commission Directorate-General for Energy) által kiadott „Identification of Appropriate Generation and System Adequacy Standards for the Internal Electricity Market”<sup>1</sup> című tanulmányban foglaltak ismertetését tekinti céljának.

Röviden összefoglalva, az említett tanulmány azoknak a számítási eljárásoknak a meghatározását, rögzítését tekintette céljának, amelynek alapján az erőműrendszer-ről és a hálózatról eldönthető, hogy alkalmas-e adott (rögzített) szintű biztonsággal kielégíteni (rövid és hosszú távon) a rendszerszintű villamosenergia-igényeket.

A kérdés nagy horderejű, ugyanis mindig is társadalmi vita tárgyát képezte (és képezi ma is és a jövőben is),

1 Identification of Appropriate Generation and System Adequacy Standards for the Internal Electricity Market. European Commission, Directorate-General for Energy, Directorate B, Internal Energy Market, Unit B2., B-1049 Brussels

.....[75]

hogy milyen technológiai kiépítettség szükséges a megfelelő szintű villamosenergia-ellátás folyamatos biztosításához. A villamosenergia-ellátás területén működő, az infrastruktúrát üzemeltető gazdasági vállalkozások (erőművek, az átviteli hálózat üzemeltetője, a hálózat-üzemeltetők) értelemszerűen abban érdekeltek, hogy a technológiai kiépítettséget a lehetséges legmagasabb szinten biztosítsák, és a felmerülő költségeiket a szabályozhatósággal elismertessék. Magától értetődően a szabályozhatóságok és a fogyasztók, ennek az ellenkezőjében, vagyis abban érdekeltek, hogy a hatalmas költségvonzatú technológiai kiépítettség (azonos megbízhatóságú villamosenergia-ellátás esetén) a lehetőség szerinti legalacsonyabb szinten valósuljon meg. Hiszen a villamosenergia-rendszerek esetében (minden országban) nagyon nagy értékű és drága üzemű állóeszköztárgyonról van szó. Példaképpen hazánkban a privatizációt megelőzően az MVMT állóeszköztárgya a MÁV és az OKGT állóeszköztárgya mellett az egyik legnagyobb volt az országban. Nem mindegy tehát, hogy miképpen kerül meghatározásra az, hogy milyen technológiai kiépítettséggel kell biztosítani az adott megbízhatósági szintű villamosenergia-ellátást.

Az Európai Bizottság Energiaügyi Főigazgatósága által kidolgozott tanulmány rendkívüli fontosságát az adja, hogy egészen a közelmúltig nem voltak egységesen rögzített számítási eljárások példaképpen annak a kérdésnek a megválaszolására, hogy mekkora beépített erőművi kapacitás szükséges adott időszakban a villamosenergia-igények (rögzített minőségi követelmények és megbízhatóság) melletti kielégítésére. Közismert, hogy állandó politikai és társadalmi viták tárgyát képezte (és képezi a jelenben és a jövőben is) az a kérdés, hogy mennyi új erőművi kapacításra van szükség (és főleg milyen villamosenergia-termelési technológiákra van szükség) egy adott időszakban az igények biztonságos kielégítéséhez. Vagyis, hogy mennyi új erőművet, és milyen új erőműveket építsünk? Hasonló, bár a különböző politikai



A kérdés nagy horderejű, ugyanis mindig is társadalmi vita tárgyát képezte, hogy milyen technológiai kiépítettség szükséges a megfelelő szintű villamosenergia-ellátás folyamatos biztosításához.



erők és a közvélemény számára már sokkal kevésbé érthető, átlátható és követhető viták folytak (és folynak) a hálózatfejlesztés vonatkozásában is. A hivatkozott tanulmány ezeknek az igen nagy horderejű kérdéseknek a megválaszolását sokkal egzaktabbá, mindenki által egyértelműen követhetővé, átláthatóvá teszi azáltal, hogy egységesen rögzíti ezen kérdések megválaszolásának hogyanját, méghozzá olyan módon, hogy megadja azokat a számítási eljárásokat, amelyekkel egzaktszerűen reprodukálható módon, korszerű elméleti alapokra építve meghatározható a villamosenergia-rendszer szükséges technológiai kiépítettsége.

A témafelvetésnek továbbá az ad aktualitást, hogy az elmúlt évben lezárult egy közel tízéves folyamat, aminek keretében az EU 3. Energiacsomagban tervbe vett eredetileg tíz, a későbbi összevonások után nyolc üzemi és kereskedelmi szabályzat, illetve iránymutatás (network code és guideline) kidolgozása és komitológiai eljárása befejeződött. A rendkívül széles tárgyterületet felölelő szabályozás sok vonatkozásban hozott a korábbiakhoz képest teljesen új elemeket, és számos vonatkozásban változásokat eszközölt a korábbi szabályozáshoz képest. Az egyik igen jelentős változás a korábbi szabályozáshoz képest a rendszerszintű frekvencia- és teljesítményszabályozás területén a szabályozási célú tartalékkapacitások besorolási rendszerének, nomenklatúrájának megváltoztatása.<sup>2</sup> E változásokkal szoros összefüggésben kidolgoztak egy új fogalmi rendszert és számítási eljárást a megfelelőség meghatározására vonatkozóan, mind a termelési alrendszer, mind a hálózat esetében.<sup>3</sup>

A tanulmány teljes tartalmának, az abban foglaltak elméleti háttérének az ismertetése messze meghaladná egy cikk terjedelmét. Első lépésben a jelen cikk a tanulmányban tárgyalt kérdések közül két témakör elméleti háttérének bemutatására vállalkozik, nevezetesen

- a megfelelőség (adequacy), valamint
- a megbízhatóság (reliability) fogalmának az értelmezésére.

A két fogalom tartalmát jelen cikk a villamosenergia-rendszerek termelési alrendszerének, azaz az erőműrendszernek a vonatkozásában elemzi. Ezt azért fontos hangsúlyozni, mert értelmezett a megfelelőség és a megbízhatóság fogalma a villamosenergia-rendszer hálózati alrendszereinek és a rendszer egészének vonatkozásában is. A számítási módszerek azonban lényegükben kü-

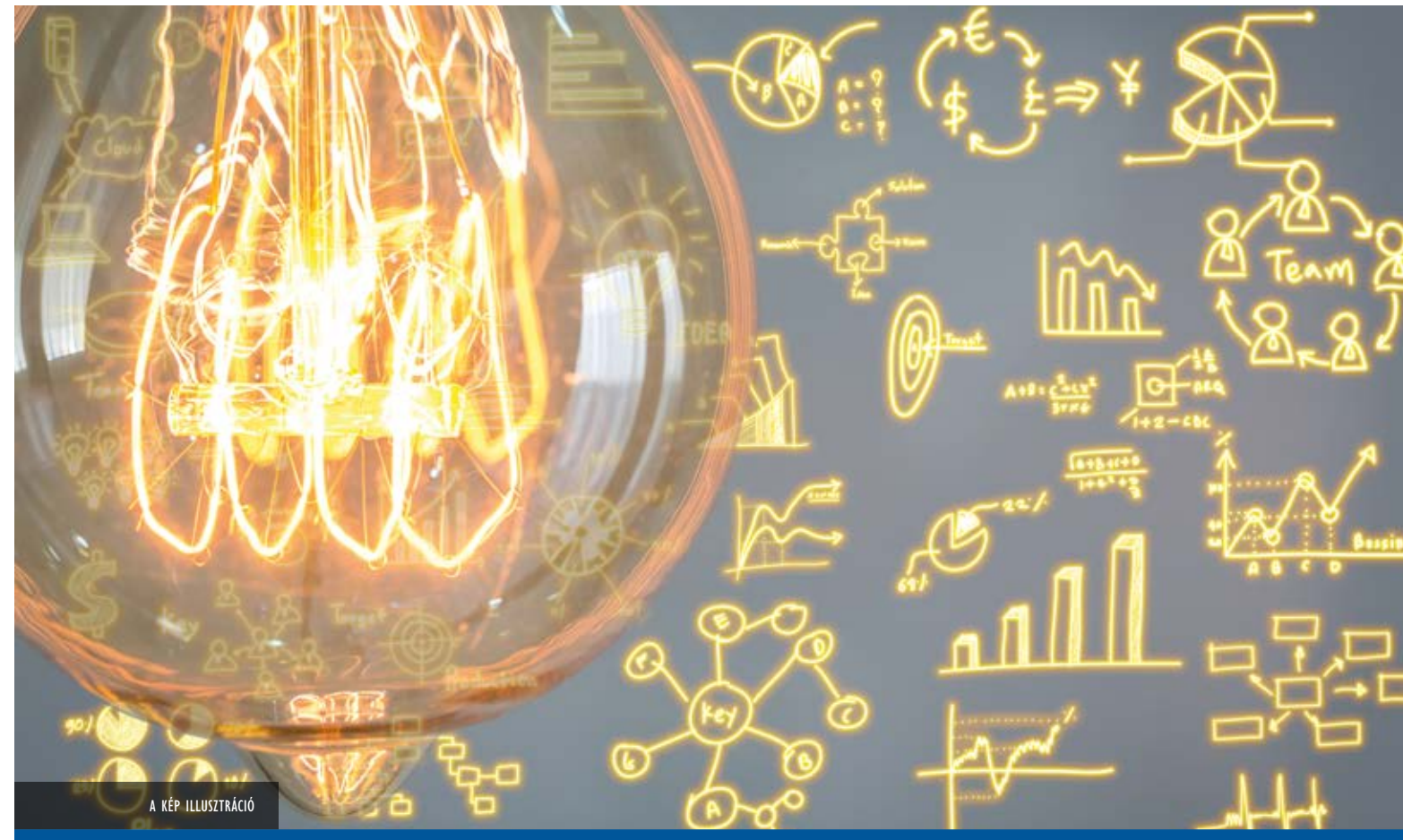
lönözöek a különböző alrendszerek esetében. A megfelelőség fogalmát a termelési alrendszer esetében a „termelési megfelelőség”-nek (Generation Adequacy), míg a megbízhatóság fogalmát a „villamosenergia-termelés rendszerszintű megbízhatósága”-nak (Reliability of Power Generation) nevezik.

## 2. A VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÁS BIZTONSÁGA AZ EURÓPAI UNIÓ ENERGIAPOLITIKÁJÁBAN

A versenyképesség és a fenntartathatóság mellett a villamosenergia-ellátás biztonsága az Európai Unió (EU) energiapolitikájának egyik sarkalatos alapkövetelménye. Az első két alapkövetelmény gyakorlatban történő megvalósítása és annak hogyanja folyamatosan a politika, a közvéleményt formáló média érdeklődésének homlokterében van. Sokkal kevesebb szó esik azonban a villamosenergia-ellátás megbízhatóságával összefüggő kérdésekről. Az energiaellátás megbízhatósága a villamosenergia-ellátás esetében egészen másképpen vetődik fel, mint más energiaellátás (például üzemanyag-ellátás) esetében, tekintettel arra, hogy a villamos energia ipari méretekben nem tárolható. A modern társadalmakban az energiaellátás, és ezen belül elsősorban a villamosenergia-ellátás megbízhatósága központi jelentőségű kérdés. Nem szorul bizonyításra, hogy megbízható villamosenergia-ellátás nélkül pillanatok alatt megbénul a modern társadalmak élete.

## 3. A FOGALMAK KVALITATÍV ÉRTELMEZÉSE

A villamosenergia-ellátás akkor tekinthető megbízhatónak, ha a fogyasztók részére az adott vételezési ponton a kívánt feszültség szinten, rögzített minőségben folyamatosan rendelkezésre áll a kívánt teljesítményű villamos energia. Nem szorul magyarázatra, hogy technikai rendszerek esetében mind a villamos energia minőségi jellemzői, mind az időbeli rendelkezésre állása csak bizonyos (rögzített) tűréshatárokon belül biztosítható. Példaképpen a szolgáltatott villamos energia két legfontosabb minőségi jellemzője, a frekvenciája és feszültsége csak adott tűréstartományon belül biztosítható. Ugyanígy áll a dolog a villamos energia időbeli rendelkezésre állásával kapcsolatban is. A gyakorlatban csak nagyon drága infrastruktúrával lenne lehetséges annak biztosítása, hogy egy adott vételezési ponton a villamos energia adott vonatkoztatási időtartamon belül száz százalékos biztonsággal rendelkezésre álljon. Persze vannak olyan fogyasztók (kórházak, speciális technológiájú ipari fogyasztók stb.), amelyek esetében ez biztosított, de ezekben az esetekben a száz százalékos ellátási biztonságot csak az átlagos költségeket meghaladó költségszinten lehet realizálni.



A tanulmány a villamosenergia-ellátás esetében három fogalmat használ az ellátás megbízhatóságával kapcsolatban. A megbízhatóság (reliability), a megfelelőség (adequacy) és a biztonság (security) fogalmát. A három fogalom szorosan összefüggő, ugyanakkor a megbízhatóság más és más oldalát kiemelő fogalom. A tanulmány azt mondja, hogy a megbízhatóságnak két különböző vetülete van, nevezetesen a biztonság és a megfelelőség. Hogyan értendő ez? A megbízhatóság (reliability) fogalma alatt (kvalitatív) értelmezésben azt kell érteni, ami már az előzőekben rögzítésre került, vagyis hogy a villamos energia adott vételezési ponton, adott teljesítménnyel időben folyamatosan rendelkezésre áll (adott, rögzített tűréshatáron belül). A megfelelőség (adequacy) esetében is pontosan ugyanerről van szó, a hangsúly ebben az esetben azonban azon van, hogy a rendszer több évre előreemenően is képes az igények megbízható kielégítésére. A biztonság fogalma azt emeli ki, hogy a rendszer rövid távon képes a megfelelő szintű (megbízhatóságú) villamosenergia-ellátás biztosítására. Felvetődik a kérdés, hogy mi tehát a lényegi különbség a három fogalom között? A különbség mibenléte az alábbi egyszerű példával világítható meg. Tételezzük fel, hogy



A tanulmány a villamosenergia-ellátás esetében három fogalmat használ az ellátás megbízhatóságával kapcsolatban.

A megbízhatóság (reliability), a megfelelőség (adequacy) és a biztonság (security) fogalmát.

egy adott villamosenergia-rendszer (erőműrendszer + átviteli hálózati alrendszer + elosztó hálózati alrendszer) pillanatnyi kiépítettségében képes az igények megfelelő megbízhatóságú kielégítésére. De (tétélezzük fel) az igények olyan gyorsan nőnek az elkövetkező két évben, hogy az igénynövekedés miatt a meglévő erőművi kapacitás vagy éppenséggel a hálózati kiépítettség szűkössé válásának következtében az ellátás megbízhatósági

2 Minderről összefoglaló áttekintés található az alábbi két cikkben: Dr. Fazekas András István: Rendszerszabályozási célú tartalék-teljesítőképességek új besorolási rendszere I., Energiaforrás, LIII. évfolyam, 2017. I. szám, p. 91–98. és Dr. Fazekas András István: Rendszerszabályozási célú tartalék-teljesítőképességek új besorolási rendszere II., Energiaforrás, LIII. évfolyam, 2017. II. szám, p. 50–58.

3 Lásd I jelű lábjegyzetet.



sintje nem felel meg két év múlva az előírt mértéknek. Ekkor azt mondjuk, hogy a rendszerben az ellátás biztonsága (security of supply) megfelelő (hiszen a jelenben az előírt megbízhatósági szintű villamosenergia-ellátás biztosítható), de a rendszer megfelelősége terén probléma van, mert az igények gyorsabban növekednek, sem hogy azt az infrastruktúra megfelelő bővítésével követni lehetne. Ekkor azt mondjuk, hogy a rendszeren belül a termelési megfelelőség (Generation Adequacy) vagy a hálózati (komplex) megfelelőség (System Adequacy) terén probléma van. Következésképpen a rendszerben a villamosenergia-ellátás megbízhatósága (Reliability of Power Supply) nem megfelelő. Ha az adott villamosenergia-rendszer mind a jelenben (rövid távon), mind hosszabb távon (négy-öt éven belül) képes az igények megfelelő megbízhatósági szintű kielégítésére, akkor abban a rendszerben a villamosenergia-ellátás biztonságos és megbízható, mert a rendszer termelési és hálózati (komplex) megfelelősége kielégítő.

#### 4. A RENDSZERMEGFELELŐSÉGI ELŐREJELZÉSEK KORÁBBI SZÁMÍTÁSI ALAPELVE A TERMELÉSI ALRENDSZER (FORRÁSOLDAL) ESETÉBEN (Generation System Adequacy Forecast)

A számítás kiindulópontja a rendszerszinten adott tárgyidőszakban meglévő összes nettó beépített villamos teljesítőképesség (Net Generating Capacity (NGC) [MW]). Ez a teljesítőképesség azonban – különböző okoknál fogva – nem áll teljes egészében rendelkezésre a fogyasztói igények kielégítésre és a hálózati veszteségek fedezésére. A nettó beépített teljesítőképességet egyrészt csökkentik az egyes erőműegységeknél fennálló tartós vagy átmeneti teljesítőképesség-veszteségek. Az erőműegységek egy része tervezett karbantartáson van (TMK), ez további teljesítőképesség-csökkenést okoz rendszerszinten. Végül számolni kell az erőműegységek véletlen meghibásodásával, a kényszerkiesésekkel (KK). Mindezen teljesítőképesség-vesztések rendszerszinten

aggregált értékével csökkentve a nettó beépített villamos teljesítőképességet a „megbízhatóan rendelkezésre álló teljesítőképesség” (Reliably Available Capacity (RAC) [MW]) adódik. A hazai tervezési gyakorlat szerint ez az érték lényegében az „üzembiztosan igénybe vehető teljesítőképesség” (ÜIT) fogalmával azonos. Az ENTSO-E tervezési gyakorlatban definiálják az ún. „mértékadó csúcsterhelés” (Reference Peak Load (RPL) [MW]) fogalmát. Ez – példaképpen éves tervezési tárgyidőszak esetében – a január harmadik szerdáján 11.00-kor vagy 19.00-kor mért terhelés értéke. A déli országokban sok helyütt a csúcsterhelés nyáron jelentkezik, ekkor a mértékadó terhelés értéke július harmadik szerdáján 11.00-kor mért terhelési értékkel azonos. A megbízhatóan rendelkezésre álló teljesítőképesség és a mértékadó csúcsterhelés különbözeteként definiált az ún. „maradó teljesítőképesség” (Remaining Capacity (RC) [MW]):

$$RC = RAC - RPL$$

Az ENTSO-E gyakorlat bevezet még egy további fogalmat, ez az ún. „csúcstöbblet” (Difference Peak Load (DPL) [MW]). Csúcstöbblet alatt a „mértékadó csúcsterhelés” (RPL) és a tényleges „csúcsterhelés” (Peak Load (PL) [MW]) közötti különbség értendő, azaz

$$DPL = PL - RPL$$

A maradó teljesítőképességet (RC) a csúcstöbblettel (DPL) csökkentve adódik a „tényleges csúcsterhelésre vonatkoztatott maradó teljesítőképesség” (Margin Against Peak Load (MAPL) [MW]).

$$MAPL = RC - DPL$$

Rendszerszinten megfelelő mértékű tartalék-teljesítőképesség áll rendelkezésre, ha teljesül az alábbi feltétel:<sup>4</sup>

$$MAPL \geq 0,05 \times NGC$$

Az előzőekben ismertetett összefüggésekből következően a fenti kritériumok az alábbi formában is megfogalmazhatók:

$$RC = RAC - RPL \geq 0,05 \times NGC + DPL$$

Világosan kell látni, hogy ezen összefüggésben szereplő 0,05 (illetve egyes esetekben 0,10) szorzótényező tapasztalati úton meghatározott érték, nem valószínűségelméleti, illetve megbízhatóságelméleti megfontolásokon, számításokon alapszik. Nyilvánvaló, hogy ennek a szorzótényezőnek a nagyságától függ az, hogy mennyi tartalék-teljesítőképességet célszerű az erőműrendszerben tartani.

Nem szorul magyarázatra, hogy ezen számítási eljárás esetében semmiféle összefüggés nincs az adott erőműrendszerben jelen levő erőműegységek megbízhatósági jellemzői, illetve az említett szorzótényező között. A valószínűségelméleti, megbízhatóságelméleti alapokon nyugvó számítási eljárások esetében – ezzel szemben – az adott erőműrendszert alkotó erőműegységek megbízhatósági jellemzőitől függ a rendszerszintű villamosenergia-termelés megbízhatóságát jellemző valószínűségi mérték értéke. Az Energiaügyi Főigazgatóság által kiadott tanulmány ezen korábbi számítási elv, új, elméleti alapokon nyugvó számítási eljárásokkal történő helyettesítését tartalmazza. Első lépésként jelen cikkben bemutatjuk azt a számítási alapelvet, amely a korszerű számítások alapjául szolgál.

<sup>4</sup> Azokban az országokban, ahol a beépített vízerőművi kapacitás aránya magas az összes beépített villamos teljesítőképességben belül, 0,10 szorzótényezőt alkalmaznak.

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ





A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

## 5. A MEGBÍZHATÓSÁG KVANTITATÍV ÉRTELMEZÉSE VILLAMOSENERGIA-TERMELÉS ESETÉBEN

Első közelítésben úgy tűnik, hogy a „villamosenergia-ellátás megbízhatósága” magától értetődő fogalom, amely alatt általában azt értik, hogy a fogyasztók számára az adott vételezési helyen és időben az igényelt villamos energia (értelemszerűen az előírt minőségi paramétereknek megfelelően) rendelkezésre áll, biztosított. Alaposabban elemezve azonban e fogalom tartalmát hamar kiderül, hogy nem könnyen definiálható egzakt (mérhető, számítható) módon a fogalom tartalma. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a villamosenergia-ellátás technológiai folyamatában a különböző alrendszerek (például a primerenergia-hordozói ellátás, az energia-átalakítás (villamosenergia-termelés), a villamosenergia-szállítás, a villamosenergia-elosztás és végső soron a fogyasztói alrendszerek eredő megbízhatóságaként adódik valamely régióban, adott időszakra vonatkozóan a villamosenergia-ellátás megbízhatósága. Figyelembe véve, hogy milyen komplexitású és méretű alrendszerek együttműködéséről van ezekben az esetekben szó, könnyen belátható, hogy valóban nem egyszerű e fogalom tartalmának pontos meghatározása.

A korábbiakban említetteknek megfelelően a továbbiakban a villamosenergia-ellátás egyetlen alrendszerének, termelői alrendszernek (erőműrendszernek) a rendszerszintű megbízhatósága a vizsgált kérdés. Az a kérdés másképpen fogalmazva, hogy miképpen definiálható a villamosenergia-termelésnek a rendszerszintű megbízhatósága? Magában a feladat kitűzésében szerepelt a „rendszerszintű” jelző. Nem felesleges szózaportitárról van szó. A villamosenergia-termelés megbízhatóságának értelmezése ugyanis nem lehetséges olyan módon, ahogy az általában ismeretes a megbízhatósági

számításokban, a műszaki berendezések, gépek, komplex rendszerek esetében.

A villamosenergia-termelést biztosító erőműrendszer mint komplex műszaki rendszer esetében a megbízhatóság számítása, meghatározása lényegesen összetettebb, bonyolultabb feladat. Mellőzve e kérdéskör elméleti tárgyalását egy konkrét példán keresztül bemutatható az említett lényegi különbség, és megérthető a probléma lényege.

A megválaszolandó kérdés tehát az, miért nem lehetséges a megbízhatóság számítása a szokásos eljárás szerint a rendszerszintű villamosenergia-termelés megbízhatóságának számításakor? Első lépésben vizsgáljuk meg, hogy miképpen határozzuk meg a megbízhatóságot egyetlen (önmagában is komplex) műszaki rendszer, például egy erőműegység esetében. Tételezzük fel, hogy az erőműegység alaperőművi erőműegység, azaz (a tervezett megelőző karbantartások (TMK) időtartamától és a véletlenszerű meghibásodások (KK) és ennek folyamánaként szükségessé vált javítások időtartamától eltekintve) folyamatosan üzemel.

A fogalom tartalmának kvantitatív (mérhető, számolható) meghatározása érdekében a megbízhatóságot ebben az esetben is valószínűségként értelmezzük, amely valószínűség alatt két időtartam hányadosa értendő, nevezetesen egy adott vonatkoztatási időtartamon belül a zavarmentes villamosenergia-termelés időtartamának és a teljes vonatkoztatási időtartamnak a hányadosa. Kérdésként vetődik fel, hogy ez a definíció mennyiben van összhangban a valószínűség matematikai fogalmával? Egy adott erőműegység esetében pontosan számítható (mérhető, meghatározható), hogy egymást követő vonatkoztatási időtartamokban (például napokban, hetekben, években) mennyi volt a zavarmentes villamosenergia-termelés időtartama. Ekkor az adott erőműegység

rendelkezésre állása ( $A [-]$ ) (= megbízhatósága) alatt az alábbi módon definiált valószínűség értendő:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} SH_i}{\sum_{i=1}^{i=n} SH_i + \sum_{i=1}^{i=n} OH_i}$$

Az összefüggésben az SH a zavarmentes üzemelés időtartamát jelenti, míg az OH a kényszerkiesések és az ezt követő javítások időtartamának összegét jelöli. Mivel egy adott vonatkoztatási időtartamon belül több meghibásodás és következésképpen több zavartalan üzemi periódus is lehetséges, ezért van szükség ezen időszakok összegezésére.

Leegyszerűsítve azt lehet mondani, hogy egy adott erőműegység rendelkezésre állása lényegében ezen alapelveknek megfelelően számítható, vagyis adott vonatkoztatási időtartamon belül meghatározott módon definiált időtartamok hányadosaként. A gyakorlatban persze ennél sokkal differenciáltabb módon történik a számítás (hiszen példaképpen nem minden erőműegység üzemel folyamatosan (vannak menetrendtartó és csúcserőművi, illetve tartaléktartási célú erőműegységek stb.), másrészt nemcsak teljes teljesítőképesség-vesztésről lehet szó, hanem vannak olyan esetek, amikor csak részleges a teljesítőképesség-vesztés. A számítás alapelve azonban ugyanez.

Kérdésként vetődik fel, hogy ez a számítási alapelve alkalmas-e a villamosenergia-termelés megbízhatóságának számítására? A probléma megértése és az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy egy olyan villamosenergia-rendszerrel van szó, amelyben a konvencionális technológiájú erőműegységeken kívül vannak megújuló energiaforrást hasznosító (például PV – fotovoltaiikus) erőműegységek is. Ezek együttesen biztosítják a véletlenszerűen váltakozó fogyasztói igények kielégítését. Tartalékként lehetséges külső forrásból villamos energia igénybevétele, azonban ennek az energiaforrásnak is csak korlátozott rendelkezésre állása van. Az a kérdés, lehet-e az előbbieken vázolt alapelvek szerint megha-

tározni a villamosenergia-termelés forrásoldali megbízhatóságát ebben az esetben is? Azaz igaz-e, hogy a villamosenergia-ellátás forrásoldali megbízhatósága egyenlő az erőműegység és a külső energiaforrás eredő rendelkezésre állásával?

A válasz nyilvánvalóan az, hogy nem azonos. Világosan kell látni, hogy a villamosenergia-ellátás forrásoldali megbízhatósága több véletlen folyamat eredőjeként adódik. Az, hogy egy adott időpillanatban a forrásoldalon elérendő villamos teljesítmény áll-e rendelkezésre az adott pillanatban fellépő teljesítményigény kielégítésére, az alábbi (egy időben jelentkező) véletlen folyamatoktól függ:

1. A véletlenszerűen változó, adott pillanatban jelentkező fogyasztói teljesítményigénytől ( $L = f(t)$ ).
2. A konvencionális technológiájú erőműegységek pillanatnyi rendelkezésre álló villamos teljesítőképességének alakulásától, amely az erőműegységek véletlenszerű meghibásodásából következően (a véletlenszerűen alakuló teljesítményvesztés miatt) időben véletlenszerűen alakul ( $C = g(t)$ ).
3. Az időjárásfüggő megújuló energiaforrásokat hasznosító villamosenergia-termelő egységek (például PV-erőműegységek és szélerőművi egységek) véletlenszerűen alakuló teljesítményétől ( $R = h(t)$ ).
4. A külső, kisegítő villamosenergia-forrás véletlenszerű rendelkezésre állásától ( $I = e(t)$ ).

Értelemszerűen annak a feltételnek, hogy egy adott tetszőleges „t” időpillanatban ne lépjen fel forrásoldali rendszerszintű teljesítőképesség-hiány az alábbi egyenlőtlenség teljesülése:

$$C(t) + R(t) + I(t) \geq L(t)$$

A fenti összefüggésben szereplő minden komponens időben véletlenszerűen alakul. E négy véletlen folyamat véletlen eredőjeként adódik az a véletlen esemény, hogy fellép-e forrásoldali rendszerszintű teljesítményhiány, vagy sem. Igen sokféle konfigurációban alakulhat e négy véletlen esemény. Egyszerűen belátható, hogy előfordulhat, hogy ugyanaz a teljesítőképesség-vesztés nem okoz rendszerszintű teljesítményhiányt alacsony terhelésű időszakban, míg hiányt okoz a csúcsterhelés időszakában. Következésképpen a megbízhatóság ebben az esetben nem számolható az előzőekben bemutatott módon.

Hogyan határozható meg rendszerszinten mindezek után a forrásoldali teljesítőképesség-hiány valószínűsége, vagyis a villamosenergia-termelés megbízhatósága?

A feladat megoldása – matematikai szempontból – különbözőképpen történhet, attól függően, hogy az eredő valószínűséget meghatározó sztochasztikus folyamatok leírásakor folytonos időparaméterekkel vagy diszkrét időparaméterekkel, illetve hogy folytonos állapotterrel vagy diszkrét állapotterrel dolgozunk-e.



A megválaszolandó kérdés az, miért nem lehetséges a megbízhatóság számítása a szokásos eljárás szerint a rendszerszintű villamosenergia-termelés megbízhatóságának számításakor?



Folytonos időparaméterekkel történő megoldás során az időparaméter tetszőleges (pozitív) valós értéket felvehet, míg diszkrét időparaméterű folyamatokban az időparaméterek csak természetes egész számok lehetnek. Állapottér alatt az adott véletlen folyamat lehetséges kimeneteleit – pontosabban az egyes lehetséges kimeneteknek megfelelő számokat – értjük, vagyis az elemi eseményeket. Folytonos állapotterű sztochasztikus modellek esetén az állapotteret leíró értékek tetszőleges (pozitív) valós számok lehetnek, míg diszkrét állapotterű leírás esetében az állapotteret pozitív diszkrét értékek (pl. természetes számok) írják le. Konkrét példából könnyen érthető az állapottér mi-benléte. A rendszerszintű pillanatnyi teljesítményigény alakulása az egyik véletlen esemény. Ennek a véletlen folyamatnak annyi lehetséges kimenetele van, azaz az elemi események száma annyi, ahány értéket a rendszerszintű teljesítményigény felvehet. Magyarországon – napjainkban, megfelelő ráhagyásokkal – 3000 MW és 7000 MW közé esik a rendszerszintű teljesítményigény. Így, ha diszkrét állapotterű modellel írjuk le ezt a véletlen folyamatot, és 1 MW pontossággal vesszük figyelembe a lehetséges értékeket, akkor 4001 lehetséges rendszerszintű teljesítményigényt, vagyis 4001 elemi eseményt definiáltunk. A pontosan vezetett nyilvántartások alapján minden egyes lehetséges rendszerszintű terhelési értékhez hozzárendelhető egy előfordulási relatív gyakoriság (hosszabb időszakok átlagaként például) kvázi valószínűségként. Nincs azonban akadálya annak, hogy a rendszerszintű terhelési érték-ként bármilyen – pozitív – valós számot értelmezzünk (adott, értelmesen definiált számtartományban). Ebben az esetben folytonos állapotterű modellekről van szó. Attól függően, hogy az időparaméterek, illetve az állapotparaméterek folytonosak-e vagy diszkrét, négy lehetséges leírómodell adódik. A gyakorlatban azonban diszkrét időparaméterű és diszkrét állapotterű, illetve a folytonos időparaméterű és folytonos állapotterű leírómodellek a leggyakoribbak.

6. A VILAMOSENERGIA-TERMELÉS RENDSZERSZINTŰ MEGBÍZHATÓ-SÁGÁNAK SZÁMÍTÁSI ALAPELVE

A számítási alapelv bemutatása ebben az esetben is egy egyszerűsített példán keresztül történik. Tételezzük fel, hogy a példa szerinti erőműrendszerben a konvencionális technológiájú erőműegységek pillanatnyi rendelkezésre álló teljesítőképessége (C [MW]) maximális esetben 1000 MW, míg véletlenszerű meghibásodások miatt ez a teljesítőképesség 700 MW értékre csökkenhet. Természetesen valóságos esetekben több nagyságrenddel több elemi esemény definiálható, de most a számítások leegyszerűsítése végett azt feltételezzük,



A feladat megoldása különböző-képpen történhet attól függően, hogy a sztochasztikus folyamatok leírása folytonos vagy diszkrét időparaméterekkel, illetve hogy folytonos állapotterrel vagy diszkrét állapotterrel történik-e.

hogy az erőműrendszer teljesítőképességének állapot-tere mindössze két elemből áll. Vagyis vagy 1000 MW teljesítőképesség áll rendelkezésre a rendszerben, vagy 600 MW. Annak a valószínűsége, hogy egy adott vonatkoztatási tárgyidőszakban 1000 MW teljesítőképesség áll rendelkezésre 80%, míg annak valószínűsége, hogy csak 600 MW erőművi kapacitás van a rendszerben, értelemszerűen 20% (vagyis az erőműpark 80%-os valószínűséggel áll rendelkezésre). A PV-erőműegységek (R [MW]) attól függően, hogy a véletlenszerű besugárzás miképpen alakul, 50% valószínűséggel 100 MW teljesítőképességgel és 50% valószínűséggel, illetve 0 MW teljesítőképességgel állnak rendelkezésre. A kisegítő importkapacitás (I [MW]) ugyancsak 100 MW, illetve 0 MW teljesítménnyel áll rendelkezésre, 50-50% valószínűséggel. Tételezzük fel az egyszerűség kedvéért, a rendszerszintű terhelés (L [MW]) is csak két értéket, 1000 MW és 750 MW értéket vehet fel, 60, illetve 40%-os valószínűséggel. Ezekkel az adatokkal leírtuk a rendszerszintű teljesítményszituációt meghatározó négy (egymástól valószínűségelméleti értelemben független) sztochasztikus folyamat legfontosabb valószínűségi jellemzőit, nevezetesen a diszkrét valószínűségi eloszlásukat. Ezen bemenő adatok ismeretében, azzal a megalapozott valószínűségelméleti feltételezéssel, hogy e sztochasztikus folyamatok egymástól valószínűségelméleti értelemben egymástól függetlenek, már meghatározható annak a valószínűsége (egészen pontosan diszkrét valószínűségi eloszlása és diszkrét valószínűségi eloszlásfüggvénye), hogy milyen valószínűséggel lép fel a rendszerben teljesítményhiány. Az eseményalgebra ismert összefüggése alapján az egymástól független véletlen események együttes bekövetkezésének valószínűsége szorzás útján határozható meg. Mivel mind a négy véletlen eseménynek mindössze két-két lehetséges kimenetele van (az elemi események száma minden esetben kettő), így összesen  $K = 2^4 = 16$  különböző eset, úgynevezett rendszerkonfiguráció fordulhat elő. Példaképpen egy lehetséges rendszerkonfiguráció (1. táblázat, 3 jelű rendszerkonfiguráció), amikor a forrásoldal és fogyasztói oldal rendszerszintű

teljesítménymérlege a következőképpen alakul (az alsó indexek az elemi eseményekre utalnak):

- Konvencionális erőművek rendelkezésre álló teljesítőképessége:  $C_1 = 1000$  MW, aminek az előfordulási valószínűsége:  $P(C_1) = 0,80$ ;
- PV-erőművek rendelkezésre álló teljesítőképessége:  $R_1 = 100$  MW, aminek az előfordulási valószínűsége:  $P(R_1) = 0,50$ ;
- Rendelkezésre álló import-villamosteljesítmény:  $I_2 = 0$  MW, aminek az előfordulási valószínűsége:  $P(I_2) = 0,50$ ;
- Rendszerszintű fogyasztói teljesítményigény:  $L_1 = 1000$  MW, aminek az előfordulási valószínűsége:  $P(L_1) = 0,60$ .

Ekkor a forrásoldalon összesen  $C_1 + R_1 + I_1 = 1100$  MW villamos teljesítőképesség áll rendelkezésre, míg a fogyasztói oldalon jelentkező teljesítményigény  $L_1 = 1000$  MW, tehát a rendszerben értelemszerűen nem lép fel teljesítményhiány. A 3 jelű rendszerkonfiguráció előfordulási valószínűsége az előbbiekben elmondottak szerint

$$P(3) = P(C_1) \times P(R_1) \times P(I_2) \times P(L_1) = 0,80 \times 0,50 \times 0,50 \times 0,60 = 0,12.$$

Az összes többi rendszerkonfiguráció is ugyanilyen módon számolható. Abból következően, hogy a lehetséges rendszerkonfigurációk teljes eseményrendszert alkotnak, az egyes rendszerkonfigurációk előfordulási

I. TÁBLÁZAT

|    | Konvencionális erőművek        | RES-erőművek                  | Import teljesítőképesség      | Rendszerszintű terhelés        |
|----|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| A  | B                              | C                             | D                             | E                              |
| 1  | $C_1=1000$ MW<br>$P(C_1)=0,80$ | $R_1=100$ MW<br>$P(R_1)=0,50$ | $I_1=100$ MW<br>$P(I_1)=0,50$ | $L_1=1000$ MW<br>$P(L_1)=0,60$ |
| 2  | $C_1=1000$ MW<br>$P(C_1)=0,80$ | $R_1=100$ MW<br>$P(R_1)=0,50$ | $I_1=100$ MW<br>$P(I_1)=0,50$ | $L_2=750$ MW<br>$P(L_2)=0,40$  |
| 3  | $C_1=1000$ MW<br>$P(C_1)=0,80$ | $R_1=100$ MW<br>$P(R_1)=0,50$ | $I_2=0$ MW<br>$P(I_2)=0,50$   | $L_1=1000$ MW<br>$P(L_1)=0,60$ |
| 4  | $C_1=1000$ MW<br>$P(C_1)=0,80$ | $R_1=100$ MW<br>$P(R_1)=0,50$ | $I_2=0$ MW<br>$P(I_2)=0,50$   | $L_2=750$ MW<br>$P(L_2)=0,40$  |
| 5  | $C_1=1000$ MW<br>$P(C_1)=0,80$ | $R_2=0$ MW<br>$P(R_2)=0,50$   | $I_1=100$ MW<br>$P(I_1)=0,50$ | $L_1=1000$ MW<br>$P(L_1)=0,60$ |
| 6  | $C_1=1000$ MW<br>$P(C_1)=0,80$ | $R_2=0$ MW<br>$P(R_2)=0,50$   | $I_1=100$ MW<br>$P(I_1)=0,50$ | $L_2=750$ MW<br>$P(L_2)=0,40$  |
| 7  | $C_1=1000$ MW<br>$P(C_1)=0,80$ | $R_2=0$ MW<br>$P(R_2)=0,50$   | $I_2=0$ MW<br>$P(I_2)=0,50$   | $L_1=1000$ MW<br>$P(L_1)=0,60$ |
| 8  | $C_1=1000$ MW<br>$P(C_1)=0,80$ | $R_2=0$ MW<br>$P(R_2)=0,50$   | $I_2=0$ MW<br>$P(I_2)=0,50$   | $L_2=750$ MW<br>$P(L_2)=0,40$  |
| 9  | $C_2=600$ MW<br>$P(C_2)=0,20$  | $R_1=100$ MW<br>$P(R_1)=0,50$ | $I_1=100$ MW<br>$P(I_1)=0,50$ | $L_1=1000$ MW<br>$P(L_1)=0,60$ |
| 10 | $C_2=600$ MW<br>$P(C_2)=0,20$  | $R_1=100$ MW<br>$P(R_1)=0,50$ | $I_1=100$ MW<br>$P(I_1)=0,50$ | $L_2=750$ MW<br>$P(L_2)=0,40$  |
| 11 | $C_2=600$ MW<br>$P(C_2)=0,20$  | $R_1=100$ MW<br>$P(R_1)=0,50$ | $I_2=0$ MW<br>$P(I_2)=0,50$   | $L_1=1000$ MW<br>$P(L_1)=0,60$ |
| 12 | $C_2=600$ MW<br>$P(C_2)=0,20$  | $R_1=100$ MW<br>$P(R_1)=0,50$ | $I_2=0$ MW<br>$P(I_2)=0,50$   | $L_2=750$ MW<br>$P(L_2)=0,40$  |
| 13 | $C_2=600$ MW<br>$P(C_2)=0,20$  | $R_2=0$ MW<br>$P(R_2)=0,50$   | $I_1=100$ MW<br>$P(I_1)=0,50$ | $L_1=1000$ MW<br>$P(L_1)=0,60$ |
| 14 | $C_2=600$ MW<br>$P(C_2)=0,20$  | $R_2=0$ MW<br>$P(R_2)=0,50$   | $I_1=100$ MW<br>$P(I_1)=0,50$ | $L_2=750$ MW<br>$P(L_2)=0,40$  |
| 15 | $C_2=600$ MW<br>$P(C_2)=0,20$  | $R_2=0$ MW<br>$P(R_2)=0,50$   | $I_2=0$ MW<br>$P(I_2)=0,50$   | $L_1=1000$ MW<br>$P(L_1)=0,60$ |
| 16 | $C_2=600$ MW<br>$P(C_2)=0,20$  | $R_2=0$ MW<br>$P(R_2)=0,50$   | $I_2=0$ MW<br>$P(I_2)=0,50$   | $L_2=750$ MW<br>$P(L_2)=0,40$  |



valószínűsége lefedi a teljes eseményteret, tehát az eredő valószínűség egy (1) értéket ad ki.

A keresett kérdésre, vagyis arra a kérdésre, hogy mi a valószínűsége annak, hogy a rendszerben forrásoldali teljesítményhiány lép fel, a válasz úgy adódik, hogy meg kell határozni azon esetek előfordulási valószínűségét, amikor is a fogyasztói oldalon jelentkező teljesítményigény nagyobb a forrásoldali eredő teljesítőképességnél. A példa szerint ez a szituáció a 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 és 16 jelű rendszerkonfigurációban lép fel. Ebben az esetben az előfordulási valószínűségek összegét kell képezni, így adódik a teljesítményhiány P(DEF) fellépésének eredő valószínűsége. Jelen esetben az adódó érték:

$P(DEF) = P(9) + P(10) + \dots + P(15) + P(16) = 0,20$

A forrásoldali rendszerszintű teljesítményhiány fellépésének eredő valószínűsége tehát  $P(DEF) = 0,20$ . Vagyis a villamosenergia-termelés rendszerszintű megbízhatósága (ezen véletlen esemény komplementere):

$P(SYS) = 1 - P(DEF) = 1 - 0,20 = 0,80$

2. TÁBLÁZAT

|    | Rendszerszintű rendelkezésre álló teljesítőképesség | Rendszerszintű terhelés | Rendszerszintű teljesítőképesség-mérleg | Rendszer-konfiguráció előfordulási valószínűsége |
|----|-----------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| A  | B                                                   | C                       | D                                       | E                                                |
| 1  | 1200 MW                                             | 1000 MW                 | + 200 MW                                | P(1) = 0,12                                      |
| 2  | 1200 MW                                             | 750 MW                  | + 450 MW                                | P(2) = 0,08                                      |
| 3  | 1100 MW                                             | 1000 MW                 | + 100 MW                                | P(3) = 0,12                                      |
| 4  | 1100 MW                                             | 750 MW                  | +350 MW                                 | P(4) = 0,08                                      |
| 5  | 1100 MW                                             | 1000 MW                 | +100 MW                                 | P(5) = 0,12                                      |
| 6  | 1100 MW                                             | 750 MW                  | + 350 MW                                | P(6) = 0,08                                      |
| 7  | 1000 MW                                             | 1000 MW                 | 0 MW                                    | P(7) = 0,12                                      |
| 8  | 1000 MW                                             | 750 MW                  | + 250 MW                                | P(8) = 0,08                                      |
| 9  | 800 MW                                              | 1000 MW                 | -200 MW                                 | P(9) = 0,03                                      |
| 10 | 800 MW                                              | 750 MW                  | -50 MW                                  | P(10) = 0,02                                     |
| 11 | 700 MW                                              | 1000 MW                 | -300 MW                                 | P(11) = 0,03                                     |
| 12 | 700 MW                                              | 750 MW                  | -50 MW                                  | P(12) = 0,02                                     |
| 13 | 700 MW                                              | 1000 MW                 | -300 MW                                 | P(13) = 0,03                                     |
| 14 | 700 MW                                              | 750 MW                  | -5000 MW                                | P(14) = 0,02                                     |
| 15 | 600 MW                                              | 1000 MW                 | -400 MW                                 | P(15) = 0,03                                     |
| 16 | 600 MW                                              | 750 MW                  | -150 MW                                 | P(1608) = 0,02                                   |



Négy véletlen folyamat véletlen eredőjeként adódik az a véletlen esemény, hogy fellép-e forrásoldali rendszerszintű teljesítmény-hiány, vagy sem az adott villamosenergia-rendszerben.

Az 1. táblázat tartalmazza a számítások bemenő adatait, míg a 2. táblázat a részeredményeket összegzi. Tekintettel arra, hogy valóságos esetekben jóval bonyolultabb szituációkról van szó, ami az erőműegységek sokkal nagyobb számából, valamint sztochasztikus folyamatok esetében modellezett állapotterek több nagyságrenddel nagyobb voltából következik, a gyakorlatban a számítások csak számítógépi úton végezhetők el. A rendszerszintű terhelési görbe modellezése is valamelyest más módon történik, ebben az esetben is sokkal bonyolultabb valóságos szituációról van szó. Ennek ismertetése azonban már egy másik összefoglaló tárgyát képezi.

Gerencsér Dorka \*

# < MVM EDISON STARTUP VERSENY – ÖTLETTŐL A DÍJÁTADÓIG

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ



\* Gerencsér Dorka, innovációs és startupszakértő, Smart Future Lab Zrt.



Az MVM Zrt. 2016-ban indította útjára az MVM Edison Light Up! innovációs pályázatot és startup versenyt startupok, spin-offok, kis- és középvállalkozások, illetve felsőoktatási hallgatók, magánszemélyek számára. A pályázat szakmai lebonyolításáért a Smart Future Lab Zrt. felelt. A képzési program lebonyolításában részt vett az Exalt Interactive, IBM, Deloitte és az Innoenergy. Az MVM Csoport új stratégiájában célul tűzte ki a kutatás, a fejlesztés és az innováció támogatását, illetve hogy felkutatja az innovatív ötleteket, és segíti megvalósulásukat. A pályázattal elsősorban olyan kreatív, energiahatékony megoldásokat és technológiai újításokat keresnek, amelyek később be tudnak épülni mindennapjainkba.

Immáron harmadik alkalommal indult útjára az MVM Edison ötletverseny. Ezúttal több mint száz csapat nevezett pályamunkájával, hogy versenybe szálljon a három fődíjért, így a lehetőségért, hogy a befektetési bizottság előtt is bizonyítsák rátermettségüket. A jelentkezési határidő lezárultával nyolc csapat került a döntőbe, akik nyolc héten keresztül vettek részt az MVM Edison Képzési Programjában, hogy a záróeseményen, ötletüket piaci szereplőkön validálva, pitcheljék ötletüket a hattergő szakmai zsűrinek.

A verseny célja, hogy olyan ötleteket karoljon fel, amelyek piaci problémákra kínálnak megoldásokat. A képzési program alatt az ötletgazdáknak lehetőségük nyílik ötletük versenyképességének felmérésére, valamint átfogóbb képet kaphatnak leendő fogyasztóik felhasználószokásairól is. Célja továbbá a jelentkezők bevezetése a startup világába, megismertetve velük az ott használatos nyelvet és kifejezéseket, így könnyítve meg számukra a későbbi együttműködést a Smart Future Lab csapatával, a verseny kiemelt szakmai partnerével.



JELENTKEZÉS ÉS A KIVÁLASZTÁSI FOLYAMAT

Ez év januárjában izgalmas szakaszához ért az MVM Zrt. startup versenye – az MVM Edison program, amelynek célja, a jövő legígéretesebb, kreatív, piacképes, környezetbarát és energiahatékony fejlesztéseinek felkutatása – a jelentkezési határidő lezárultával.

Az MVM Edison tavaly novemberi felhívására január végéig jelentkezhettek újító ötletükkel az alkotók – már működő startupok, felsőoktatási hallgatók, de akár magánszemélyek is, egy-egy innovatív, energetikai területet érintő ötlettel.

Több mint száz pályamunkából választották ki az MVM Edison startup verseny nyolc döntős csapatát. A pályázati anyag értékelésén túl az előszűrés után az ígéretes csapatokat motivációs interjú keretein belül is meghallgatta a Smart Future Lab inkubátor, a verseny kiemelt partnere. Így a szakmai zsűri átfogó képet kapott a csapatok ötletéről, motivációjáról és céljairól. A döntőbe került nyolc csapat egy nyolchetes szakmai képzésen vehetett részt, illetve arra is lehetőségük nyílik, hogy akár 50 millió forint magvető befektetést nyerjenek el ötletük megvalósítására.

A nyolc döntős kiválasztása során kiemelt szempont volt, hogy a benyújtott, az energetikai szektort célzó pályamunka széles körben hasznosítható megoldást kínáljon, valamint – megfelelő anyagi és szakmai támogatással – piaci körülmények között is értékesíthető legyen.

A NYOLC DÖNTŐS CSAPAT ÉS ÖTLETE

EnerGO

Az EnerGO-t fejlesztő csapatot egyetlen cél mozgatja: olyan szoftver- és eszközalapú szolgáltatást építeni, ami teljesen megváltoztatja, amit az energjáról gondolunk. Ennek segítségével úgy lehet energiát és költségeket megtakarítani, hogy közben aktívan teszünk a környezet megóvásáért is.

City Smart Kft.

A City Smart Kft. pályázatában az ismert Carsharing üzleti modellt ülteti át az üzleti ügyfelek számára, ami megoldást nyújt a nagyvárosi közlekedési problémákra.

M3T3R ZenCharge

A M3T3R ZenCharge csapat egy komplex rendszert álmódott meg, ami úgy optimalizálja az elektromos autók töltését, hogy az tekintetbe vegye a sofőr, a háztartás, a hálózat és a bolygó érdekeit is.

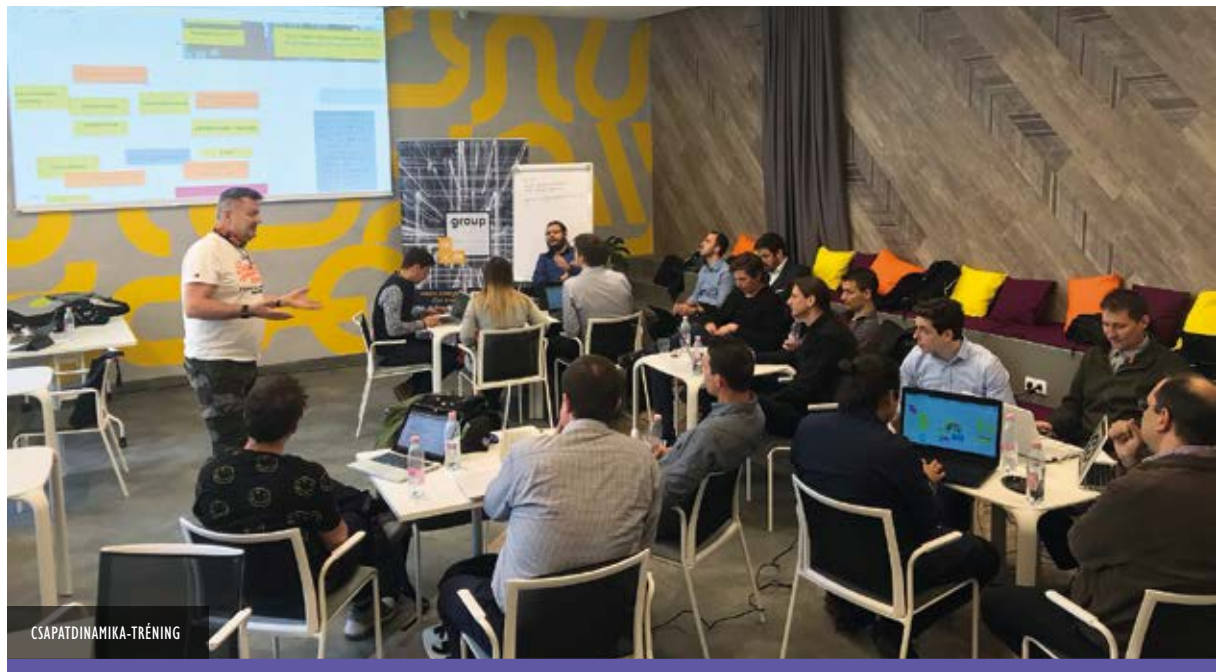
SmartConnect

Környezettudatosság és okosotthon egy aljzatban! A SmartConnect csapat célja az elektronikus eszközök

STARTUP KISOKOS – ALAPOK

| KIFEJEZÉS          | JELENTÉSE                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Accelerator        | Startup vállalkozások támogatására létrejött program. Általában néhány tízezer dollár befektetésével, oktatással, a közösséget biztosító co-working irodával és kapcsolati hálójával segíti a startupokat. A leghíresebb acceleratorok: Y Combinator, a Techstars és a 500Startups. |
| Angel investor     | Üzleti angyal – legtöbbször korábbi sikeres vállalkozó –, aki saját magántőkéjét fekteti egy-egy induló cégbe korai fázisban. A befektetés néhány tízezer dollártól akár 1-2 millió dollárig is terjedhet.                                                                          |
| Board              | Igazgatótanács, a Board of Directors kifejezés rövidítése. Amerikában némely startupnál létezik a Tanácsadók Testülete is, ezt Board of Advisorsnek hívják.                                                                                                                         |
| Bootstrapping      | Egy startup legelső, külső tőkebevonást megelőző szakaszát hívják így, amíg az alapítók külső tőkebevonás nélkül finanszírozzák a vállalkozás működését.                                                                                                                            |
| Business Model     | Üzleti modell, azaz a csatorna, ahogyan pénzt keresel a vállalkozásoddal.                                                                                                                                                                                                           |
| CEO                | Chief Executive Officer: vezérigazgató, az első számú operatív vezető.                                                                                                                                                                                                              |
| CFO                | Chief Financial Officer, azaz pénzügyi igazgató.                                                                                                                                                                                                                                    |
| COO                | Chief Operation Officer, a vállalkozás működtetésért felelős vezető megnevezése.                                                                                                                                                                                                    |
| Crowdfunding       | Egy projekt vagy startup ötlet közösségi finanszírozása (például a Kickstarter.com oldalon keresztül).                                                                                                                                                                              |
| Disruptive startup | Azok a startup vállalkozások, amelyek egy-egy iparág teljes működését változtatják meg, azaz „szétrombolják” a korábban érvényes modelleket. A legsikeresebb, leginnovatívabb vállalatokra használják a kifejezést.                                                                 |
| Elevator pitch     | Egy startup összefoglalása 30-40 másodpercben. Eredete az a képzelte helyzet, hogy véletlenül egy liftbe szállsz be egy híres befektetővel, és addig kell felkeltened a figyelmét, amíg a lift felér a 30. emeleten lévő irodájába.                                                 |
| Equity             | A startup világban vállalkozásból szerzett részesedést, részvényt jelent.                                                                                                                                                                                                           |
| Exit               | Egy cég teljes eladását jelenti (egyesek ide sorolják a tőzsdére vitelt (angolul IPO) is, ami általában részleges értékesítés.                                                                                                                                                      |
| Fundraising        | A befektetés keresésének folyamatát jelenti, azt az időszakot, amikor egy cég kockázati tőke bevonására fókuszál a gyorsabb növekedés reményében.                                                                                                                                   |
| Growth hacking     | Egy vállalkozás növekedésének nem tradicionális módszertana, amely a növekedés érdekében kreatív és újszerű megoldásokat alkalmaz.                                                                                                                                                  |





készenléti áramfelhasználásának csökkentése, olyan lehetőségek mellett, mint a távoli vezérlés, a fogyasztásmenedzsment, jelenlétszimuláció. Rendszerük megalkotásával nincs többé döntéskényszer a kényelem és a környezettudatosság között.

### InCharge

Az InCharge által kínált szolgáltatás a felhasználók számára megkönnyíti elektromos autójuk töltését, az üzemeltetőket pedig segíti töltőik kihasználtságának növelésében. A csapat célja egy olyan teljes körű applikáció fejlesztése, amellyel egy helyen elérhető minden töltesel kapcsolatos információ, szolgáltatás és művelet.

### Magnelit

A Magnelit (Kismartoni Zsolt és csapata) egy testreszabható okoslámpával nevezett, amely könnyedén igazodik az egyedi igényekhez. A mágneses kialakításnak köszönhetően a kinézet és funkció egyszerűen, szerelés nélkül alakítható, az okosvilágítási modul pedig lehetővé teszi, hogy akár mobilalkalmazással is irányítsuk.

### Alfaped Kft.

Az AlfaPed Kft. ötlete a PLC-alapú „IPARI NAPÓRA”, ami forradalmasítja az ipari energiagazdálkodást. A projekt lényege, hogy a drága műszerek helyett a gyárakban működő PLC-vezérlésű eszközök (pl.: robotok, gyártócellák, gyártógépek stb.) esetén a PLC-kódsorhoz rendelt energetikai paraméterek alapján (töredék áron) próbálják meghatározni a nagyságrendileg helyes fogyasztási adatokat.



A verseny célja, hogy olyan ötleteket karoljon fel, amelyek piaci problémákra kínálnak megoldásokat.

### Toaster

A Toaster csapat egy elektromos hajtású pontonhajóval nevezett, amely korszerű dizájnjaival, modularitásával és a napenergia hasznosításával új fajta vízi közlekedést tenne lehetővé. Praktikus formatervének köszönhetően tárolása nem igényel nagy helyet.

### A DÖNTŐ – INTENZÍV KÉPZÉSI PROGRAM

A finalisták két hónapos, nyolcalkalmas intenzív képzésen vettek részt az MVM Csoport inkubátorcége, a Smart Future Lab Zrt. (SFL), valamint a verseny partnerei, az IBM, Innoenergy és az Exalt Interactive szakértőinek vezetésével. Az intenzív oktatáson a sikeres startup indításához, fejlesztéséhez, az üzleti terv elkészítéséhez, a csapatépítéshez, a sikeres tárgyalásokhoz, a piacelemzéshez, ötletük piacképességének vizsgálatához, a prototípustervezéshez,

illetve ötletük hatékony bemutatásához, valamint a cégalapítás, a szerzői jogok és az adminisztráció területén kaptak elengedhetetlen gyakorlati ismereteket a csapatok.

A program célja, hogy egyrészt validálják az ötleteket, megvizsgálva piacképességüket, illetve a program átadja minden olyan alapismeretet, ami üzleti, szervezési és kommunikációs szempontból is segíti a fejlesztők, alkotók jövőbeni sikereit.

### MENTOROK, AKIK SEGÍTIK A CSAPATOK SZAKMAI MUNKÁJÁT

Újdonság az idei programban, hogy a MVM munkavállalóit is bevonja az inkubátor a programba mint mentorok, és ezáltal egy úgynevezett belső mentorhálózat épül fel. Kiemelten fontos, hogy az üzleti tudás mellett támogatást kapjanak a csapatok a szakterületek dolgozóitól, mely nagyban hozzájárul a validációjuk sikerességéhez. A döntőbe jutott csapatok pályázati anyagai alapján, motivációs interjúk és a szükséges kompetenciák felmérése után felkereste a Smart Future Lab azon szakterületek munkatársait, szakértőit, akik az igények alapján szakterületi tudásukkal tudják a csapatokat segíteni. Márciusban került sor a mentorhálózat „kick-off” találkozására, ahol a mentorjelöltek megismerkedtek egymással, a csapatok pályázati anyagaival, technológiájukkal és magával az MVM Edison programmal, továbbá bevezetést kaptak a mentori szerepkörbe, hogyan tudják a csapatokat a lehető leghatékonyabban segíteni. Az inkubátor célja, hogy a jövőben olyan mentorhálózatot építsen fel, amely az MVM Csoport szintjén lévő szakterületi kompetenciákat lefedi, és az inkubátorprogramba bekerülő csapatokat, illetve az ötletverseny döntőseit szakmailag támogatja.

### A DÖNTŐ

A május végén sorra kerülő döntőben a szakmai zsűri által legjobbnak ítélt három projekt egyenként 3 millió forint értékű kommunikációs szolgáltatáscsomagot kapott, amely lehetőséget ad akár kommunikációs stratégia alkotására, arculattervezésre, akár piackutatásra is. A legjobbak emellett egy tanulmányúton ismerhetik meg az IBM franciaországi dizájnközpontjának működését, valamint lehetőséget kapnak arra, hogy a program befektetői bizottsága előtt is bizonyítsák rátermettségüket, és akár 50 millió forint értékű magvető befektetést nyerjenek el.

Az MVM Edison program zsűritagjai között szerepel Kóbor György, az MVM Zrt. elnök-vezérigazgatója, Bertalan Zsolt, az MVM Zrt. csoportszintű technológiai innovációs igazgatója, Márton István, a Smart Future Lab Zrt. vezérigazgatója, Fehér Gyula, az IBM Budapest Lab vezetője és az IBM Cloud Video fejlesztési igazgatója, Derválcs Ákos, az InnoEnergy HUB Hungary vezetője, valamint Csendes Olivér, a Pioneers Ventures befektetői hálózat vezetője.

## STARTUP KISOKOS – ALAPOK

| KIFEJEZÉS                      | JELENTÉSE                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Lean</b>                    | A ma leghatékonyabbnak számító startup-módszertan eredetileg a Toyotánál született meg a gyártás hatékonyabbá tételére. A startup világra Steve Blank és Eric Ries optimalizálta – utóbbi a „The Lean Startup” című könyvével.                                            |
| <b>Monthly burn rate</b>       | Az a pénzmennyiség, amit havonta a startup felél (az eredeti kifejezésben „eléget”). Befektetők ezzel mérik a befektetési összeg által biztosított működési időt.                                                                                                         |
| <b>MVP</b>                     | Minimum Viable Product – azaz a leggyorsabban elkészíthető első működő prototípus.                                                                                                                                                                                        |
| <b>One-pager</b>               | Egyoldalas vezetői összefoglaló, amely szigorúan egy startup meghatározott tényező adataira vonatkozik. A cég mögött állóknak szánt szakmai dokumentum.                                                                                                                   |
| <b>Pitching</b>                | A startup lényegi bemutatása tárgyilagosan, lényegre törően, az adott helyzetnek megfelelő lehet a legrövidebb idő – általában 1-5 perc – alatt.                                                                                                                          |
| <b>Pivot</b>                   | Validált tanulás (tapasztalat) alapján alkalmazott lényeges változtatás a startup fókuszának általában egy, ritkábban több lényeges aspektusában.                                                                                                                         |
| <b>Pre-seed fázis</b>          | Egy startup életének legkorábbi fázisa, amely az ötlet, a célcsoport, a megoldás és a termék piaci életképességének igazolásáról szól.                                                                                                                                    |
| <b>Seed fázis</b>              | Egy startup második fázisa, amely általában a prototípus megépítéséről és az ötlet, a megoldás és a célcsoport széles körű validációjáról szól.                                                                                                                           |
| <b>Seed investment</b>         | Korai fázisú befektetés, amely egy startuptól a seed fázisból az ún. „korai vagy startup-fázisba” igyekszik eljuttatni. Általában 250 ezer és 2 millió dollár közötti összeg.                                                                                             |
| <b>Startup</b>                 | Olyan induló vállalkozás, amely gyors és globálisan skálázható növekedésre képes és hosszú távú versenyelőnyt valamilyen technológiai vagy üzleti innovációra alapozza.                                                                                                   |
| <b>Startup ökoszisztéma</b>    | Vállalkozók, befektetők, blogok, szaklapok, inkubátorok, acceleratorok, illetve egyéb szakemberek és szervezetek által alkotott közösség, mely az induló vállalkozások körül létezik.                                                                                     |
| <b>Term sheet</b>              | Egy kockázati tőkebefektetés legfontosabb, általában 8-10 oldalas dokumentuma, amely szabályozza a befektető és a cég alapítóinak jövőbeni együttműködését.                                                                                                               |
| <b>Validation</b>              | Az ötlet, az üzleti modell, a korai fázisú termék és a feltételezett vásárlói célcsoport igazolása mérések és közvetlen tapasztalatok révén, ami bizonyítékot szolgáltat mind a befektetőknek, mind az alapítóknak, hogy üzletileg kifizetődő továbblépni a cégépítésben. |
| <b>VC (Venture Capitalist)</b> | Kockázati tőkés – általában korábbi vállalkozók, akik sok startuptól próbálnak sikert vinni.                                                                                                                                                                              |
| <b>Venture Capital</b>         | Kockázati tőke                                                                                                                                                                                                                                                            |



# < 2017-BEN IMMÁR HARMADIK ÉVE NŐTT AZ EU ENERGIAFOGYASZTÁSA

A megnövekedett európai kereslet fő kiváltói a kereskedelmi, ipari és közlekedési ágazatok voltak 2017-ben. Az ezt megelőző évben a végsőenergia-fogyasztás 0,7, a primer pedig 2%-kal nőtt, ekkor a lakossági felhasználás volt a növekedés fő mozgatórugója.

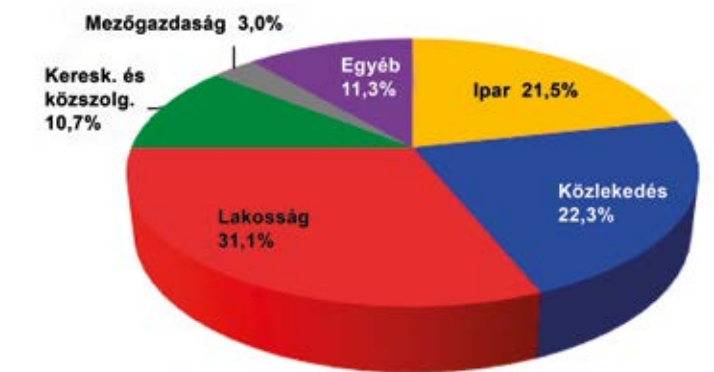


A hazai energiafelhasználási adatok szerint 2017-ben Magyarország primerenergia-felhasználása 1115 PJ, a végső pedig 845 PJ volt.

Az EU primerenergia-fogyasztása 2017-ben 0,9%-kal, a végső energiaigénye 1,1%-kal nőtt az előző évihez képest a legfrissebb Eurostat-adatok szerint. Magyarország energiafelhasználása is tovább emelkedett.

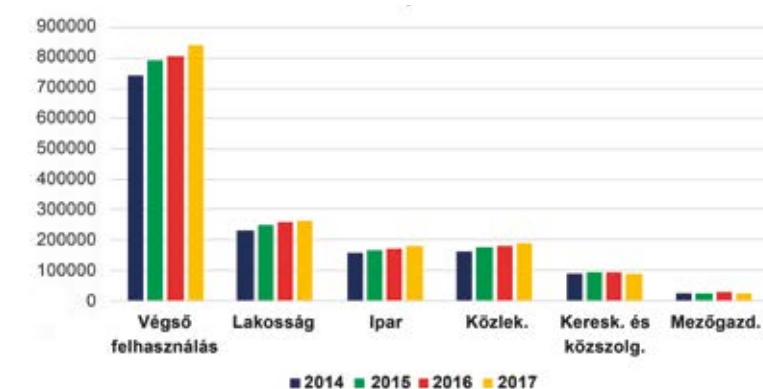
A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

1. ÁBRA: ÁGAZATOK RÉSZESÉDE A VÉGSŐENERGIA-FELHASZNÁLÁSBÓL, 2017



FORRÁS: ORSZÁGOS ÉVES ENERGIAMÉRLEG, 2017, MEKH

2. ÁBRA: ÁGAZATOK RÉSZESÉDE A VÉGSŐENERGIA-FELHASZNÁLÁSBÓL (TERAJOULE)



FORRÁS: ORSZÁGOS ÉVES ENERGIAMÉRLEG, MEKH

A harmadik éve folyamatosan emelkedő európai energiafelhasználás azt jelenti, hogy tartósan megfordult a 2006-tól 2014-ig tartó trend. A csökkenő trendet mutató közel tíz év azért volt kiemelkedő jelentőségű, mert alátámasztotta: lehetséges és működik a gazdasági növekedés leválasztása az energiafogyasztásról (decoupling).

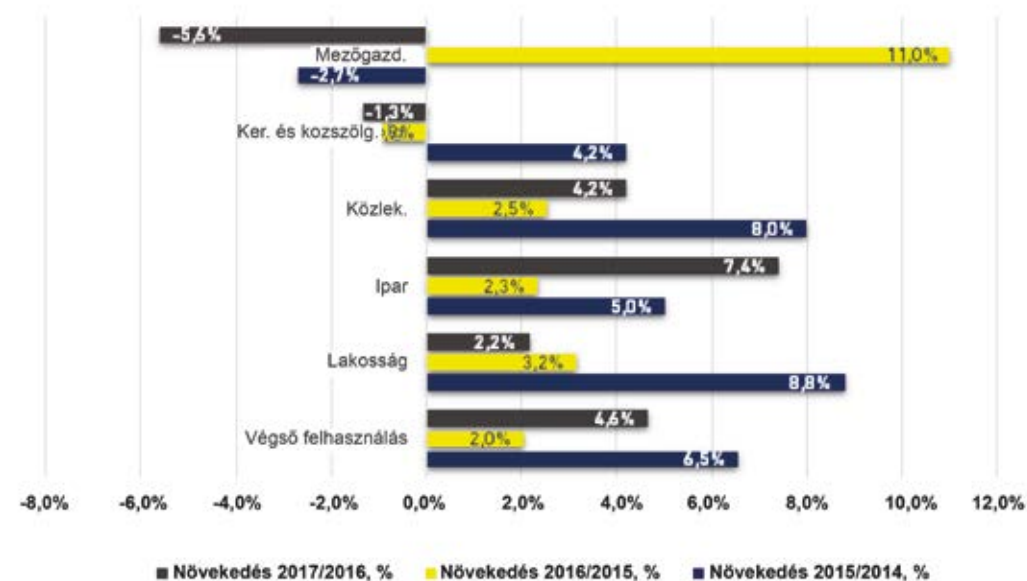
A megfordult trend és az európai energiafelhasználás tartós növekedése egyszerre hat negatívan a közös energiafogyasztási célok teljesítésére és az üvegházhatású gázok kibocsátásának visszafogására, amely már aggasztja az uniós szakembereket is.

## HOL TART MAGYARORSZÁG?

A hazai energiafelhasználási adatok szerint 2017-ben Magyarország primerenergia-felhasználása 1115 Petajoule, a végső pedig 845 PJ volt. A vezető energiafelhasználó a lakosság, megelőzve a közlekedési szektort és az ipart.



3. ÁBRA: NÖVEKEDÉS ÜTEME 2014–2017 KÖZÖTT



FORRÁS: ORSZÁGOS ÉVES ENERGIAMÉRLEG, MEKH

Ha tovább boncolgatjuk az adatsorokat, az is látható, hogy a megoszlás hazánkban meglehetősen stabil maradt.

Riasztó viszont, hogy a hazai növekedési ütem messze az uniós átlag felett van, amely arra utal, hogy a fogyasztásnövekedés komoly pazarlással is párosul.

### FENNTARTHATÓ ENERGIAFOGYASZTÁS: A HOLNAP MEGTAKARÍTÁSAI A MA INTÉZKEDÉSEIBŐL SZÜLETNEK

A fenti adatok tükrében még fontosabb, hogy Európa tagállamai ismét elkötelezték magukat a fenntartható energiafogyasztási pálya mellett. 2018 végén hatályba lépett az energiahatékonysági irányelv (EED) módosítása, amely 2030-ra összeurópai szinten 32,5%-os energiahatékonysági célt tűz ki. Az EED mellett egy új, minden tagállamban közvetlenül érvényes rendelet pedig arra kötelez, hogy egységes elvek mellett, egységes formában készüljenek el azok a stratégiai fontosságú dokumentumok, amelyek a fenntartható tagállami energiapályát mutatják be 2030-ig. Ezek a Nemzeti Energia- és Klímatervek (NEKT).

### MIÉRT KULCSFONTOSAGÚ A LAKÁSÁLLOMÁNY ENERGIAHATÉKONYSÁGÁNAK JAVÍTÁSA?

A fenti vállalások teljesítése a háztartások fogyasztásának csökkentése nélkül nem fog menni. Tudjuk, modellek készültek, tapasztaljuk a mindennapokban:



Egy átlagos magyar háztartásban a felhasznált energia csaknem háromnegyedét fűtésre fordítjuk. Ez az európai átlagnál mintegy 10%-kal magasabb.

a 4,4 millió számon tartott lakás kétharmada energetikailag elavult. Egy átlagos magyar háztartásban a felhasznált energia csaknem háromnegyedét fűtésre fordítjuk. Ez az európai átlagnál mintegy 10%-kal magasabb. Szomorú adat az is, hogy az elmúlt évtizedben a magyar háztartások egy négyzetméterre jutó energiafelhasználása stagnált, míg az európai átlag mintegy 16%-os csökkenést mutat. Pedig a magyarországi épületekben felhasznált energia 40-50%-a megtakarítható lenne. Ehhez viszont átgondoltan tervezett épületfelújításokra van szükség.



< HÍREK



## AZ MVM CSOPORT HÍREI

### < 270 tonnás transzformátor utazott 160 keréken

2019. 04. 26.

Április 26-án éjjel 11-kor kezdték el a MAVIR Zrt. (Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zárt-körűen Működő Részvénytársaság) albertirsai 750 kV-os alállomásról Tápiószelére átszállítani azt a hatalmas transzformátort, amely Magyarország és Ukrajna közötti egyedülálló feszültségű (Albertirsa – Zakhidnoukrainska 750 kV-os távvezeték) összeköttetést biztosította.

Magyarország legnagyobb, 270 tonnás transzformátorát egy 160 kerekű speciális konzolos szállítójárművel – amelyet egy Mercedes és egy Titán kamion húzott és tolt – vitték át reggel 6 óráig Albertirsáról a 34 kilométerre lévő Tápiószelére.

Az albertirsai alállomás transzformátorai 40 évesek, azonban üzemidejük csak 30 évre volt tervezve, ugyanis a rendszerváltás után mintegy 10 évig nem volt rajtuk villamosenergia-átvitel, mert a 750 kV-os távvezeték nem használták. A transzformátorok a rendszerváltást megelőző és az azt követő években sem voltak nagymértékű terhelésnek kitéve, így belső mechanikus

szerkezetük és villamos paramétereik a diagnosztikai mérések alapján megfelelőnek bizonyultak.

A költséghatékony működésre és környezetvédelmi okokra tekintettel a MAVIR úgy döntött, hogy a transzformátorokat felújíttatja és modernizálja, ezért átszállították Tápiószelére, ahol elvégezhetik a szükséges munkákat, majd tovább szállíttatják a jelenleg kivitelezés alatt álló Szabolcsbáka 750/400 kV-os alállomására. A felújítással komoly megtakarítás érhető el, mert egy ilyen transzformátor ára mintegy 1,2 milliárd forint.

A MAVIR a 750 kV-os távvezeték nyomvonalához közel, a magyar–ukrán határ mellett (Szabolcsbáka) épít egy alállomást, amelynek segítségével letranszformálhatja a 750 kV-os feszültségű 400 kV-ra, és így már az országot behálózó 400 kV feszültségű távvezeték több alállomásához is csatlakoztatható lesz, növelve ezzel a magyarországi átviteli hálózat ellátásbiztonságát.

A szállítást az OVIT nehézszállításra szakosodott üzemegysége végezte el.

(Forrás: MVM OVIT és index.hu)



### < Az MVM OVIT is segített a hajóroncs kiemelésében

2019. 05. 31.

Két darab, több mint 10 méter magas provizoroszlopot, valamint szakembereket bocsátott extra rövid időn belül a dunai hajóroncs kiemelését irányító operatív központ rendelkezésére az OVIT.

Pénteken délelőtt fél 11 után keresték meg társaságunkat a dunai hajómentés operatív központjától, hogy segítséget kérjenek tőlünk.

A hívás után Törköly Tamás acélszerkezeti divízióigazgató irányításával az OVIT gödi szakemberei konzultáltak a pontos igényekről, majd Molnár László tervező kolléga bevonásával és a gödi, illetve a bicskei munkatársakkal együttműködve a provizoroszlopot javasoltuk a helyzet megoldására.

A provizoroszlop 11,5 méter hosszú, kb. 1 × 1 m keresztmetszetű, szükség esetén 3,6 méter toldással kiegészíthető. A szükséges szereléshez Gödről Vízváry Zsolt és Szabó István kollégáinkat, Bicskéről Kovács Pál sofört irányítottuk a helyszínre.

Mindeközben a katasztrófavédelemmel, a rendőrséggel és más egységekkel is folyamatosan egyeztetünk a lehetőségekről, szállításról, rögzítésről és kommunikációról.



A provizoroszlopot rendőri felvezetéssel pénteken kora délután szállították el Bicskéről a hajóbaleset helyszínére. A segítségnyújtást rekordgyorsasággal, mindössze 3 óra leforgása alatt bonyolítottuk le sikeresen.

Ezúton is szeretnénk megköszönni és gratulálni az akcióban részt vevő kollégáknak az összehangolt profi munkához!

(Forrás: MVM OVIT HR és Kommunikáció)

### < Töltött tárolókkal készül Magyarország az ukrán gázstopra

2019. 05. 16.

Magyarország célja, hogy idén 100%-ig töltsse fel gáztárolóit, kihasználva a teljes, 6,3 milliárd m<sup>3</sup>-es kapacitást, készülve az ukrainai útvonal szállításainak 2020 januárjától várható visszaesésére – számolt be az S&P Global Platts Kriston Ákosra, az MVM Csoporthoz tartozó Magyar Földgáztároló Zrt. (MFGT) igazgatósági tagjára hivatkozva. Ezt a tényt ismertette írta a portfolio.hu, hogy míg az elmúlt öt évben átlagosan 40-60%-os töltöttséggel vágtak neki a télnek a magyarországi tárolók, addig idén a teljes töltöttség a cél – mondta Kriston Ákos, hozzátéve: az MFGT tarifái csökkentésével is igyekszik elősegíteni, hogy minél nagyobb mennyiségű földgáz kerüljön a tárolókba még a tél előtt. Ha az orosz Gazprom és az ukrán Naftogaz továbbra sem lesz képes megállapodni az európai gázszállításokról, az a jelenlegi,

2019 végéig érvényes szerződés kifutása után ellátási problémákat okozhat Kelet-Közép-Európában. Amennyiben Ukrajna irányából 2020 januárjától nem érkezne földgáz, megvan a valós esélye és kockázata, hogy problémákkal nézhetünk szembe – fogalmazott egy hollandiai konferencián. Kérdezték az ukrainai gáztárolás lehetőségéről is, amit Ukrajna konkrétan Magyarországnak ajánlott fel. Miként válaszából kitűnt: a kereskedők elvetették ezt az ötletet, elsősorban azon aggályra hivatkozva, hogy az ukrainai gáztárolókba kerülő, magyar fogyasztásra szánt gáz Magyarországra hozása esetleg nehézségekbe ütközhet. Emellett az ukrainai tárolók technikai adottságai sem ismertek kellő mértékben – tette hozzá Kriston Ákos.

(www.mvm.hu)



## < A geotermikus fejlesztési program egyik kutatási helyszíne Szeged lesz

2019. 04. 17.

Egy tíztagú nemzetközi konzorcium egyetlen magyar tagja lett a Szegedi Távfűtő Kft. A geotermikus fejlesztéseket támogató kutatásokkal, a lakosság tájékoztatásával foglalkoznak majd a kutatók – írta a Dél-Magyarország lap. Az európai uniós kutatási alapprogramban az izlandi, kanári-szigeteki, skót, angol, német és belga geotermikus kutatással, fejlesztéssel az alternatív energiák elterjesztésével foglalkozó kutatóintézetekkel egy programba került a Szetáv Kft. Ráadásul a program három kutatási helyszíne közül az egyik Szeged lesz.

Nemrég kezdték fúrni Szegeden a geotermikus kutakat, amelyek révén zöldenergiával fűtik majd a várost. Az ott szerzett tapasztalatokat is összegzi majd az Európai Unió. Azt vizsgáljuk, hogyan lehet a zöldenergia fontosságát elterjeszteni, főleg a közép-európai régióban – magyarázta Kóbor Balázs, a szolgáltató ügyvezetője. Az idén ősszel induló projektben a Szetáv a konzorcium által kidolgozott újszerű eljárásokat teszteli. A program három évig tart, ezalatt érkeznek ide külföldi kutatók.

(www.mvm.hu)



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ.

## < Megkezdte működését az NKM Energia Zrt.

2019. 07. 01.

Az NKM földgázszolgáltató és áramszolgáltató társasága összeolvadással egyesült, az új cég neve NKM Energia Zrt. Az új céget a cégbíróság 2019. június 30-i hatállyal bejegyezte. A társaság elnök-vezérigazgatója Hiezl Gábor lett. Az ügyfeleknek nincs tennivalója, a magasszintű energiaszolgáltatást a továbbiakban az új társaság biztosítja, amely így Magyarországon egyedülálló módon nyújt egyszerre földgáz és villamos energia szolgáltatást az ország egész területén.

Az NKM folyamatosan tájékoztatja mind az egyetemes szolgáltatásban, mind a versenypiacon kiszolgált ügyfeleket a változásról. Az első hivatalos tájékoztatókat június

elejétől a számlákkal kapták kézhez az ügyfelek. A teljes kereskedelmi üzletág egy pontba szervezésével tovább folytatódik a társaságcsoporthoz villamos energia és földgáz üzletágai közötti szinergiák erősítése, az ügyfelek biztonságos és magas színvonalú ellátása, és a modernizáció. Az egyesüléssel nem változtak az ügyfél-azonosítók, a számlázás ritmusa, a díjtérítési időszakok, sem a folyószámla-azonosítók és a csoportos beszedési megbízások érvényessége. A cégjogi egyesüléssel a minőségi ellátás zavartalan marad, sőt tovább egyszerűsödik, az ügyfeleknek nincsen teendője sem áram-, sem földgázszolgáltatás terén.

(www.nemzetikozmuvek.hu)

## < Stratégiai megállapodást kötött az MVM a Milton Friedman Egyetemmel

2019. 05. 10., 14.

Az elektromobilitás, a pénzügyi innováció és a digitális diplomácia mellett az oktatás és a tudásmenedzsment kihívásait vitatták meg kormányzati és gazdasági szakértők, a tudomány képviselői azon a konferencián, amelyet a Milton Friedman Egyetem a versenyképességről szervezett. A zetapress.hu, majd a trademagazin.hu beszámolója szerint Szatmári Péter, a Milton Friedman Egyetem megbízott rektora jelezte: a rendezvénysorozat kifejezi az egyetem megújuló brandjét. Örömet fejezte ki, hogy a Milton Friedman Egyetem és az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. stratégiai megállapodást köt. A két fél közösen dolgozik okosmegoldások kialakításán, amelyeknek köszönhetően az egyetem hallgatói számára a digitalizáció és innováció minél szélesebb körben elérhetővé válik – mondta a rektor. Bártfai-Mager Andrea, a nemzeti vagyon kezeléséért felelős tárca nélküli miniszter az állami cégek szerepét tekintette át a versenyképesség és innováció összefüggésében. „A versenyképesség és innováció ugyanolyan fontos és kiemelt

szerepet kap az állami szférában is. Digitalizáció nélkül az állami vállalatok – még azok is, amelyek jelenleg az élen állnak – elveszíthetik versenyképességüket” – emelte ki.

Kóbor György, az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. elnök-vezérigazgatója az energetika jövőjét elemezve vázolta a legfontosabb innovációs irányokat. Kitért arra: a megváltozott piaci és technológiai környezet, illetve az átalakult felhasználási szokások miatt minden eddiginél fontosabb, hogy a lehető leggyorsabban tudjunk reagálni az új kihívásokra. Az energetikai nagyvállalatok számára a siker zálogát a folyamatos innováció, a digitalizáció és a magasabb hozzáadott értékkel járó szolgáltatások fejlesztése jelenti. Ezt követően Szatmári Péter és Kóbor György stratégiai megállapodást írt alá az okosmegoldások, az e-mobilitás, a fintech innováció és az informatikai biztonság fejlesztéséről, informatikai szakmérnökök képzéséről, a duális képzés kiépítéséről az egyetem és az MVM Zrt. között.

(www.mvm.hu)

## < A legjobb munkahelyek között az MVM

2019. 04. 15., 26.

A legjobb munkahelyek idén is átvehették a Randstad Award elismerést. „Büszkék vagyunk rá, hogy a 150 hazai nagyvállalat részvételével készült Randstad Employer Brand Research 2019-es eredményei alapján az MVM lett a legvonzóbb munkaadó az energetika és közműszolgáltatás szektorban” – közölte a Facebook-on tett bejegyzésében a vállalat. A hírről több más portál mellett utóbb a Szabad Föld is írt.

(www.mvm.hu)





# HÍREK AZ ATOMENERGETIKÁRÓL

Mayer György

## < Biztonságosak a hazai nukleáris létesítmények

A hazai nukleáris létesítmények tavaly is biztonságosan üzemeltek, 2019-ben az új blokkokkal kapcsolatban is további jelentős feladatokra számít a nukleáris hatóság, valamint a nemzetközi felülvizsgálatokon is jól vizsgázott Magyarország – hangzott el az Országos Atomenergia Hivatal évindító sajtótájékoztatóján.

Az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) 1816 ellenőrzést végzett és 1601 engedélyt adott ki, miközben a hazai nukleáris létesítményekben 25 jelentésköteles esemény, ebből 15 a Paksi Atomerőműben történt – hangzott el az évértékelő sajtótájékoztatón, Budapesten.

A tavalyi év egyik legnagyobb érdeklődést kiváltott kérdéséről szólva Fichtinger Gyula főigazgató hangsúlyozta, hogy a Duna alacsony vízállása és a nyári magas hőmérséklet együttesen sem volt hatással a Paksi Atomerőmű nukleáris biztonságára. Az atomerőmű a nukleáris biztonsági követelményeket mindvégig betartotta. Mindamellett fontos hangsúlyozni, hogy olyan tartályok és technológiák állnak rendelkezésre, amelyek biztosítják, hogy a tavalyi szélsőségesebb időjárási viszonyok – rendkívüli meleg, alacsony vízállás – között is garantált a Paksi Atomerőmű biztonsága. Egyébként – tette hozzá a főigazgató – a vízhőmérsékletre vonatkozó korlátok betartása környezetvédelmi kérdés.

Az új blokkok előkészületeiről a főigazgató jelezte, hogy a felvonulási épületek engedélyezése folyik. A Paks II. Zrt.

kérelmére módosították az erőmű-beruházási központ-ra vonatkozó építési engedélyt, valamint két felvonulási épületet engedélyeztek, továbbá egy harmadik eljárás is folyamatban van. Az új blokkok építési munkálatait a jelenleg érvényes jogszabályok szerint a létesítési engedély birtokában lehet majd megkezdeni. A jelentős területű, várhatóan mintegy 300 ezer oldalas engedélykérelem elbírálására legfeljebb 15 hónap áll majd rendelkezésre.

Fichtinger Gyula kérdésre válaszolva jelezte, hogy a Paksi Atomerőmű négy blokkjára vonatkozó jelenlegi 20 éves üzemidő-hosszabbítás további élettartam-hosszabbításának két korlátja van. Egyrészt a jelenleg hatályos jogszabályok szerint az üzemidő-hosszabbítást egy alkalommal lehet elvégezni – ez megtörtént –, valamint nagyon lényeges, hogy ezt követően milyen állapotban lesznek az erőmű műszaki berendezései. Ennek igazolása az üzemeltető, vagyis a Paksi Atomerőmű feladata.

Az OAH munkatársai az év során két közmeghallgatást is tartottak, a Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tároló, valamint a Kiegészítő Kazetták Átmeneti Tárolója kapcsán.

## < Továbbra is Paks termeli a legtöbb áramot

A tavalyi évben sem változott a magyar villamosenergia-előállítás megoszlása: a bruttó hazai termelés felét ezúttal is a Paksi Atomerőmű biztosította: a négy blokk tavaly összesen 15 733,2 GWh villamos energiát termelt – derült ki a cég közleményéből.

Az elmúlt évben is magas – 89,23%-os – átlagos teljesítménykihasználással üzemelt az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. négy blokkja, így a társaság végül az üzleti tervnek megfelelő árbevétellel zárta az évet. A négyblokkos üzemelés kezdete (1987) óta 2018-ban volt a legalacsonyabb az egyéni és a kollektív dózis – de minden eddiginél kisebb lett a WANO (Atomerőművet Üzemeltetők Világszövetsége) munkabaleseti mutatója is.

Pekárik Géza, az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. vezérigazgatója szerint: nem volt könnyű év a tavalyi, de végül sikeresen úrrá lettünk minden problémán, és nemcsak megoldottuk őket, de sokat tanultunk is belőlük. A három éve bevezetett 15 hónapos üzemelési ciklusnak (C15) köszönhetően kimagasló, 98%-os

rendelkezésre állást produkált a 4. blokk. Működésünk hatékonyságának és biztonságosságának fejlesztésével az üzemidő-hosszabbítási folyamat lezárását követően sem állunk le: az idei évben folytatjuk a világ legjobb atomerőműveiben már sikeresen alkalmazott ún. Sztenderd Nukleáris Működési Modell bevezetését. Az új modell a jövőre készít fel, megalapozza az üzemidő végéig fenntartható fejlődés alapjait, és reményeink szerint megoldást nyújt azokra a hamarosan jelentkező feladatokra is, amelyek a következő években várható nagy létszámú nyugdíjazásokból, vagy éppen a berendezések folyamatos használatával járó kihívásokból erednek.

(Forrás: MVM Paksi Atomerőmű Zrt.)

## < OAH: Lezárult az atomerőmű Időszakos Biztonsági Felülvizsgálata

A hazai jogszabályok értelmében a nukleáris létesítményeknél 10 évente Időszakos Biztonsági Felülvizsgálatot kell végezni, amelynek eredményeit jelentésben foglalja össze az engedélyes. Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. 2017. év végén nyújtotta be jelentését az Országos Atomenergia Hivatalnak.

Az eltelt időszakban az OAH értékelte, hogy a felülvizsgálatot a jogszabályi követelményeknek megfelelően végezték el, a feladatokat és a határidőket kellően körültekintően határozták meg. Ennek a hatósági értékelésnek a lezárására került sor 2019. január 30-án, amely egyúttal az atomerőmű elmúlt tíz éve lezárásának is tekinthető, kijelölve a következő 10 év meghatározó feladatait.

A nemzetközi követelményeket is magában foglaló jogszabályok előírásai alapján a felülvizsgálat kiterjedt a nukleáris létesítmény, annak rendszerei és rendszerelemei állapotában bekövetkező változások azonosítására és értékelésére, a telephely változásaira, a tudomány eredményeiből, nemzetközi gyakorlatból és

a műszaki fejlődésből, továbbá a paraméterek monitorozásából következő új ismeretek, tények értékelésére. A műszaki területen túl az atomerőmű szakemberei áttekintették az adminisztratív és humán szakterületet is.

A hatósági felülvizsgálat az Időszakos Biztonsági Jelentésen kívül egy másik feladatcsoportot is áttekintett: a 2011-ben végrehajtott, a fukushimai balesetet követő Céltott Biztonsági Felülvizsgálat (stressz-teszt) fennmaradó feladataira is kiterjedt az értékelés. A jelentést elfogadó hatósági határozatban az OAH fenntartotta a folyamatban lévő intézkedések végrehajtásának szükségességét.

(Forrás: OAH)



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ.



## < FORATOM: 2019 prioritásai a klímaváltozás, a fenntarthatóság és a munkahelyek

Az európai nukleáris ipar szakmai szervezete, a FORATOM – amelynek a Magyar Atomfórum Egyesület is tagja – vezetői az év elején ismertették a szervezet 2019. évi munkájának központi témáit. Rámutattak, az atomenergia megkerülhetetlen a klímavédelemben. Az atomenergia CO<sub>2</sub>-kibocsátása alacsony és megbízható alapellátást biztosít. Már az EB is megerősítette, a megújulók mellett számítanak az atomenergiára a karbonmentes energiarendszerben.

Az idén a FORATOM 3 témára koncentrál:

### Klimaváltozás

A nukleáris ipar továbbra is részt vesz a szén-dioxid-kibocsátás-csökkentési programokban, bemutattva, hogyan segíti az atomenergia a célok elérését, mialatt ott és akkor biztosítja a megfizethető villamos energiát, ahol és amikor erre szükség van.

### Fenntarthatóság

A FORATOM szerint a fenntarthatósági döntéseknek a teljes termelési ciklust jellemző objektív kritériumokra

(pl. földterület használata, a nyersanyagok elérhetősége és a légkörszennyezés) kell támaszkodni, s nem előítéletekre. Ebben az atomenergia előnye, hogy nem igényel nagy földterületet, sem nagy mennyiségű nyersanyagot a működéséhez.

### Munkahelyek

A FORATOM hangsúlyozza, hogy az európai nukleáris ipar sok munkahelyet tart fenn. E témában átfogó tanulmány készül. A magasan képzett munkaerő megtartása érdekében széles körű összefogással szeretnék a fiatal generációt bevonni az atomenergetikába.

(Forrás: Magyar Atomfórum Egyesület)

## < Jövőre új kamra nyílhat a bátaapáti Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolóban

Jövőre megnyílna a Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló második kamrája, ahol új technológiával, kisebb költséggel helyezik el a Paksi Atomerőmű kis és közepes aktivitású hulladékait – mondta a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. ügyvezető igazgatója Bátaapátiban.

Kereki Ferenc a környékbeli önkormányzatokat tömörítő Társadalmi Ellenőrző és Tájékoztató Társulás információs napján tartott sajtótájékoztatón hozzátette: a tároló harmadik kamrájának bányászati munkálatai befejeződtek, a következő lépésben a technológiát 700 millió forintos beruházással építik ki – tudósított a Tőzsdefórum, a magyar-nemzet.hu, a pakspress.hu/MTI. A föld alatti létesítménybe eddig 6536 hordónyi hulladékot szállítottak az atomerőműből, ebből 4833 hordót a tároló egyes kamrájában már el is helyeztek. A második kamrában már új módszerrel, a mainál költséghatékonyabb és helytakarékosabb technológiával helyezik el a hulladékot. Miközben az egyes kamrában a rendelkezésre álló térfogat 18%-át foglalta el a hulladék, a kettes kamrában a tér 51%-át használják ki.

A telepaks.net portálon Lovászi Krisztián cikke részletesen ismertette az új módszer lényegét: eszerint négy darab 200 literes fémhordó kerül egy vékony falú, merevített fémkonténerbe, a hordók és a konténer fala közötti teret pedig folyékony radioaktív hulladékkal kevert cementpépkel töltik ki. Ezzel az eddigi holtteret is ki lehet használni. Kereki Ferenc szerint az így előállított kompakt hulladékcsoomagok elhelyezése a kettes kamrában, öt sorban és hat oszlopban történik majd. Hozzátette, az új technológia bevezetésénél számos feladatot kell elvégezni: jelenleg az új csomagokat mozgó targonca beszerzése zajlik, ez elengedhetetlen a próbához, amelyet a hatóság előtt kell elvégezni, és alapfeltétele annak, hogy bevezethessék az új technológiát. (Forrás: www.mvm.hu)

## < Magyar fotós rangos elismerése

Megnyitották az ASZE Mérnöki Vállalat nemzetközi fotópályázatának legjobb munkáit bemutató kiállítást – magyar fotós is a díjazottak között.

A Roszatom állami atomenergetikai konszernhez tartozó ASZE Mérnöki Vállalat „ASZE: Emberek, természet, technológiák” címmel meghirdetett nemzetközi fotópályázatára beérkezett legjobb munkákból nyílt kiállítás áprilisban Moszkvában. E kiállítás egy izgalmas „utazás” lehetőségét teremti meg azokba az országokba, amelyekben az ASZE Mérnöki Vállalat atomerőműveket épít, és alkalmat ad egyrészt annak megismerésére, hogyan élnek egymás mellett az emberek, a vadon élő állatok és a csúcstechnológia, másrészt fotók által rácsodálkozhatunk a világ sokszínűségére.

A fotóriporterek számára hirdetett verseny nemzetközi bírálóbizottsága meghatározta az ASE International Photo Awards – 2019 versenyre beérkezett legjobb 24 munkát. A verseny győztesei között van Alekszej Geraszimenko, a Gomelszkaja Pravda újságírója (Belarusz Köztársaság), Kiss G. Péter, a Paks-Press Hírügynökség főszerkesztője, Vikram Reddy, az Indiai Atomerőművi Vállalat nukleáris mérnöke (India) és Mirza Shakil, a Daily Star riportere (Banglades). Az ASZE által szervezett versenyre több mint száz fénykép érkezett a Belarusz Köztársaságból, Bangladesből, Magyarországról, Indiából és Egyiptomból. A magyar fotós két képét választották a legjobb 24-be.



A fényképeket a következő kategóriákban lehetett nevezni: A jövő energiája, Portré, Épített környezet, Természet. A versenyre fényképet és fotósorozatot, illetve mobiltelefonnal készített fényképeket is be lehetett nevezni. A verseny legjobb képeiből készült kiállítás megtekinthető az ASZE honlapján: TOP-24 ASE International Photo Awards 2019. (Forrás: Roszatom)

## < Szocsiban tanácskoztak az atomipar képviselői

Szándéknyilatkozatokat írt alá az MVM Zrt. és a Rusatom Service Rt., valamint a Dunaújvárosi Egyetem és a Rusatom Nemzetközi Hálózat április közepén Szocsiban, a XI. Atomexpón.

Az MVM Zrt. és a Rusatom Service Rt., a Roszatom orosz állami atomenergetikai konszern tagvállalata vegyesvállalat alapításáról írt alá részletes szándéknyilatkozatot (term sheet). Eszerint mindkét alapító azonos, 50-50%-os tulajdoni hányaddal rendelkezik majd, az új vállalat erőművek számára – beleértve az atom- és hagyományos hőerőműveket is – karbantartási szolgáltatást nyújt majd.

A Roszatom nemzetközi szervezete, a Rusatom Nemzetközi Hálózat és a Dunaújvárosi Egyetem között létrejött együttműködési szándéknyilatkozat alapot teremt a két fél együttműködéséhez a tudományos kép-

zés területén. Az együttműködés kiterjed előadások, szemináriumok szervezésére és lebonyolítására, közös tananyagok létrehozására, diákcseraprogramok kezdeményezésére orosz egyetemekkel és egyéb területekkel. A felek arról is megegyeztek, hogy megvizsgálják az atomenergetikai ipari szakemberek képzését célzó szakindításának lehetőségét a Dunaújvárosi Egyetemen.

Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Alkotó Energia programja az Atomexpo Awards díjátadó gálán fődíjat kapott a lakossági kommunikáció kategóriában, ahol 14 jelöltből végzett az első helyen. (Forrás: MTI)



## < Új, még biztonságosabb üzemanyaggal kísérleteznek

A Roszatom január végén megkezdte az orosz és a külföldi könnyűvízes reaktorok számára kifejlesztett baleset-álló (toleráns) nukleáris üzemanyag tesztelését.

A balesetálló üzemanyag (ATF) tesztelését az Uljanovszki területen lévő Dimitrovgrádban, az Atomreaktorok Állami Kutatóintézetének MIR-kutatóreaktorában végzik. A Roszatom nukleárisüzemanyag-gyártó vállalata, a TVEL fejleszti és vezeti be a piacra az úgynevezett toleráns üzemanyagot, amely ellenáll a tervezési alapon túli, rendkívül kis valószínűségű súlyos atomerőművi balesetben fellépő hatásoknak is.

A TVEL leányvállalatánál, a Novoszibirszki Vegyi Üzemben gyártott két kísérleti üzemanyag-kazetta méreteiben egyezik az orosz VVER- és a nyugati nyomottvízes PWR-atomerőművekben használatos kazettákkal, amelyek négy különböző burkolatanyag-kombinációval és üzemanyagmátrixszal rendelkeznek.

A tervek szerint 2019-ben fejeződik be a toleráns üzemanyag kísérleti reaktorban végzett tesztelésének első szakasza, majd a tesztteredmények kiértékelése. A kapott adatok alapján meghatározzák az üzemanyagpálcák optimális anyagösszetételét, illetve a nyomottvízes reaktorok aktív zónájának konfigurációjára jellemző

specifikus neutronfizikai paramétereket. A következő fontos szakasz során a kísérleti toleráns üzemanyag-kazettákat Oroszország valamelyik üzemelő atomerőművének reaktorában is tesztelik.

A toleráns vagy balesetálló üzemanyag (angol nevén ATF – Accident Tolerant Fuel) olyan üzemanyag, amely ellenáll egy súlyos, nem tervezhető, a hűtőközeg elvesztéséből fakadó hipotetikus atomerőművi baleset során fellépő hatásoknak is. Hosszú időn keresztül képes ellenállni az aktív zóna hűtésének zavarából fakadó extrém hőmérséklet-emelkedésnek, és nem következik be hidrogénfelszabadulást okozó cirkónium-vízgőz reakció sem. A toleráns üzemanyag használata rendszerbiztonsági, illetve az atomenergetika általános biztonsága szempontjából egy új minőségi szintet jelent.

A TVEL üzemanyaggyártó vállalatnak a toleráns üzemanyaggal kapcsolatos kutatásait, a tervezést és a tesztelést a Bocsvár akadémikus nevét viselő szervetlen anyagok csúcstechnológiai tudományos kutatóintézete szervezi, illetve koordinálja.

(Forrás: Roszatom)

## < Sikeresen működik Paks II. referenciablokkja

A Leningrádi Atomerőmű VVER-I200-as reaktorral szerelt új blokkja április elejéig több mint 5 milliárd kWh elektromos energiát termelt.

Az egységes orosz villamosenergia-hálózatra kapcsolása, azaz 2018 óta a Leningrádi Atomerőmű II-es kiépítés I. blokkja meghaladta az 5 milliárd kWh áramtermelést, az április 3-ai állapot alapján a VVER-I200-as reaktorral szerelt egység termelése elérte az 5,7 milliárd kWh-t.

Az új erőmű által termelt villamos energia hozzájárul Oroszország északnyugati régiójának fejlődéséhez, ahol számos nagyberuházási projektet valósítanak meg. A becslést adatok alapján arra számítanak, hogy a blokk kereskedelmi üzembe állásával a régió konszolidált költ-

ségvetésében pótlólagos adóbevételként több mint 3 milliárd rubel jelentkezik majd. Szosznovij Bor város lakosai számára az új erőmű közelsége nemcsak munkahelyeket jelent, hanem a legalacsonyabb távhőköltséget is.

A Leningrádi Atomerőmű II-es kiépítés I. blokkjának generátorát 2018. március 9-én kapcsolták a hálózatra, majd ezután végezték el a tesztelést és a teljesítmény növelését a különböző, 30% és 100% teljesítményszintek között. A blokk 2018 októberében állt kereskedelmi üzembe, és az új évben már a piacon is megjelent az itt

termelt energia. Ennek köszönhetően a Leningrádi Atomerőmű 5,05%-kal túlteljesítette a 2018-as tervet, ami a Roszenergoatom konszern számára új rekordot jelentett.

A Leningrádi Atomerőmű esetében a villamosenergia-termelésre előírt terv szerint 28 milliárd 30 millió kWh-t kell előállítania, ez 2%-kal magasabb a 2018-as szintnél. Ugyanakkor a villamos energia legnagyobb részét – közel 30%-ot – az új erőmű fogja megtermelni. A régi, 1000 MW-os blokkokkal összehasonlítva a II. kiépítés keretében megépült 3+ generációs blokk számos előnyt tudhat magáénak,

amelyek jelentősen növelik az új erőmű gazdasági teljesítményét és biztonságát. A blokk villamosenergia-teljesítménye például 20%-kal, 1000-ről 1200 MW-ra nőtt; a főberendezés élettartama pedig megduplázódott, 30-ról 60 évre. Az egység nukleáris biztonsági szempontból megfelel a legmagasabb nemzetközi követelményeknek.

A Leningrád II-es projekt a Roszatom nemzetközi projektjeinek esetében – Paks II., a Belarusz Atomerőmű, az egyiptomi El-Dabaa, a finn Hanhikivi-I és mások – referenciablokként szolgál.

(Forrás: Roszatom)

## < Paks II.: Sikeres elbírálásra készülnek

Pakson jelenleg mintegy százötven mérnök dolgozik azon, hogy az engedélykérelmek olyan állapotban legyenek, amikor már beadhatóak lesznek az Országos Atomenergia Hivatalhoz – mondta Süli János, a Paksi Atomerőmű két új blokkjának tervezéséért, megépítéséért és üzembe helyezéséért felelős tárca nélküli miniszter március közepén az Energiagazdálkodás a XXI. században című budapesti konferencián.

Az Energiagazdálkodás a XXI. században, a HG Média konferenciáján az átalakuló hazai energetikai piac tervei, kihívásai voltak terítéken. Süli János a bővítés ütemtervének csúszásával kapcsolatban kifejtette, hogy az orosz tervek komoly átdolgozást igényelnek, és a magyar fél úgy kívánja azokat benyújtani az Országos Atomenergia Hivatalnak, hogy 99%-ban biztosak lehessenek az engedélyeztetés sikerében.

Mint jelezte, ehhez a Nemzetközi Atomenergia-ügynökség hozzávetőleg száz szakértőjének véleményét is kikérlik. Szerinte azért is tart ilyen hosszú ideig az előkészítés, mert csak akkor akarják az engedélykérelmet beadni, amikor gyakorlatilag biztosra vehető a sikeres elbírálás.

A Paks II.-projekttel kapcsolatos 2009-es parlamenti döntés óta időközben szétfoszlott a többpárti támogatás, ellenszélben dolgozunk – fogalmazott. Szavai szerint azóta sem változott a helyzet, az atomerőmű új blokkjaira szükség van. Az erőműparkunk elavult, cserére érett az erőművek jelentős része, miközben a villamosenergia-igény nagyjából évi 1,5%-kal növekszik, és a napi csúcsterhelés is jelentősen megnövekedett.

A Paks II.-projektről részletesebben szólva kitért arra, hogy az építéshez nagyjából 6000 engedélyre van szükség, ebből mintegy 320-szal már rendelkeznek. A létesítési engedélykérelem beadásán folyamatosan dolgoznak, a jelentős terjedelmű (várhatóan mintegy 300 ezer oldalas) engedélykérelem elbírálására és a megal-

pozott döntés meghozatalára az Országos Atomenergia Hivatalnak legfeljebb 15 hónap áll majd rendelkezésre.

A hazai helyzetről szólva többek között jelezte, hogy a fogyasztói igényeket a hazai termelés mellett átlagosan 30% importtal együtt lehet biztosítani, de volt olyan téli időszak, amikor 54% volt az import részaránya. Mindeközben azt is látni kell, hogy az európai erőműpark is hasonló helyzetben van, mint a hazai, vagyis jelentős része szintén elavult, és nem biztos, hogy hosszú távon is biztosítani tudjuk a szükséges importot – fűzte hozzá Süli János.





## HÍRVILÁG – KITEKINTŐ

Mayer György

### < Okostelefonnal lehet leolvasni a villanyórát

Az ELMŰ-ÉMÁSZ-cégcsoport több mint 2,3 millió ügyfele (ez nagyjából 4 millió embert jelent) számára biztosítja az energiaellátást és az ahhoz kapcsolódó infrastrukturális szolgáltatásokat. A cég folyamatosan azon dolgozik, hogy a szolgáltatások automatizációjának és a folyamatok robotizációjának segítségével ügyfeleik számára a XXI. század digitális elvárásainak megfelelő szolgáltatást nyújtsanak – hangzott el a cégcsoport új, digitális fejlesztéseit bemutató márciusi sajtótájékoztatóján.



A villamos energia használata rendkívül kényelmessé teszi a háztartási berendezések használatát. Az egyetlen kényelmetlenséget a fogyasztásmérő éves/havi leolvasása jelentette a felhasználóknak. Ezek az idők most elmúltak. Az ELMŰ-ÉMÁSZ EnergiApp mobilalkalmazás szükségessé teszi, hogy a leolvasóra kelljen várni.

A XXI. század elején az okostelefonok világában ügyfeleink joggal várhatják el, hogy kiszolgálásuk a lehető leggyorsabb és legkényelmesebb módon történjen, hiszen ma már egyre kevesebben keresik a papíralapú megoldásokat. Rohamosan nő azon ügyfelek száma, akik a személyes ügyintézés helyett a mobilalkalmazáson alapuló ügyintézés részesítik előnyben – mondta a rendezvényen dr. Marie-Theres Thiell, az ELMŰ-ÉMÁSZ igazgatósági elnöke.

A cégcsoport ezeket a szempontokat tartotta szem előtt, amikor kifejlesztette elektronikus ügyintézés támogató rendszereit. Jelenleg havonta majd 1 millió elektronikus ügyintézés (pl. mérőóraállás bejelentése, részfogyasztás módosítása, elektronikus fizetési tranzakció stb.) zajlik a vállalat elektronikus csatornáin keresztül, és az alkalmazás segítségével várhatóan ez a szám növekedni fog.

A most bemutatott EnergiApp alkalmazás segítségével a fogyasztók telefonjukon keresztül jelenthetik be a mérőállást. Az ügyfelek egy kattintással fényképet készíthetnek, amelyet az applikáción keresztül (<https://elmuemasz.hu/egytemes-szolgaltatas/ugyintezes/ugyintezesi-modok/mobilalkalmazasok/elmue-masz-energi-app>) juttathatnak el a társasághoz, így az alkalmazás használatával minimálisra csökken a hibás mérőállás-közlés lehetősége.

### < Bővíti szolgáltatásait az ELMŰ-ÉMÁSZ

Energiahatékonysági tanácsadási szolgáltatásokkal, energiamonitoring és energiagazdálkodási szoftverek által támogatott energioptimalizálási megoldásokkal egészül ki az ELMŰ-ÉMÁSZ által nyújtott szolgáltatási portfólió.

Április 1-jén lezárult a Get Energy Solutions Kft. többségi részesedésének megvásárlása az ELMŰ-ÉMÁSZ-csoport leányvállalata, az ELMŰ-ÉMÁSZ Solutions Kft. által. Az érintett társaságok stratégiai együttműködése alapján közös vállalatban folytatják a közepes és nagyvállalatok, illetve intézmények számára a fenntartható energiagazdálkodással kapcsolatos tanácsadási tevékenységüket.

Tóth Zoltán, a Get Energy ügyvezetője – aki április 1-jétől az ELMŰ-ÉMÁSZ Solutions Kft. Au-dit&Consultancy és Energiamanagement termékvonalaának vezetője – szerint: a világgazdaság folyamatos bővülése és az emberiség számának növekedése miatt folyamatosan és jelentősen nő a világ energiaigénye. Ezzel párhuzamosan pedig egyre aggasztóbb jeleket tapasztaljuk a klímavál-

tozásnak, ami az egyik legjelentősebb veszéllyé vált az emberiség számára. Az elkövetkező évek, évtizedek legfontosabb feladata ezen két folyamat kontrollálása, az egyensúly megteremtése.

Az ELMŰ-ÉMÁSZ-cégcsoport több mint 125 éve biztosítja a villamos energiát a magyarországi fogyasztók jelentős része számára, az elmúlt években pedig jelentős fejlesztéseket hajtott végre a fenntartható energiagazdálkodás érdekében. Céljuk, hogy az energiahatékonyság fokozásával, a megújuló szerepének növelésével, az energia termelésének és használatának monitoring-jával és elemzésével megtakarításokat érjenek el mind az energiafelhasználásban, mind az ezzel összefüggő szén-dioxid-kibocsátásban.

(Forrás: ELMŰ-ÉMÁSZ)

### < Megnyitották kapuikat a Veolia fűtőművei

Az idei távhőszolgáltatás napján három helyszínen, Cegléden, Érden és Siklóson nyitotta meg kapuit a Veolia Energia Magyarország Zrt. a nagyközönség előtt. A társaságcsoport 2015-ben csatlakozott először a Magyar Távhőszolgáltatók Szakmai Szövetségének (MATÁSZSZ) kezdeményezéséhez, amelynek azóta is minden évben aktív szereplője.

Az esemény célja testközelből szemléltetni a távhőrendszerek működését, valamint minél szélesebb körben bemutatni azok biztonságos, költséghatékony és fenntartható üzemeltetési mechanizmusait. A távhőszolgáltatás napját idén április 12-én ünnepeltük, s a nyílt nap keretén belül idén Cegléden, Érden és Siklóson fogadtak általános iskolásokat és társasházi közös képviselőket a létesítmények, hogy azok bejárásával közelebb hozzák az embereket a távhőtermeléshez és a távhőszolgáltatáshoz.

A távhőszolgáltatás napján az intézményekbe látogatók tájékoztatást kapnak a Távhő Ökocímke jelentéséről, annak háttéréről és fontosságáról is. A zöld védjegyet a Magyar Távhőszolgáltatók Szakmai Szövetsége hozta létre azzal a céllal, hogy a háztartási gépek széles körben ismert energiacímkeihez hasonlóan mutassa be a távhőrendszerek környezetvédelmi fenntarthatóságát és energiahatékonyságát.

A vállalatcsoport jelenleg több mint 1000 főt foglalkoztat, országosan több mint 250 üzemeltetett telephelyen van jelen, konszolidált árbevétele 2016-ban 52,8, 2017-ben pedig 55,1 milliárd forint volt. A csoport 50 hazai önkormányzat több létesítményét, 85 állami és középületet, 32 egészségügyi intézményt és 57 ipari telephelyet lát el energiával. Emellett az általuk üzemeltetett távhőszolgáltatók 13 városban immár 13,6 ezer lakás távfűtéséről gondoskodnak, miközben országsszerte a vállalat további, közel 117 000 lakossági és intézményi ügyfél számára termel hőenergiát. Éves hőenergia-termelése meghaladja a 7690 TJ-t, és évente több mint 1092 GWh villamos energiát állít elő, továbbá egy 44 gázmotorból álló, összesen 51 MW kapacitású virtuális erőművet kitevő országos rendszert üzemeltet.

(Forrás: Veolia)



## < Új lehetőségek az energiatárolásban

Az ABB és a SUSI Partners együttműködik a mikrogrid- és az energiatárolási projektek megvalósításában. A szövetség célja, hogy a két fél kiaknázza az ABB AbilityTM-alapú mikrogrid- és energiatárolási megoldásokat, valamint a tiszta energetikai infrastruktúrák finanszírozása terén meglévő szaktudást.

Az együttműködés keretében az ABB az ABB Ability-TM-re épülő mikrogrid technológiáját és az akkumulátorra alapozott energiatárolási rendszereit szállítja, míg a SUSI az energiatárolási projektekre szakosodott Energy Storage Fundon keresztül összeállítja és finanszírozza a projekteket. Az Energy Storage Fund 100 millió euró

olyan tőkevagyonnal rendelkezik, amit a tiszta energia infrastruktúrájának fejlesztése terén kíván befektetni.

A globális energetikai átalakulás új kihívásokat és lehetőségeket teremt a villamosenergia-ágazat számára. Ezek sorába tartoznak a villamos energia rendelkezésre állásának biztosítása, az egyre több, különböző és növekvő számú energiaforrásra épülő, egyre összetettebb energiahálózat irányítása, valamint a megújuló energiaforrások magas részaránya. További kihívást jelent az energiaszektor számára, hogy az ipari és a kereskedelmi telephelyek olyan alternatívákat keresnek, amelyek segítségével optimalizálni tudják a költségeiket és minimálisra tudják csökkenteni a kibocsátásukat.

Ezek a kihívások lehetőségeket teremtenek az innovatív mikrogrid- és energiatárolási alkalmazások számára. Az ABB piacvezetőnek számít ebben a szegmensben. Világszerte már több mint 40, az alkalmazások széles körét alkalmazó mikrogridrendszert épített ki, amelyek távoli helyeken élő közösségek, szigetek, közüzemek és ipari parkok számára biztosítanak villamos energiát.

(Forrás: ABB)



## < Szélerőműben erősít az ALTEO

Az ALTEO Csoport április elején üzletrész-adásvételi szerződést írt alá a Raiffeisen Energiaszolgáltató Kft.-vel, amelynek értelmében az EURO GREEN ENERGY Fejlesztő és Szolgáltató Kft. 100%-os üzletrészesének tulajdonjoga az ALTEO Csoportra szállhat át, a szerződésben foglalt ún. zárási feltételek teljesülése esetén.

A szerződés az akvizíciós folyamat első lépése, az ügylet zárásának eredményeként a vállalatcsoport egy 13 toronyból álló, 25 MW összteljesítményű szélerőműpark tulajdonjogát szerzi meg a Győr-Moson-Sopron megyei Bőny térségében. A projektet az ALTEO részben a 2019. március 25-én lezárult 2 milliárd forintos zárt körű tőkeemelés során befolyt összegből tervezi finanszírozni.

A mostani akvizícióval, a kivitelezés alatt álló nap-erőművi beruházások lezárásával, illetve a már az ALTEO birtokában lévő egyéb, megújuló energiát hasznosító erőművek teljesítményével együtt a társaság

megújuló energiaforrásokat hasznosító erőművi portfóliójának kapacitása meghaladja majd az 55 MW-ot. Ehhez hozzáadva a megközelítőleg 50 MW-os földgáz-erőművi kapacitást, az ALTEO Csoport villamosenergia-termelő kapacitása meg fogja haladni a 105 MW-ot is, ami jelentős növekedést jelent a vállalat életében.

Ifj. Chikán Attila, az ALTEO vezérigazgatója szerint a megkezdett akvizíció szorosan illeszkedik az ALTEO stratégiájába, amelyben a megújuló energiaforrásokat hasznosító, illetve a magas hatásfokú földgázalapú erőművek tulajdonlása és működtetése kiemelt szerepet kap.

(Forrás: ALTEO)

## < Bemutatták a világ első 12 méteres elektromos önvezető buszát

A szingapúri Nanyangi Műszaki Egyetemen (NTU) bemutatták a világ első, 12 méter hosszú, teljesen elektromos meghajtású, 40 üléses, önvezető buszát. A projekt sikeréhez jelentősen hozzájárult az ABB nehézjárművek töltéséhez kifejlesztett két HVC-töltője is.

A projekt az NTU, a Land Transport Authority (LTA) és a Volvo Buses önjáró busztechnológiák fejlesztését célzó együttműködés része. A program jelenlegi, az önjáró busz próbáira fókuszáló fázisában azt bizonyítják, hogy a járművel ugyanolyan rögzített útvonalú, menetrend szerinti szolgáltatást lehet megvalósítani, mint Szingapúr jelenlegi autóbuszos tömegközlekedési szolgáltatásai.

Az ABB 300 kW DC teljesítményű HVC 300P villámtöltő rendszere 3-6 perc alatt képes feltölteni a busz akkumulátorát. A töltőrendszer az OppCharge nyílt szabványú interfészre épül. Ezt az interfészt alkalmazzák Szingapúrban, Ázsiában és a csendes-óceáni térségben. A buszmegállóban vagy a járműtelepen kiépített töltőoszlopokra szerelt pantográfokkal csatlakoztatják

a töltőt a buszra szerelt töltősínekhez, így a töltést a buszjárat végállomásán, a jármű normál üzemének zavarása nélkül hajtják végre.

Az önvezető e-buszok egyikét az önvezető járművek tesztelésére létrehozott új kutatóállomáson, a CETRAN-ban (Centre of Excellence for Testing and Research of Autonomous Vehicles) fogják üzembe helyezni. Az NTU kampuszában felépített CETRAN Szingapúr egyik korszerű járművizsgáló létesítménye, ahol a kutatók a jövőben az új funkciókat tesztelik, és tanulmányozzák, hogy a busz hogyan működik együtt a közúton közlekedő többi járművel. A másik önvezető busz az SMRT-vel folytatott együttműködés keretében egy járműtelepre kerül, ahol tesztelési célokra alkalmazzák majd.

(Forrás: ABB)





## < Energiát tárol a Johan Cruijff ArenA

Üzembe állították Európa legnagyobb, középületben működő energiatároló rendszerét, amely újrahasznosított, illetve új elektromosjármű-akkumulátorokkal működik.



Ez az egyedülálló projekt, amelyet az Amsterdam Climate & Energy Fund (AKEF) és az Interreg is támogatott, a Nissan, az Eaton, a BAM, a Mobility House és a Johan Cruijff ArenA együttműködésében jött létre.

A 3 MW-os tárolórendszer megbízhatóbb és hatékonyabb energiaellátást, illetve felhasználást biztosít a stadion, a látogatók, a környező épületek, valamint a holland energiahálózat számára. Az Eaton villamosenergia-átalakítási technológiáját és 148 Nissan LEAF autónyi akkumulátort ötvöző energiatároló rendszer nemcsak a fenntarthatóbb energiagazdálkodáshoz járul hozzá, hanem az elektromos járművek akkumulátorainak körkörös gazdaságához is.

Az energiatároló rendszer fontos szerepet játszik az energiaellátás és az energiaigény közötti egyensúly fenntartásában a Johan Cruijff ArenA-ban. Az energiatároló rendszer teljes kapacitása 3 MW, ami több ezer háztartás áramellátásához elegendő mennyiségnek felel meg. Ez azt is jelenti, hogy az ArenA tetején található 4200 darab napelem által termelt energia is optimálisan tárolható és szükség szerint felhasználható. Az energiatároló rendszer tartalékenergiát biztosít, csökkenti a dízelgenerátorok használatának szükségességét, és tehermentesíti az energiahálózatot a koncertek során fellépő fogyasztási csúcsok kiegyenlítése révén. (Forrás: print.hu)

## < A Veolia központjába költözik a CHP-ERŐMŰ Kft. virtuális erőműve

Április 1-jétől a Veolia csoport budaörsi központjából végzi tevékenységét a CHP-ERŐMŰ Kft. villamosenergia-kereskedelmi és virtuális erőmű üzletága. A költözés jelzi, hogy a Veolia Energia Magyarország Zrt. a legnagyobb szereplők közé lépett a rendszerszintű szolgáltatások piacán is, a társaság tevékenysége pedig immáron a teljes értékláncot lefedi a magyarországi energetikai piacon.

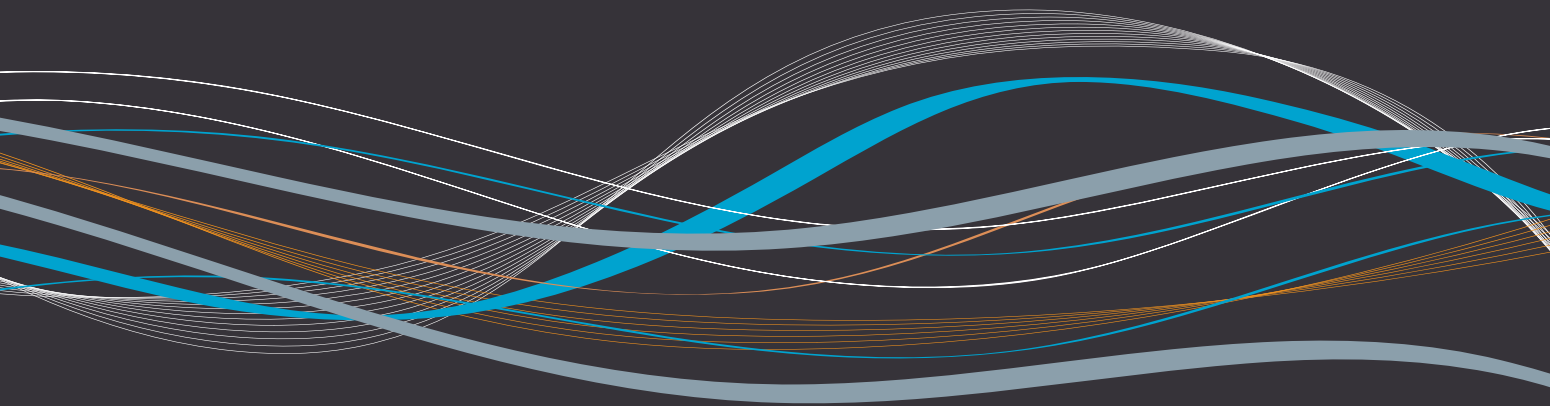
A CHP-ERŐMŰ Kft. új virtuális erőműszabályzó központjának kialakítása fontos lépés abba az irányba, hogy a Veolia az arra alkalmas erőműveit integrálja a virtuális erőműbe, hatékonyabbá téve működésüket, és tovább szélesítve a csoport szolgáltatási palettáját rendszerszintű szolgáltatások nyújtásával is.

A Veolia tavaly decemberben vásárolt 51%-os tulajdonrészt a CHP-ERŐMŰ Kft.-ben. A tranzakció eredményeképpen a cég erőmű-portfóliója tovább bővült az új-

palotai, az egri és a dunakeszi gázmotoros kiserőművekkel. Együttal a társaság a szabályozói piacra is belépett, ugyanis a CHP-ERŐMŰ Kft. a három, együttesen közel 30 MW villamosenergia-termelő egységet már korábban egy ún. virtuális erőműbe szervezte, amelybe január 1-jétől a Veolia gázmotoros erőműveit mintegy 29 MW összteljesítménnyel szintén integrálták. Az így kialakult virtuális erőmű termelésének koordinálását és irányítását végzi a most Budaörsre átkerült szabályzóközpont.

(Forrás: Geotherm Hungary Kft.)





MVM Magyar Villamos Művek Zrt.  
1031 Budapest, Szentendrei út 207-209.  
Telefon: 304-2000 | [www.mvm.hu](http://www.mvm.hu)