

/ LVII. évfolyam | 2021. 2. szám

ENERGIAFORRÁS

AZ MVM CSOPORT
SZAKMAI LAPJA



MVM

/// 002

AJÁNLÁS
OZSVÁRT DÁNIEL PÉTER

/// 004

KORSZERŰ GÁZSZÜNETMENTES
TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA AZ MVM
GÁZELOSZTÓ TÁRSASÁGAINÁL
BORBÉLY RÓBERT, SEBŐK KÁROLY

/// 006

A HUPX CSOPORT ÉS A HAZAI
SZERVEZETT ENERGIAPIACOK FEJLŐDÉSE
HUPX ZRT., CEEGEX ZRT., HUDEX ZRT.

/// 016

TEREP-ELŐKÉSZÍTÉS KEREPES
ALÁLLOMÁS BŐVÍTÉSÉHEZ
DR. DANYEK MIKLÓS, KOVÁCS JÁNOS

/// 022

NAPELEMPARKOK MENETRENDEZÉSE
DR. MAYER MARTIN JÁNOS

/// 028

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA
ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI ERŐMŰVES
KÖRNYEZETBEN
FENYVESI CSABA

/// 042

PV PANELEK LESZERELÉST KÖVETŐ
ÚJRAHASZNOSÍTHATÓSÁGA
MOLNÁR SZABOLCS

/// 052

AZ INVENTOR PROGRAM
ALKALMAZÁSÁNAK BEMUTATÁSA
GRIPP ÁDÁM, BOROS JENŐ

/// 060

RADIOAKTÍV HULLADÉKOK
BIZTONSÁGOS ELHELYEZÉSE
MEDVECZKINÉ HERPERGER HEDVIG

/// 070

VEZETŐI HATÉKONYSÁG ÉRTELMEZÉSE
A KARBANTARTÁS TERÜLETÉN
DR. VAJNA ZOLTÁN

/// 080

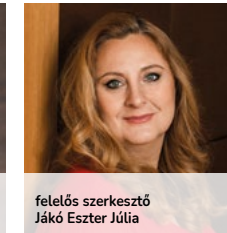
VERSENYZŐ VILLAMOSENERGIA-
TERMELÉSI TECHNOLÓGIÁK
DR. FAZEKAS ANDRÁS ISTVÁN PHD

/// 088

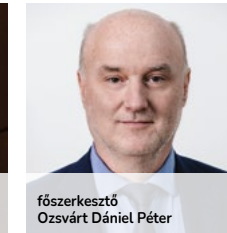
HÍREK



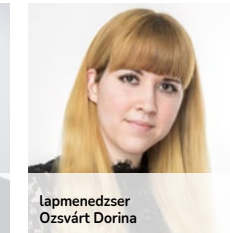
felelős kiadó
Dr. Czepek Gábor



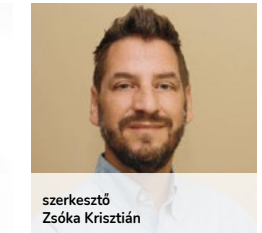
felelős szerkesztő
Jákó Eszter Júlia



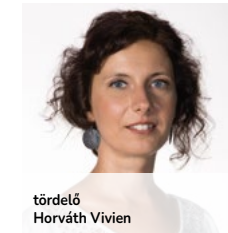
főszerkesztő
Oszvárt Dániel Péter



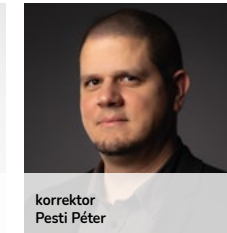
lapmenedzser
Oszvárt Dorina



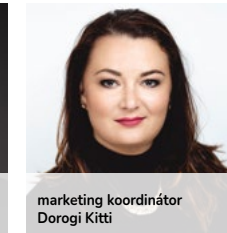
szerkesztő
Zsóka Krisztián



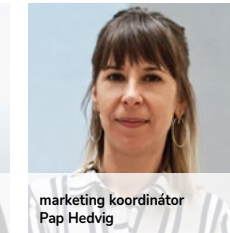
tördelő
Horváth Vivien



korrektor
Pesti Péter



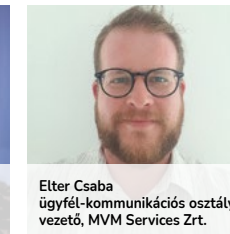
marketing koordinátor
Dorogi Kitti



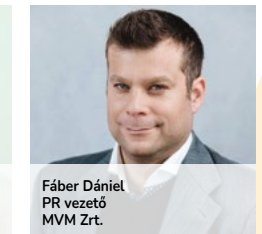
marketing koordinátor
Pap Hedvig

/// SZERKESZTŐ-
BIZOTTSÁG

Berezki Mária
kommunikációs szakértő
MVM OVIT Zrt.



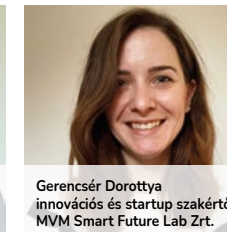
Elter Csaba
ügyfél-kommunikációs osztály-
vezető, MVM Services Zrt.



Fáber Dániel
PR vezető
MVM Zrt.



Fodor Sándor
kommunikációs szakértő
MVM CEEnergy Zrt.



Gerencsér Dorottya
innovációs és startup szakértő
MVM Smart Future Lab Zrt.



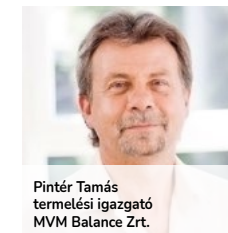
Király Géza
értékesítés elemzési és árazási
osztályvezető, MVM Partner Zrt.



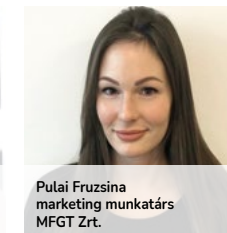
Kósa-Boda György
kommunikációs senior szakértő
MVM XPert Zrt.



Lengyel Gábor
senior villamos szakértő
MVM ERBE Zrt.



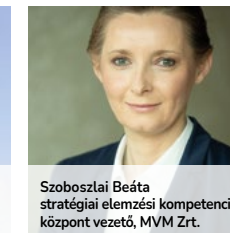
Pintér Tamás
termelési igazgató
MVM Balance Zrt.



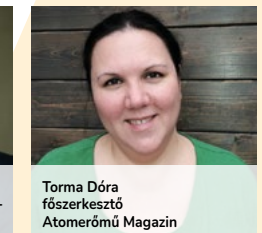
Pulai Fruzsina
marketing munkatárs
MFGT Zrt.



Siragakis-Kolter Zsuzsanna
senior PR szakértő
MVM ERBE Zrt.



Szoboszlai Beáta
stratégiai elemzési kompetencia-
központ vezető, MVM Zrt.



Torma Dóra
főszerkesztő
Atomerőmű Magazin



Vladár Sándor
termelési tanácsadó
MVM Zrt.

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

Illusztrációk:
gettyimages

„A fényünk összeér”

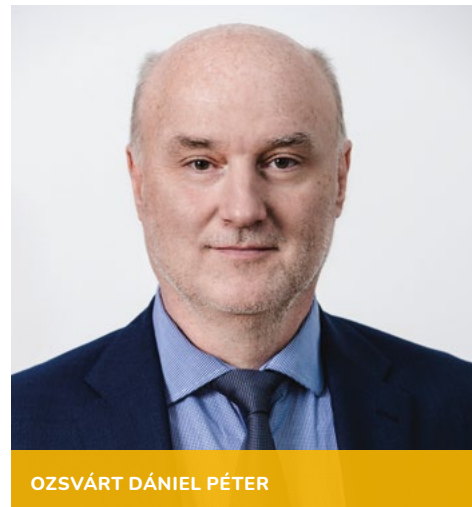
TISZTELT OLVASÓK!

Engedjék meg, hogy a főszerkesztői bevezetőmet egy nagy jelentőségű eseménnyel kezdjem! 2021. augusztus 31-én megtörtént az MVM Csoport számára stratégiai jelentőséggel bíró akvizíciós tranzakciók zárása, az Émász hálózati társaság immár MVM Émász Áramhálózati Kft. néven, míg az ELMŰ-ÉMÁSZ ügyfélszolgálati társasága MVM EÉ Ügyfélkapcsolati Kft. néven folytatja az ügyfelek kiszolgálását szeptember 1-jétől. Egyúttal az MVM Next Energiakereskedelmi Zrt. átvette az ELMŰ-ÉMÁSZ egyetemes szolgáltatási ügyfeleit, ugyancsak az ősz első napjától.

A tranzakció jelentős ügyfélkör bővülést jelent, hiszen 1,8 millió villamosenergia-ügyfél kerül az MVM Nexthez, illetve az elosztó társaság 100%-os tulajdonrészének megvásárlásával az MVM Csoport biztosítja a 22 000 km hosszú villamosenergia-elosztó hálózat üzemeltetését Nógrád, Borsod-Abaúj-Zemplén, Heves, Pest, illetve Jász-Nagykun-Szolnok megye egyes részein több mint 400 település és 740 ezer ügyfél részére.

Így már közel 6 millió ügyfelünknek MVM márkánévvel nyújtjuk magas színvonalú szolgáltatásainkat, legyen szó energiáról, e-mobilitásról, alternatív energiaforrásokról vagy éppen a számos kényelmi szolgáltatásaink valamelyikéről. Kedves Kollégák, MVM Émász ÁH Kft. és MVM EÉ Ügyfélkapcsolati Kft.! Isten hozott Benneteket az MVM Csoportban! Hazaértetek. A fényünk összeér.

Remélem, kiadványunk ezúttal is hasznos, szakmailag gazdag, informatív ismereteket jelenít meg nemcsak kollégáink, hanem a tisztelt szakmai közvélemény számára egyaránt. Ebben



OZSVÁRT DÁNIEL PÉTER

a számunkban is kiváló anyagokat, beszámolókat és elemzéseket olvashatunk. Betekintést nyerhetünk a gázszünetmentes technológia alkalmazásába, megnézhetjük, hogyan is halad Kerepes állomás bővítése, illetve feltérképezhetjük a napelemparkok menetrendezését is. A mesterséges intelligencia alkalmazási lehetőségeit erőműves környezetben mutatja be egy innovációs cikkünk. A PV cellák leszerelését követő újrahasznosítás tanulmány jól megfér a radioaktív hulladékok biztonságos elhelyezéséről szóló értekezés mellett. A karbantartás területén próbáljuk értelmezni a vezetői hatékonyságot, és beleolvashatunk, hogyan is versenyeznek a villamosenergia-termelési technológiák a mai világban. Az egyik legpatinásabb cégünk, az MVM OVIT Zrt. munkáiba, sikereibe pillanthatunk be a nehézszállítás, illetve a gyártási üzletág területéről. Tartalmas és hasznos böngészést, továbbá minden Olvasónknak jó egészséget kívánok!

Ozsvárt Dániel Péter
Energiaforrás
főszerkesztő

Zoom 72% - 32:1

Grid spacing: 105mm

p38

Front view

Camera

Grid spacing: 105mm

ENERGIÁT ADUNK

AZ ÚJ TECHNOLÓGIÁKHOZ

MVM



Szerző:
Borbély Róbert
hálózati csoportvezető,
MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt.
Üzemigazgatóság, Északi gázüzem,
Győri üzemegység



Szerző:
Sebők Károly
hálózati üzemegység vezető,
MVM Főgáz Földgázhálózati Kft.
Üzemigazgatóság, Központi
gázüzem, Hálózati üzemegység

KORSZERŰ GÁZSZÜNETMENTES TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA AZ MVM GÁZELOSZTÓ TÁRSASÁGAINÁL

Az MVM Csoport gázelosztó társaságai stratégiai iparági szereplőként jelentős gazdasági és társadalmi szereppel bírnak. A lakosság földgázellátása mellett az üzleti és ipari fogyasztók üzembiztos kiszolgálása is kiemelt feladat a társaságok számára, amelynek érdekében a legmodernebb technológiákat alkalmazzák a hálózatok létesítése, karbantartása és üzemeltetése során. Küldetésük teljesítéséhez eszközstratégiájukban fontos célként tűzték ki gázhálózati tevékenységük fejlesztését, bővítését, ezen belül új eszközök, technológiák beszerzését és bevezetését.



BUDAPEST, XVIII. KERÜLETBEN GÁZVEZETÉKEN
TOLÓZÁRCERE FASTRA BERENDEZÉS HASZNÁ-
LATÁVAL Fotó: Rakonczai Balázs

Ennek keretében az MVM Főgáz Földgázhálózati Kft. 2020-ban megvásárolta a FASTRA (cseh) és a RAVETTI (olasz) csőelzáró berendezéseit. Ezek az eszközök olyan magas minőségű, biztonságosan alkalmazható gázszünetmentes technológiát képviselnek, amely lehetővé teszi, hogy a gázelosztó szakemberei folyamatos gázszolgáltatás mellett dolgozzanak a gázhálózaton. Az MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt. szakemberei már több mint 10 éves tapasztalatuk van

a gázszünetmentes technológia alkalmazásában, így a Főgáz tevékenységének fejlesztése remek lehetőséget teremtett a két elosztó társaság között a szinergiák kihasználására is.

A FASTRA csőelzáró berendezés alkalmas PE-gázvezeték esetében DN110-315 átmérőjű csövek szakaszolására, míg acél gázvezetéken NA100-400 átmérőig 8 bar üzemi nyomásig használható. A RAVETTI berendezés NA100-300 átmérőjű acél gázvezetéken és D160-D315 átmérőjű PE vezetéseken használható. Az eszközök – adott anyagminőség és csőátmérő függvényében – jellemzően közép- és nagyközepnyomáson teszik lehetővé a gázveszélyes munkák elvégzését. A berendezések ún. bypass vezetékkel rendelkeznek, így az ügyfelek zavarása – tehát gázszünet – nélkül lehet csak a hibahelyet, a gázvezeték karbantartással, felújítással érintett vezetékszakaszait kiszakaszolni, mindezt a gázelosztó hálózat folyamatos üzemelése mellett. A technológia használatával egy hálózati beavatkozás idején a lakossági és üzleti ügyfelek ellátása zavartalanul folyik, és az ipari termelés is folyamatos marad.

Az MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt. szakemberei nagy tapasztalattal bírnak ezen csőelzáró berendezések használatában, hiszen már több mint 10 éve alkalmazzák őket a gázvezeték kiszakaszolására. Az Égáz-Dégáz szakemberei 2019-ben kaptak felkérést a Főgáztól, hogy a fővárosi gázhálózaton is végezzenek beavatkozásokat a gázszünetmentesen alkalmazható technológiával. Ekkor a Főgáz berendezései már elavultnak számítottak több okból is: több mint 30 évesek voltak, nem is gyártották ezeket

az eszközöket, és alkatrész sem szerezhető be hozzájuk, így a cseh és az olasz gyártó berendezéseit jelentősen jobbnak találták. Ezt követően a szinergiákat kihasználva az Égáz-Dégáz szakemberei egyre több felkérést kaptak a Főgáztól olyan munkákhoz, ahol gázszünetmentes megoldásra volt szükség. Miután a Főgáz is beszerezte a FASTRA és a RAVETTI csőelzáró berendezéseket, az Égáz-Dégáz szakemberei technológiai oktatásokat tartottak számukra.

mellett tudnak dolgozni az elosztó szakemberei. A berendezések magas minőségű, biztonságos, logikusan felépített és jól kivitelezhető technológiát képviselnek, ezért amíg a technológiai fegyver nagymértékben nőtt, a munkavédelmi veszélyeztetettség csökkent. Az eszközök segítségével éjszaka, sötétben is olyan körülmények között tudnak a szakemberek dolgozni, amelyre korábban nem volt példa. Az elmúlt időszak tapasztalatai nagyon pozitívak, és már a felhasz-



A MOSONMAGYARÓVÁRI ÖNKORMÁNYZAT ÁLTAL LÉTESÍTETT LAKÓPARK GÁZELLÁTÁSÁNAK ÜZEMBE
HELYEZÉSE RAVETTI ESZKÖZ HASZNÁLATÁVAL Fotó: Sipos Ildikó

A közös munkák nemcsak a technológia bevezetése szempontjából voltak rendkívül hasznosak, hanem lehetőséget teremtettek az ismerkedésre, a tudásmegosztásra és a tapasztalatcserére is. Remek szakmai kapcsolatok alakultak ki a két elosztó társaság munkatársai között, amelynek köszönhetően a kollégák már gyakran keresik egymást egyéb szakmai kérdésekben is. Az együttműködés részeként 2021 őszén már a Főgáz csapata segítette a szünetmentes technológia alkalmazásával az Égáz-Dégáz tatabányai üzemegységének munkáját. A főváros gázhálózata jellemzően acélvezetékes; sok körvezetékekkel alkotja azt az összefüggő rendszert, amely nagyszámú ügyfelet, kiterjedt ipari övezeteket lát el, ezért a Főgáz nagyon hatékonyan ki tudja használni a korszerű gázszünetmentes technológia minden előnyét. Az új eszközöknek köszönhetően a Főgáz sűrűn lakott területein és az ipari övezetekben található vezetékeken alacsonyabb felhasználói érintettség

nálóérintettségi adatokon is nyomon követhetők. Fontos kiemelni a FASTRA és RAVETTI csőelzáró berendezésekkel történő munkavégzés két további előnyét, amelyekkel hozzájárulnak az Európai Unió klímarendelemben vállalt cél, a 2050-re kitűzött karbonsemlegesség eléréséhez. Az eszközökkel végzett szakaszolás közben a levegőbe kiáramló gáz mennyisége minimális (csak annyi, amennyi a kiszakasztott vezetékben marad), valamint perem beépítése nélkül, hegesztéssel javíthatók a vezetékek, így a gázszivárgás kockázata is kiküszöbölhető. Az MVM Csoport gázelosztó társaságai előkelő helyezést értek el a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal 2020. évi felhasználói elégedettség felmérésén. A társaságok számára ügyfelek elégedettsége kiemelten fontos, így továbbra is mindent megtesznek eredményeik megőrzéséért. A gázszünetmentes technológia e törekvéssel összhangban ügyfél-elégedettséget, ügyfélményt teremt.



HUPX Magyar Szervezett Villamosenergia-piac Zrt.



CEEGEX Közép-Kelet-Európai Szervezett Földgázpiac Zrt.



HUEDX Magyar Derivatív Energiatőzsde Zrt.

A HUPX CSOPORT ÉS A HAZAI SZERVEZETT ENERGIAPIAKOK FEJLŐDÉSE

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

A HUPX Zrt. 2010-es alapítása óta a hazai szervezett energiapiac üzemeltetését ellátó cégcsoport elsődleges küldetése a hatékony regionális nagykereskedelmi villamosenergia- és gázpiacok stabil, megbízható működtetése és a liberalizált regionális, illetve hazai energiaipar fejlesztése, valamint a kapcsolódó energiapolitikai célkitűzések piaci alapú elérésének szakmai támogatása független piacüzemeltetői szerepben.

Ahogy a teljes iparág, úgy a HUPX Csoport környezete is drasztikus átalakulásokat megy keresztül, melyek mellett megújult jövőképében a társaságcsoporthoz 2025-re a régióban piacvezető szervezett energiapiacok működtetőjévé kíván válni stratégiai partnereivel, és egy ügyfélközpontú, széles szolgáltatásportfóliót integráló (one-stop-shop) platform kialakítását tűzte ki célul minden nagykereskedelmi szereplő számára.

1. A HUPX CSOPORT, A HAZAI ENERGIATŐZSDÉK ÜZEMELTETŐJE

A HUPX Csoport a hazai energiapiac egyedülálló szereplője. Egy olyan integrált energia-tőzsdei csoport, amely szoros szinergiában működteti a hazai szervezett azonnali (spot) villamosenergia- és gázpiacot, illetve mindkét szegmensben határidős kereskedési lehetőséget nyújt a magyar és a külföldi piaci szereplők részére. A 100%-ban a MAVIR Zrt. tulajdonában álló csoport a hazai és a regionális energiakereskedelem meghatározó platformja, mely évről évre jelentős növekedést produkál mind taglétszámban, mind kereskedési volumenben, illetve fontos piaci fejlesztéseket hajt végre.

A HUPX és leányvállalatainak tevékenysége a HUPX szervezett villamosenergia-piacának 2010-es indítása óta folyamatosan növekszik. A vállalatcsoport az elmúlt 11 évben intenzív fejlődésen ment keresztül, melynek eredményeként a kezdeti spot villamosenergia-piac

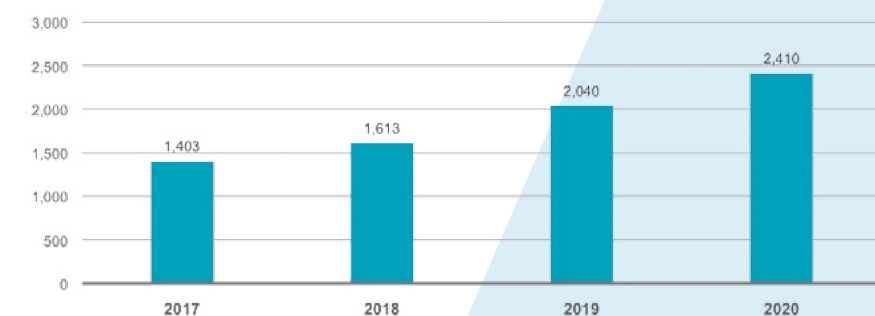
üzemeltetéséből mára egy integrált energia-tőzsdévé vált.

A vállalatcsoport jelenleg 3 cégben, kb. 50 fővel, egy szinergiák mentén szorosan integrált vállalati felépítésben, függetlenül működteti piacait. A társaságcsoporthoz pénzügyi bevételei az elmúlt években stabilan nőttek, 2020-ra piaci árbevétele meghaladta a 2,4 milliárd forintot.

2. REGIONÁLISAN MEGHATÁROZÓ SZERVEZETT PIACI PLATFORMOK

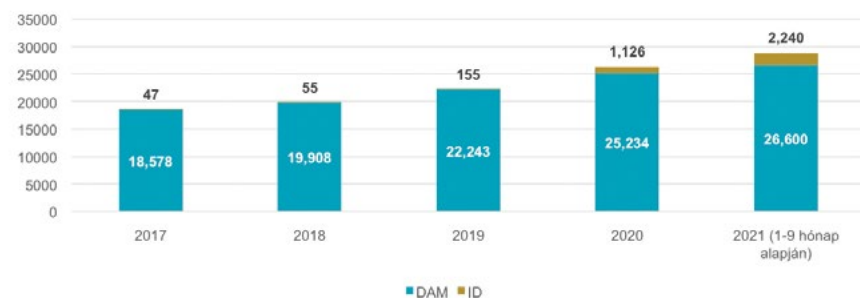
HUPX Zrt. a régió számára benchmarkot jelentő, szervezett spot villamosenergia-piac

A HUPX Zrt. 2021-re egyértelműen elérte a regionálisan meghatározó árjelző szerepet, vagyis a régióban (ideértve a Magyarországtól délre és keletre lévő országokat) a magyar indexekhez áraznak a kereskedők, legyen szó tőzsdei vagy bilaterális, illetve rövid vagy hosszú távú termékekről. Az elmúlt években a sikeres piac-összekapcsolási projekteknek is hála, jelentős fejlődésen ment keresztül a másnapi és napon belüli piac egyaránt. A következő években a növekvő, megújuló, integrációs kihívások piaci alapú megoldása miatt a napon belüli kereskedelem jelentősége és szerepe várhatóan tovább nő. 2021-ben a HUPX másnapi piac (HUPX DAM) teljes éves forgalma várhatóan tovább növekszik, és meghaladja a 2020-as év 25 235 GWh volumenét. A hazai villamosenergia-fogyasztással összevetve elmondható, hogy a tőzsdén kereskedett mennyiség a fogyasztás több mint 60%-át adta 2020-ban. Ezzel a régió egyik legérettebb tőzsdéje a magyar, ezzel is hozzájárulva a magas likviditáshoz és a hazai hatékony nagykereskedelmi árak kialakulásához. A HUPX napon belüli (HUPX ID) piacán az elmúlt években meredeken emelkedtek a kereskedett mennyiségek, köszönhetően az XBID



1. ÁBRA: A HUPX CSOPORT PIACI ÁRBEVÉTELE 2017-2020 (M HUF)
a Csoporton belüli bevételeket nem kalkulálva

piacösszekapcsolás, majd a 15 perces határkezesztető termék bevezetése és a napon belüli kiegyenlítő szabályozási energia piac elindulásának is. A 2020-as 1 126 GWh-hoz képest 2021-ben már közel 2,5 TWh lesz várhatóan a kereskedett mennyiség. A kereskedésben a nyugat-európai trendeknek megfelelően egyre komolyabb szerep jut az algoritmikus kereskedésnek. Utóbbi is hozzájárult ahhoz, hogy 2021-ben már az éves kiegyenlítő energia mennyiségnél nagyobb mértékű kereskedés zajlik a HUPX ID piacon, ezzel is hangsúlyozva kiemelt szerepét az egyre jelentősebb, megújuló termelés integrálásában és a rendszer hatékony kiegyensúlyozásában.



2. ÁBRA: HUPX DAM ÉS ID PIACI KERESKEDETT Mennyiségek (GWh)

CEEGEX, a folyamatosan fejlődő szervezett spot gázpiac

A CEEGEX Zrt. által üzemeltetett nagykereskedelmi gázpiac fejlődését az ACER (Energiaszabályozók Európai Uniói Együttműködési Ügynöksége – Agency for the Cooperation of Energy Regulators) is nagy figyelemmel kíséri, mivel a 2020-ban publikált Market Monitoring Report-jukban átsorolta a magyar földgázpiacot az „illikvid” kategóriából a „feltörekvő” kategóriába.

A CEEGEX munkatársai vizsgálják annak lehetőségét, hogy a magyar gáztőzsde szempontjából mely országok, mely piacok rendelkeznek a legnagyobb piacintegrációs potenciállal. A vizsgálat több tényező (határkezesztető kapacitások, piacméret, forrásdiverzifikációs lehetőségek, szervezett piacok érettsége) alapján Horvátországot nevezte meg, mint a legnagyobb potenciállal rendelkező piacot, nem utolsósorban azért, mert a Krk-i LNG terminál létrejöttével új forrás és új piaci lehetőségek érkeztek a régióba, azon belül is elsősorban a magyar és a horvát piacot érintve. A vizsgálat során a CEEGEX elemzői meghatározták a horvát-magyar piac-összekapcsolás társadalmi jólét mértékét is a 2018-2020 közötti időszakra, amely millió eurós nagyságrendben mérhető társadalmi jólét értéket mutatott ki a két piacon lévő ajánlati könyvek összenyitásával.

A szervezett gázpiacok fejlődése

A magyar szervezett gázpiac szempontjából kiemelt fontosságú a határidős piac, azaz a HUDEX gáz szegmensének fejlesztése, az ott kereskedett volumenek és a likviditás

növekedése. A CEEGEX és a HUDEX munkatársai folyamatosan elemzik a két piac egymásra gyakorolt hatását, valamint olyan fejlesztéseket irányoznak elő, amely során az azonnali és határidős piaci szinergiák könnyebben kihasználhatóvá válnak.

A 2020-as 45%-os növekedést követően a még befejezetlen 2021. évben is rekord kereskedett volumeneket mutatott a HUDEX gáz szegmense. Míg 2020-ban az összes kereskedett volumen 700 GWh volt, addig 2021 első három negyedében 898 GWh-t kereskedtek el a határidős



HUDEX, újabb rekord évek a HUDEX gáz- és villamos energia szegmensein

A HUDEX határidős villamosenergia-piacának teljes forgalma 2021-ben várhatóan jelentős növekedést produkál a 2020-as évhez képest, és a 4,8 TWh kereskedett és regisztrált OTC ügylet az első kilenc hónap adatai alapján 7 TWh fölé emelkedhet. Az emelkedés elsősorban a 2021 első negyedében piaci szereplőkkel és brókerekkel megkötött megállapodásoknak köszönhető, melyek 2021 második negyedétől kezdve következetesen emelték a magyar derivatív villamosenergia-piacon a likviditást. A hazai határidős villamosenergia-piac mérete kiemelkedő a régióban (mintegy 4-5-szöröse az éves fogyasztásnak), a HUDEX egyértelmű célja a következő években a növekedés folytatásával ezen a piacon jelentős piaci részesedést elérni. A régiós nagy kereskedők bevonásával folyamatosan dolgozik a cég azon, hogy a régiós benchmarkot jelentő spot piacokra építve támogassa a régiós szereplők határidős piaci likviditáshoz való kedvező hozzáférését és az alacsony hazai nagykereskedelmi árakat.

földgázpiac, amely újabb közel 30%-os emelkedést jelent az előző évhez képest.

A HUDEX munkatársai folyamatosan dolgoznak azért, hogy ez a fejlődés fenntartható legyen, keresik a módját, hogyan lehet több aktív tagot bevonni a kereskedésbe, valamint milyen konstrukciókkal lehet ösztönözni a kereskedőket, hogy hosszú távú ügyleteiket a HUDEX piacon kössék meg. A folyamatos elemzői munka mellett a fejlesztések is nagy hangsúlyt kapnak, így 2021 negyedik negyedében mutatkozik be a brókerek munkáját segítő STP (Straight Through Processing) rendszer a gáz szegmensen is.

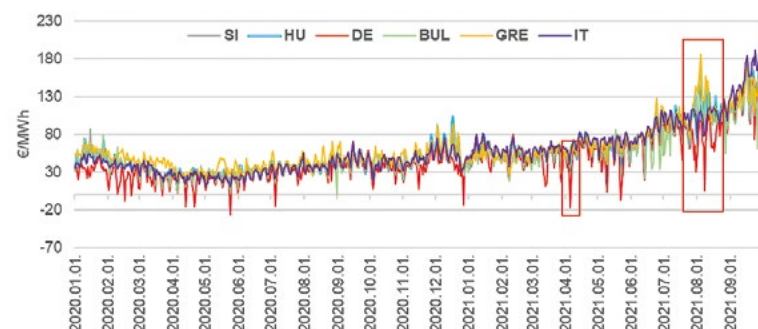
3. A 2021-ES HAZAI ENERGIAPIACI KÖRNYEZET ÉS A SZERVEZETT PIACOK

Villamosenergia-piaci környezet – magas árak 2020 Q4-ben és 2021 második felében
2021 makrogazdasági szempontból is egyik kiemelt fejleménye volt az árupiaci áremelkedések. A hazai villamosenergia-piac tekintetében azonban már hasonló jeleket láttunk

A regionális energiakereskedelem meghatározó platformja, mely évről-évre jelentős növekedést produkál mind taglétszámban, mind kereskedési volumenben.

A CEEGEX 2020-ban 23 444 GWh éves kereskedett mennyiséget realizált spot piacon, amely kisebb, mint a 2019-es mennyiség, azonban

2020 év végén is. Akkor a fő következtetésünk az volt, hogy nem lokális eseményről van szó, tekintettel arra, hogy a teljes regionális piac hasonló irányba mozdult. 2020 végén a szezonális hatásokon felül váratlanul hideg időjárás volt jellemző, és az általában alacsonyabb árú szlovák és osztrák import irányú határkeresztező kapacitások telítődtek.



3. ÁBRA: A MAGYAR ÉS REGIONÁLIS MÁSNAPI TŐZSDÉK ÁRAI

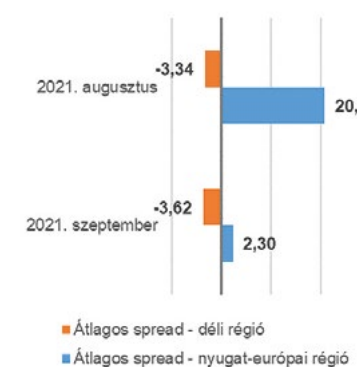
2021-ben a regionális piacokon vizsgálva az árakat és a magyar piachoz viszonyított árkülönbségeket (spread), az figyelhető meg, hogy a nagyon magas árnövekedéshez képest a spreadek növekedése nem tekinthető extrémnek. Ebből lehet következtetni arra, hogy ismételt nem lokális, hanem regionális jelenségről beszélünk. Fontos megállapítás, hogy az árkülönbségek alapján a magyar árszint vagy a nyugat-európai árszinthez van közel, vagy pedig a déli balkáni régió áraihoz. Ennek oka Magyarország tranzitszerepének felerősödése, amelynek hatásait pedig a határkeresztező kapacitások alakulása befolyásolja. A HUPX másnapi aukciós és régiós piacok közti árkülönbségek negyedévenkénti átlagát vizsgálva megfigyelhető, hogy 2021 első felében mind Nyugat-Európához, mind Délkelet-Európához viszonyítva alacsony szintek alakultak ki, viszont

ez az év második felében az árszínvonal jelentős növekedése mellett megváltozott. Fontos megjegyezni, hogy a nyugat-európai ártól történő átlagos elszakadást az is kísérte, hogy Olaszországban és Görögországban hangsúlyosabbá vált az importigény, ami arra enged következtetni, hogy a nyugat felől érkező áramlás végső célja a déli régió.

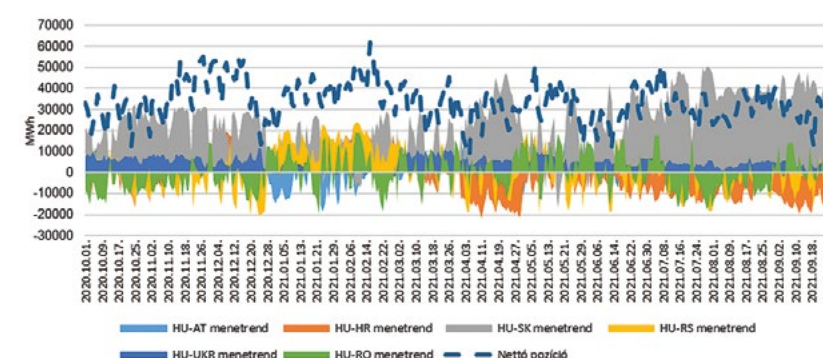
A határkeresztező kapacitásokon történő szállítást vizsgálva fontos időszak 2021 áprilisa, amikor hirtelen ugrott meg déli szomszédaink import igénye, amely Magyarországon keresztül került beszállításra. Látható volt az is, hogy ebben az időszakban a Szlovákia felől érkező import volt az, amely megteremtette a forrást a megnövekedett déli irányú (az ábrán a horvát és szerb áramlások) exportra. Az Interim Coupling elindulását követően Magyarország tranzit szerepe tartóssá vált. 2021 második negyedévében kapacitásbővítés történt a szlovák-magyar határon, amely lehetővé tette, hogy több import érkezzen hazánkba. 2021 augusztusának elején azonban nagyban visszaesett az elérhető átviteli kapacitás szlovák irányból (a másnapi piaci ATC érték körülbelül harmadával csökkent), amely a konstansan

1. TÁBLÁZAT: A MAGYAR ÉS A REGIONÁLISAN MEGHATÁROZÓ PIACOK KÖZTI ÁRKÜLÖNBSÉGEK NEGYEDÉVES ÁTLAGA

	HU-SK átlag	HU-SI átlag	HU-DE átlag	HU-CZ átlag	HU-AT átlag	HU-BUL átlag	HU-GRE átlag	HU-IT átlag
2020 Q1	7,28	1,22	14,30	8,24	9,36	-0,58	-9,54	2,21
2020 Q2	4,99	2,00	6,00	5,08	5,51	0,14	-6,03	2,12
2020 Q3	2,39	0,46	3,82	2,62	2,09	0,53	-4,66	-0,52
2020 Q4	5,33	2,14	10,03	6,21	6,50	-0,29	-4,16	1,07
2021 Q1	0,78	-0,55	4,61	0,59	0,18	3,50	0,59	-5,58
2021 Q2	1,50	-0,65	6,58	2,03	3,89	3,01	-3,34	-6,77
2021 Q3	11,66	0,54	15,71	13,27	12,83	5,10	-6,42	-8,36



4. ÁBRA: ÁTLAGOS ÁRKÜLÖNBSÉGEK VOLATILITÁSA 2021. AUGUSZTUS-SZEPTEMBERBEN



5. ÁBRA: A HATÁRKERESZTEZŐ KAPACITÁSOKRA MENETRENDEZETT SZÁLLÍTÁSOK ÉS A HAZAI NETTÓ POZÍCIÓ ALAKULÁSA

fennálló déli villamosenergia-igény mellett láthatóan azt okozta, hogy eltávolodtak egymástól a magyar és a német-cseh-szlovák árak. Az elérhető határkeresztező kapacitás újbóli megnövekedése után az árkülönbség ismét mérséklődött szeptemberben, ezzel is jól jelezve a szlovák határkeresztező kapacitás hatását a hazai nagykereskedelmi árakra. A hazai erőművi termelésben, illetve a rendszerterhelésben nem figyelhető meg különösebb és tartós változás, amely megerősíti azt, hogy a tartósan emelkedő árszínvonal nem lokális okokra vezethető vissza. Fontos kiemelni viszont, hogy a korábbiakban tárgyalt átviteli kapacitás-csökkenés mellett megfigyelhető volt a nukleáris termelés visszaesés is augusztusban, ami tovább erősítette a drágulást Nyugat-Európához képest. Végül nyilvánvalóan a hazai villamosenergia-piac is elszorodott az egész Európára jellemző energiapiaci árrobbanásnak (amire jó példa a CEEGEX piacán megfigyelhető árszínvonal-növekedés is az alábbi ábrán), mely hatást fokozza a 2021-ben tovább erősödő tranzit szerepe és a magas hazai importszaldó.

A régió egyik legérettebb tőzsdéje a magyar, ezzel is hozzájárulva a magas likviditáshoz és a hazai hatékony nagykereskedelmi árak kialakulásához.

2021-ben is tovább fejlődött a hazai, szervezett villamosenergia-piac

Az Interim Coupling 2021. június 17-ei indulása után szinte azonnal a napon belüli piac is egy fontos mérföldkőhöz érkezett, ugyanis sikeresen csökkentettük a lead-timeot a piacon 60 percről 15 percre. A lead-time a kereskedési időablak zárása és a termék leszállítása közötti idő. Minél rövidebb ez az intervallum, annál több idő áll a kereskedők rendelkezésére, hogy ügyleteket adjanak be és fogadjanak el. A várt pozitív hatás nem is maradt el, ugyanis fontos többlet figyelhető meg a kereskedett volumen esetében az így kialakult extra kereskedési időben. A napon belüli piac tekintetében a szlovák piac integrációja a következő lépés, illetve a szlovén határ kiépítését követően annak bevonása a piac-összekapcsolásba. Ezen túlmenően tervben van a napon belüli aukciók kialakítása, amire napon-ta háromszor kerül majd sor a másnapi aukciók mintájára, várhatóan 2023-tól. A másnapi piac tekintetében a következő – 2022 első felében várható – lépés a magyar piacot is magába foglaló „Core” régióban az áramlásalapú kapacitásallokációs mechanizmus bevezetése,

és ezzel egy időben a horvát-magyar határ bevonása a piac-összekapcsolásba. A Tiszta Energia Csomagban előírt feladatunk továbbá a másnapi piacnak a kiegyenlítő energia elszámolási periódusokkal való összehangolása, azaz 15 perces felbontású termékek bevezetése a jelenlegi 60 perces termékek mellett.

Az osztrák tőzsde, a globális referenciaként használt holland tőzsde, valamint a CEEGEX-en jegyzett árak közel azonosak.

Földgázpiaci környezet – növekvő árkonvergencia, versenyképesebb CEEGEX

A CEEGEX versenyképességét mutatja a tőzsdén jegyzett referencia ár és a nagyobb tőzsdéken publikált referenciaár közötti különbség, a spread is. A 2020-as évet megelőzően a magyar földgázpiac jellemzően prémium piacként jelent meg a régióban, ami azt jelenti, hogy a havi és az éves átlagárak nagyságrendileg 1 €/MWh-val magasabbak voltak a CEEGEX esetében.



6. ÁBRA: ÁRSZÍNVONAL-NÖVEKEDÉS A CEEGEX PIACÁN

2020 szeptemberétől azonban több tényező hatására megváltozott az éves és a havi átlagspread: a CEEGEX elvesztette prémium piac jellegét, és egyes időszakokban több mint 1 €/MWh-val is alacsonyabb árakat jegyeztek a magyar piacon, mint az európai nagy tőzsdéken.

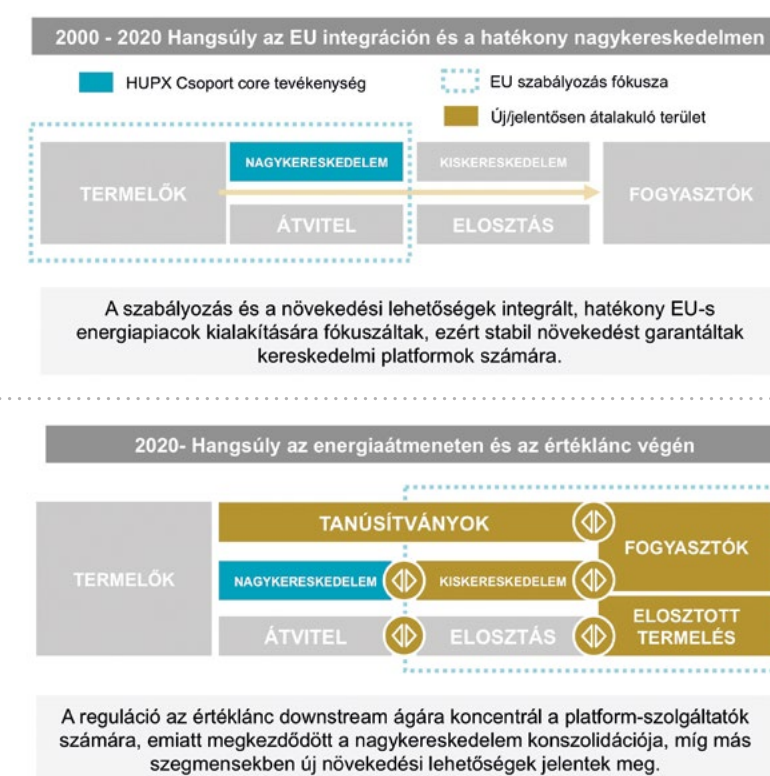
Változó stratégiai környezet

2010-es indulása óta a HUPX Zrt. és a HUPX Csoport fő célja a hatékony, régiós, szervezett, nagykereskedelmi energiapiacok kialakítása és működtetése. Az iparági és szabályozási környezet ehhez megfelelő alapot biztosított, hiszen

4. EGY INTEGRÁLT, SZERVEZETT PIACÜZEMELTETŐ STRATÉGIAI JÖVŐKÉPE 2021-BEN

Az új nemzeti energiastratégia, továbbá a változó stratégiai környezethez való alkalmazkodás jegyében a HUPX Csoport 2021-ben kialakítja új stratégiai jövőképét. 2025-re a társaságcsoporthoz vezető szerepet kíván betölteni, továbbá a különböző energiaipari piactereket a lehetőségekhez képest integrálni kívánja, hogy a piaci szereplők számára („one-stop-shop”) egységes módon, minél több piactérhez hozzáférést nyújthasson. Ehhez alaptervékenységünk versenyképességének további fejlesztésén túl három kulcsterületet azonosítottunk; ezek az ügyfélkapcsolataink digitális alapú fejlesztése, a regionális és helyi szakpolitikákat és piaci igényeket támogató, új szolgáltatások kialakítása, továbbá az IT és adatalapú képességeink fejlesztése, beleértve a már említett modern, innovatív munkáltatói környezet kialakítását.

Ennek egyik fő oka a 2019/2020-as gázévben közel maximális szintre töltött magyar és ukrán gáztárolók, valamint a pandémia okozta keresletcsökkenés is. 2021-ben az árkonvergencia fokozódott, és az osztrák tőzsde, a globális referenciaként használt holland tőzsde, valamint a CEEGEX-en jegyzett árak közel azonosak.



7. ÁBRA: VÁLTOZÁSOK AZ EU REGULÁCIÓ FÓKUSZÁBAN AZ ENERGIAIPARI TERMÉKLÁNC MENTÉN

az Európai Unió belső energiapiaca és a vonatkozó szabályozások prioritásként kezelték az energiatőzsdék kialakulását. Az elmúlt évek regulációs és technológiai változásainak következtében azonban az értéklánc átalakult, és új területek kerültek előtérbe. Stratégiai időtávon az alaptervékenységben a versenyképességet elsősorban mérethatékonyságon keresztül lehet elérni, míg növekedési lehetőségek elsősorban az alaptervékenység további skálázásában, valamint új piacok és szolgáltatások kialakításában rejlenek.

Az új regulációs és technológiai környezetben fontos szerepet kapnak a szabályozó által, illetve szakpolitikák mentén létrehozott tanúsítványpiacok, illetve komplexebbé válnak a rendszer- és piacüzemeltetői feladatok. Az energiaipar átalakulásának és növekvő komplexitásának következtében kulcsfontosságú a már eddig is lényeges IT és adatvagyonnal kapcsolatos képességek fejlesztése, ugyanis ezek teremtik meg a növekedési területek kiaknázásának lehetőségét.

Tanúsítványpiacok, az új, hazai, szervezett energiaipari piacterek

GO, származási garancia piac

A HUPX 2022 első felében tervezi elindítani a származási garancia (GO, avagy guarantees

of origin) piacát. A származási garancia olyan forgalmazható, elektronikus tanúsítványt jelöl, amelynek kizárólagos rendeltetése a végső fogyasztó felé annak bizonyítása, hogy az általa fogyasztott energia egy meghatározott részét vagy mennyiségét megújuló energiaforrásokból állították elő. A származási garanciák a termelés után jegyezhetők be, tehát kereskedelmük a fizikai termékektől elválik, utólagos.

Az új regulációs és technológiai környezetben fontos szerepet kapnak a szabályozó által, illetve szakpolitikák mentén létrehozott tanúsítványpiacok.

Magyarországra fókuszálva a hazai szél-, illetve napenergia termelés túlnyomó része még a KÁT rendszerben történik, ezért erre a termelői csoportra érdemes építeni a hazai GO piacot. 2020-ban a KÁT nap- és széltermelés 2 TWh-s nagyságrendben történt. A külföldi példákat is megvizsgálva a HUPX egy aukciós piac elindítását tervezi, ahol a piac első fázisában

a MAVIR mint a KÁT átvevője értékesíti a KÁT utáni származási garanciákat. Mindezt a 2021 nyarán hatályba lépett VET módosítás készítette elő, mellyel a hazai, szervezett származásigancia-piac működtetését a HUPX fogja elkezdeni. A HUPX egy olyan aukciós algoritmus implementálását indította el, mely a lehető legnagyobb bevétellel hozzájárul a KÁT kasszához, ezáltal növeli a társadalmi jólétet.

A hazai KÁT GO aukción túl, a piacfejlesztés következő szakasza lehet a környező országok termelőinek közvetlen bevonása, ezáltal többek között a Balkán régió jelentős vízerőmű kapacitása is megjelenhet későbbi aukciókon. Mindezek tükrében a származásigancia-piac létrehozása kiváló lehetőség a HUPX Csoport számára, hogy belépjen a zöldenergia-piacra. Később, a RED II és a várhatóan a 2021-ben



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

Tovább kívánja bővíteni termékfejlesztési és K+F+I tevékenységét többek között a hazai érdekeltek és stratégiai partnerek bevonásával.

A HUPX feladata lesz a GO piac működtetése kapcsán az is, hogy a piaci szereplők transzparenssé, anonim módon és diszkriminációmentesen kereskedhessenek. A HUPX új funkcióként az ügyletszámlálás, -kiegyenlítés és -garantálás kapcsán is szolgáltatásokat tervez nyújtani a vevői és az eladói oldalon egyaránt.

megjelenő gáz dekarbonizációs csomag nyomán Magyarországon teret nyerhetnek a gáz származási garanciák is, így a HUPX után a CEEGEX is bekapcsolódhat a GO piacba.

EKR-hitelesített energiamegtakarítások másodlagos piaca

A származási garancia piacok mellett a másik fontos tanúsítványpiac lett Magyarországon a 2021-ben bevezetésre került Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszerben (EKR) előálló hitelesített energiamegtakarítások másodlagos piaci kereskedelme. A HUPX Csoport kidolgozta másodlagos piaci javaslatát, melyről a piaci szereplőkkel, a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatallal, valamint az érintett kormányzati felekkel is egyeztetéseket kezdeményezett.

A HUPX Csoport célja, hogy a jogszabályi és adminisztratív előfeltételektől függően legkésőbb 2023 első feléig elindítsa a hitelesített energiamegtakarítások másodlagos, szervezett piacát annak érdekében, hogy az elmúlt évek egyik legjelentősebb energiapolitikai intézkedésére vonatkozóan is piaci alapú, hatékony árak kialakulását eredményező megoldást szolgáltatson a hazai iparág számára.

Termékfejlesztési és K+F+I képességekkel az energiaipari kihívások piaci alapú megoldása érdekében

A 2025-ös HUPX Csoport stratégia sikere jelentős mértékben múlik azon is, hogy mennyiben tud a társaságcsoporthoz az új energiapiaci kihívásokra vonatkozóan új, piaci alapú megoldásokat, termékeket és szolgáltatásokat kialakítani.

projektbe (TRINITY, FARCROSS) is bekerülnie és azokban aktív szerepet vállalni. A TRINITY projekt fejlesztései az EU tagállamok és az EU-n kívüli országok széleskörűbb hálózati együttműködését, többek között napon belüli piacösszekapcsolását célozzák meg, míg a FARCROSS projekt innovatív megoldásokat nyújt a határkeresztező villamosenergia-kereskedelem fejlesztésére új hardver- és szoftvereszközök segítségével. A fejlesztések részeként elkészül egy olyan tesztalkalmazás, mely ko-optimalizált határkeresztező kapacitáskiosztás révén, új kapcsolt termékekkel lehetőséget biztosít a piaci résztvevők számára a tartalék- és energiapiacokon történő együttes ajánlatadásra, illetve azok határkeresztező lekereskedésére. A HUPX a FARCROSS projektben az új ko-optimalizált algoritmus kifejlesztését támogatja,



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

A HUPX Csoport az elmúlt 11 évben jelentős tapasztalatot szerzett a különböző piacok indítása és a villany szegmensben piac-összekapcsolási projekteken keresztül a digitális szolgáltatásra épülő termékfejlesztések terén. A következő kihívás az erre a know-how-ra építve új területeken fejlesztési lehetőségek és javaslatok kialakítása. Ebből adódóan kiemelt fontosságú a társaságcsoporthoz számára, hogy sikerült az elmúlt években, Európai Unió támogatásával indult két K+F

és a demonstráció IT szolgáltatójaként jelenik meg. Továbbá a TRINITY projektben piaci szakértelmet nyújt a Szerbia és Magyarország közötti új, határokon átnyúló, napon belüli aukció demonstrációjához.

A HUPX Csoport ezen tapasztalatokra építve a következő években tovább kívánja bővíteni termékfejlesztési és K+F+I tevékenységét többek között a hazai érdekeltek és stratégiai partnerek bevonásával.



Szerző:
Dr. Danyek Miklós
tervezési csoportvezető,
MVM XPert Zrt. ADIG Alállomási
Tervezési és Technológiai Osztály



Szerző:
Kovács János
kiemelt kivitelezésvezető,
MVM XPert Zrt. ADIG Alállomási
Projekt-kivitelezési Osztály

TEREP-ELŐKÉSZÍTÉS KEREPES ALÁLLOMÁS BŐVÍTÉSÉHEZ

A MAVIR a 400 kilovoltos és a 220 kilovoltos hálózat szorosabb összekapcsolása érdekében Kerepes 400/132 kilovoltos alállomást 220 kilovoltos gyűjtőszínnel és egy 400/220/35 kilovoltos transzformátorral bővíti. A bővítés célja, hogy Budapest keleti és északi régiójának villamosenergia-ellátása megerősödjön. Az alállomás a legszebb fekvésű átviteli hálózati csomópont: rálátni Budapestre, a Pilisre, tiszta időben pedig a Kárpátokra is.

A 400/132 kV-os alállomást 2016 őszén adtuk át kulcsra készen, az MVM XPert Zrt. Alállomási Divízióigazgatóságának (ADIG) jogelődje, az MVM OVIT Alállomási Üzemigazgatóság tervezte, kivitelezte és helyezte üzembe. A meglehetősen nehéz terepviszonyok ellenére (csaknem 20 méter szintkülönbség a két vég között) az építkezés és az azóta eltelt idő alatt sem volt megcsúszási vagy egyéb eróziós probléma.

MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI KONCEPCIÓ ÉS ÉPÍTÉSZET

Először megvalósíthatósági tanulmány keretében vizsgáltunk meg több koncepciót a terepviszonyok, az elrendezés, a transzformátor-szállítóút és a távvezeték-beforgatások függvényében. A műszaki és gazdasági szempontok figyelembevételével meghozott döntés alapján az új 220 kV-os alállomásrész



KEREPES ALÁLLOMÁS 2016-OS ÁTADÁSA ELŐTT
Fotó: Forró Gábor

Az alállomás korszerű és modern primer és szekunder technológiák alkalmazásával lett megtervezve és kivitelezve – például szinte teljeskörűen optikai szálakommunikációt alkalmaztunk az adatgyűjtő és kommunikációs hálózatokban. A 400 kV-os részen másfél megszakító primer elrendezéshez csatlakozik az Albertirsa–Göd II. távvezeték és a két 400/132/18 kV-os transzformátor. A 132 kV-os oldalon a kétrendszerű Gödöllő–Rákoscsaba távvezeték hasították fel, így 4 távvezeték csatlakozik a kétsínű rendszerbe, amely sínáthidalót is tartalmaz. Mindkét transzformátorhoz tartozik tercier széntfojtó a meddő teljesítményáramlás/feszültség szabályozás eszközeként.

Az alállomás 220 kV-os része szintén kétsínű lesz sínáthidalóval, az Ócsa–Zuglói távvezeték felhasítva és beforgatva. Ezen felül a Kerepes–Zuglói viszonylat kiegészül egy plusz rendszerrel a stabilabb energiaátvitel miatt. A gyűjtőszínnel csatlakozik a 3-as számú 400/220/35 kV-os transzformátor, távlati bővítési lehetőségként pedig még egy ugyanakkora transzformátornak kell helyet biztosítani. A 400 kV-os oldalon csak mezősor-bővítéssel oldható meg az új transzformátor csatlakoztatása, így utóbbi négy mezősorosra bővül. Széntfojtót 400 kV-on és 35 kV-on sem szükséges kiépíteni az előzetes hálózatszámítások alapján.

a meglévő terepszintjéhez képest körülbelül 2 méterrel lejjebb épül ki, az új 400/220/35 kV-os transzformátor beszállítása a meglévő alállomási útcsatlakozás felhasználásával történik. A döntés a jelenlegi árviszonyok figyelembevételével mintegy 600 millió forintos megtakarítást eredményezett a többi verzióhoz képest. Ezen változat nagy tömegű földmunkával járt, cserébe kisebb területigény mellett így lehetett a legkisebb mezőszámú 220 kV-os kapcsolóberendezést alkalmazni ugyanakkora számú kicsatlakozáshoz.

Vegyük sorra a főbb módosításokat, amelyek szükségessé váltak a meglévő alállomási területen! Az északi kerítést és az övarkot ki kell téríteni, a bekötőút melletti részsűt pedig részben meredekebbre kell cserélni az új transzformátor-szállító út miatt. A jelentős terepszint-különbségek és a nagy mennyiségű feltöltés miatt egyedi alapozási technológiára van szükség, a tervezés jelen állapotában a CFA cölöpözés vagy a SOIL-CONS a megfelelő eljárás. A részsűtízen geoműanyagot és biomatracot kell telepíteni az erózió megakadályozására. A transzformátorok (a 3. és a későbbiekben a 4.) miatt szükséges 2x100 köbméteres új tűzvíztározó létesítése. Az új 400 kV-os mezősor és a 3. transzformátor szekunder készülékeinek

elhelyezésére kiépül a 44. számú reléház, a 220 kV-os részhez pedig a 21. számú reléház. A bővítés során a kiépítések (építészeti, primer, szekunder) úgy lesznek kialakítva, hogy később a negyedik 400/200/35 kV-os transzformátort is fogadni tudja az alállomás a lehető legkisebb átalakítással.

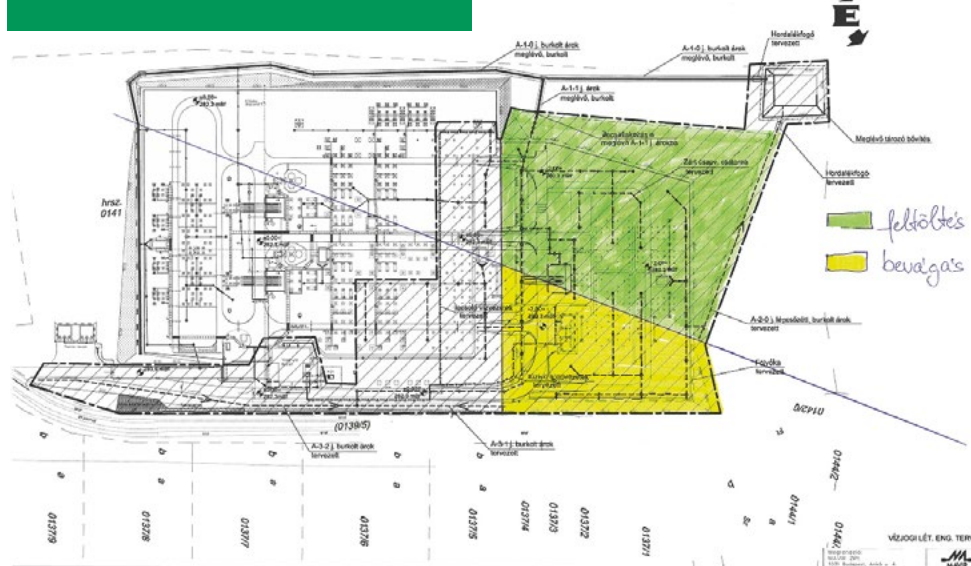
NAGY TÖMEGŰ FÖLDMUNKA

A kivitelezési oldalról időben kapcsolódtunk be a tervezési folyamatba (2020 szeptemberében), és a tervezők is teljes mértékben nyitottak voltak a megvalósítási ötleteinkre. Így egyedül az engedélyek beszerzése miatt kellett bizonyos döntéseket átgondolnunk.

Ebből az 1A és 1B ütem megvalósítására kaptunk megbízást a Megrendelőtől, ami azért is szerencsés volt, mert nem érintette az üzemelő alállomást, így nem kellett a feszültségközeli munkavégzéssel számolni.

Az építési engedély megszerzéséhez 500 millió forint értékhatár felett Előzetes Régészeti Dokumentációt (ERD) kellett készíttetni, amelyet csak a Várkapitányság Nonprofit Zrt.-vel lehet végeztetni. Így VAF-os eljárás keretében, az MVM XPert Zrt. Beszerzési Igazgatóságával szorosan együttműködve sikerült egy gyors szerződéskötést követően beszerezni az építési engedély megszerzésének utolsó sarkalatos pontját. A munka volumene miatt meghatároztunk

VÍZJOGI LÉTESÍTÉSI ENGEDÉLYEZÉSI TERV



Két engedély beszerzése volt a munka feltétele: egy építési engedély a bővítés kapcsán és egy vízjogi a meglévő csapadérendszer részleges bontása, átépítése, illetve kiegészítése miatt. Ebből az építési engedély tűnt egyszerűbbnek, a vízjogi hosszabb átfutással bírt. Ezért azt a döntést hoztuk, hogy a vízjogival érintett részt különválasztjuk, annak kezdetét az engedély megszerzéséhez kötöttük.

Az így kialakult kivitelezési területek:

- **1A ütem:** kerítésen kívüli, vízjogi engedély nélküli terület
- **1B ütem:** kerítésen kívüli, vízjogi engedéllyel érintett terület
- **2. ütem:** a meglévő alállomás területébe is benyúló, két magasságból adódó összemetszés

három fő területet, amelyre beszállítót/alvállalkozót kellett találnunk. Első helyen a helyi munkavégzés szerepelt, a töltés és bevágás készítése, másodikon a töltőanyagnak a bánya és a munkaterület közötti szállítása, és végül a bánya. A bánya kiválasztásával töltöttük a legtöbb időt. Fontos volt számunkra, hogy a partnerünk hétfőtől szombatig tudjon folyamatosan szállítani napi minimum 3500, de lehetőleg 5000 tonna kiszolgálással. Emellett a kiválasztás fontos kritériuma volt a bánya jó megközelíthetősége és minél közelebbi fekvése a fordulók számának legoptimálisabb kihasználása érdekében. Ezen feltételek figyelembevételével a Nagytarcsán található L.V.B Inert Kft. került ki győztesen, amelynek anyagát többször is bevizsgáltuk, hogy megfelel-e a tervi paramétereknek.

AZ 1A ÜTEM KIVITELEZÉSE

A tervezők három minősítésű töltésanyagot terveztek a földmunkába, amelyeket M1, M2, M3 osztályba sorolunk az „ÚT 2.1.222–Utak és autópályák létesítésének általános geotechnikai szabályai” szerint. (Ebben az M1-től az M5 anyagig szerepelnek osztályba sorolások, amelyből az M1 a legjobb.)

Nagyon jó választásnak bizonyult a bánya, ugyanis az előírt tömörségnek és teherbírásnak minden esetben megfelelt a töltésanyag.

A tervező azt feltételezte, hogy a bevágásból kinyerhető föld minimum M3-as, de ha nem, akkor kezelni kell a beépítés előtt. Ebben a szakaszban egyeztetünk több körben a műszaki ellenőrzést ellátó MVM ERBE Zrt.-vel a TU-t és MMT-t, amelyben meghatároztuk a mérési helyeket, azok gyakoriságát.

A munka a területen lévő, változó vastagságú humusz letermelésével kezdődött, amit egy kijelölt humuszdepóba kellett szállítani. Ebből van, amit a későbbiekben felhasználnak majd. A területnek túl nagy volt az oldalesése, így mindenképpen lépcsőzni kellett az altalajt.

Erre került rá mindenhol a geotextília. A lehumuszolt alapsíkon a további építés feltétele volt, hogy a tervi előírt tömörséget ($Trp \geq 90\%$) és teherbírás ($E2 \geq 20 \text{ MN/m}^2$) biztosítani kell. Ezt minden esetben tudta az altalaj, így elkezdődhetett a töltés építése, ami egy töltésalapozási réteggel épült tovább, amelybe 2 réteg, két irányban teherhordó georács került. Ha le akarnánk egyszerűsíteni, akkor úgy lehetne ezt jól szemléltetni, hogy egy homogén teherelosztó „alaplemez” készült, amely biztosítja a töltés tehereloszlását.

A töltésalapozásnál éreztük először, hogy nagyon jó választás volt a bánya, ugyanis mindamelllett, hogy esős időben is tudtunk dolgozni, az előírt tömörségnek ($Trp \geq 92\%$) és teherbírásnak ($E2 \geq 45 \text{ MN/m}^2$) minden esetben megfelelt a töltésanyag, sőt, az esetek nagy többségében az 55-57 MN/m^2 értékeket értük el.



KÉT RÉTEG GEORÁCSOT ALAKÍTOTTUNK KI
Fotó: Kovács János

A HUMUSZ LETERMELÉSE Fotó: Kovács János



Közben a bevágásrészen található föld laborvizsgálatai igazolták, hogy M3-as az ott lévő föld, így kezelés nélkül beépíthető. Azonban annak vízerzékenysége nem optimális, így igyekeztünk két-három esőmentes napon elkészíteni a bevágást, az abból kinyert földet a töltésbe beépíteni, majd a bevágást és a feltöltésrészt is egy minimum 25 centiméter vastag M1-es anyaggal lefedni, hogy az eső ne tegyen benne kárt. Az anyagbeszállításokat is úgy kellett időzíteni, hogy mindig legyen elegendő töltésanyag, de azért a mozgást se akadályozza a területen. Majd a töltésepítés elérkezett a legnagyobb mennyiségű réteg beépítéséhez: megközelítőleg 30 000 köbméter M3-as töltésanyag került a töltés középső rétegébe. Ebben a szakaszban az időjárás nem volt mindig kegyes hozzánk, a fagy miatt két esetben is leállásra kényszerült a kivitelezés 8-10 napra. Ezeket a napokat a szállítási kapacitás maximális kihasználtsága mellett jó minőségű M2-es anyagok bedepózására használtuk ki.

AZ 1B ÜTEM KIVITELEZÉSE

2021. február végére megérkezett a vízjogi engedély is, amelynek volt egy 15+1 napos jogerőre emelkedési határideje. Ez idő alatt felkészültünk a minél gyorsabb kivitelezésre azzal, hogy lesz olyan állapot, amikor a gravitációs esőcsatorna elbontásra kerül, így a csapadék kárt tehet az addig elkészült töltésben. A meglévő betonfolyóka visszanyerhetően nem volt elbontható, ezért azt roncsba bontottuk. Következett a meglévő alállomás részsűjének, valamint az 1B terjedelem felületének lehumuszosolása. Köszönhetően a bedepózott anyagnak és a jó időjárásnak, az 1B ütem hamar utolérte az 1A ütemben elkészült korábbi töltésmagasságot. Reméltük, hogy a munka végén füvesített részsűket a tavasz kegyeibe fogadja, és bőséges csapadékkal támogatja, hogy minél hamarabb zöldbe borulhasson a táj. A bővítési területen az eredetileg tervezett terepszinthez a finom tereprendezés nem készült el,

IGYEKEZTÜNK KÉT-HÁROM ESŐMENTES NAPON ELKÉSZÍTENI A BEVÁGÁST
Fotó: Kovács János



A töltéstest felső 1 méteres rétege kétféle rétegből tevődik össze: egy 70 centiméter vastag M2-es és egy 30 centiméter vastag M1-es anyagot tartalmazó, lezáró rétegből. Minden réteghöz tartozik külön tömörségi és teherbírási érték is, de a korábbiakhoz hasonlóan ezeket is minden esetben felülmúlta a beépített anyag. Ezzel párhuzamosan már folyt a részsű kialakítása, amelybe 5 méter töltésmagasság után egy osztópadka került, így az 1:1,5 és 1:1,5 részsű az osztópadka közbeépítésével 1:2 eredőt eredményez, amely állékonyság szempontjából előnyös.



A RÉZSÚBE 5 MÉTER TÖLTÉSMAGASSÁG UTÁN EGY OSZTÓPADKA KERÜLT
Fotó: Kovács János

mert 2022 tavaszán a kivitelezési munkák újra indulnak, és így nem kell majd a kollégáknak újra megbolygatni az időközben visszaterített humuszréteget.

59 290 köbméter) szereztünk be. A bányaterület és a munkaterület között összesen nagyjából 92 000 kilométert tettek meg a teherautók, ehhez járult még 2160 gépjárműóra a munkaterületen.

AZ 1B ÜTEM HAMAR UTOLÉRTE AZ 1A ÜTEMBEN ELKÉSZÜLT KORÁBBI TÖLTÉSMAGASSÁGOT
Fotó: Kovács János



PÓTMUNKÁK

A kivitelezés alatt a munkaterületen tapasztaltaknak megfelelően kezdtük érteni a helyi közlekedési szokásokat, így a megrendelő MAVIR Rendszerintű Tervezési és Átviteli Beruházási Igazgatóság illetékes osztályával, valamint a műszaki ellenőr ERBE-vel egyetértettünk abban, hogy a bevágásrészen tenni kell valamit a gépjárművel való beesés ellen. Ezért azt a döntést hoztuk, hogy a meglévő szalagkorlátot folytatva meggátoljuk a leesést, valamint a területre történő behajtást és ezzel együtt az esetleges károkozást. A kivitelezésnél teherforgalommal is használt lehajtót meghagytuk, így a későbbi bővítés kezdeti szakaszában a meglévő alállomáson való áthaladás nélkül is megközelíthető a munkaterület. A pótmunkával 2021. március 31-ig elkészültünk. A MAVIR Zrt. és az MVM XPert Zrt. közti műszaki átadás eredményesen lezajlott áprilisban. Jelenleg folyamatos a beépített süllyedésmérő havi visszamérése, amiből kiolvasható lesz, hogy a tervezett konszolidáció mikor lesz véglegesnek tekinthető. Véleményünk az, hogy a minden rétegen a tervezési értékeket meghaladó eredmények miatt ez negyed évnél várhatóan nem lesz több. Végül érdekességgként néhány adat, amely érzékelteti munka volumenét. Beépítettünk megközelítőleg 67 500 köbméter töltőanyagot, amelyből 118 573 tonnát (körülbelül

Folyamatos a beépített süllyedésmérő havi visszamérése, amiből kiolvasható lesz, hogy a tervezett konszolidáció mikor lesz véglegesnek tekinthető.

FOLYTATÁS TAVASZTÓL

Az alállomáson az előzetes egyeztetések szerint 2022 első negyedévében kezdheti el újra a munkálatokat az MVM XPert Zrt. Alállomási Divízióigazgatósága, és 2022 végére kerül feszültség alá a 220 kV-os rész. A munkálatokat az üzem lehető legkisebb megzavarásával fogjuk végezni, előreláthatóan csak a 400 kV-os külső és belső gyűjtősinék meghosszabbítása igényel hosszabb feszültségmentesített időszakot. A felhasítandó távvezeték beforgatásának előkészítése úgy fog megtörténni, hogy a csatlakozások kiépítése is csak minimális üzemszünetet okozzon az Ócsa-Zuglói távvezetéken, és cserébe a budapesti régió villamosenergia-ellátásának egy újabb, korszerű, haladó technológiájú betáplálási pontja készül el a MAVIR Zrt. megrendelésére.



Szerző:
Dr. Mayer Martin János
egyetemi adjunktus,
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Gépészmérnöki Kar, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

NAPELEMPARKOK MENETRENDEZÉSE

BEVEZETÉS

A napenergia a legnagyobb mennyiségben rendelkezésre álló energiaforrás, melynek napelemekkel történő hasznosítása a fenntartható és tiszta villamosenergia-termelés egyik legfontosabb eszköze. A napelemek ára jelentősen csökkent, globális beépített teljesítményük pedig meredeken nőtt az elmúlt évtizedben. Az elmúlt 5 évben Magyarországon is jelentősen emelkedett a beépített naperőművi kapacitás, a következő évtizedekben pedig még ennél is nagyobb növekedés várható.

A környezeti előnyök mellett azonban a napelemek számos műszaki kihívást is hordoznak, melyek közül az egyik legfontosabb a napsugárzás időben változó rendelkezésre állásából adódó ingadozó és nehezen kiszámítható termelés. A napelemparkok hálózati integrációjának egyik fontos sarokköve a várható termelésük minél pontosabb előrejelzése annak érdekében, hogy a teljesítményváltozásokat előre tervezett módon, a költséges frekvenciaszabályozási tartályok minél kisebb igénybevételével lehessen kiegyenlíteni. A napelemes termelés-előrejelzés célja a jelenlegi energiapiaci működési gyakorlatban a 15 perces időbeli felbontású termelési menetrend minél pontosabb elkészítése másnapi és napon belüli időtávon. A menetrend és a tényleges termelés eltérését fel- vagy leszállítási kiegyenlítő energia vásárlásával kell áthidalni, így a napelempark-tulajdonosok is érdekelték a minél pontosabb menetrendezésben.

ELŐREJELZÉSI MÓDSZEREK

A napelemes termelés-előrejelzés általában két lépésből áll, melyből az első a várható sugárzás és más időjárási adatok előrejelzése, míg a második az ezek alapján várható teljesítmény kiszámítása a napelempark modellezésével. A sugárzás-előrejelzés alapvetően egy meteorológiai feladat, mely időtávától függően különböző módszerekkel történhet. A 3 órát meghaladó időtávon a numerikus időjárás-előrejelzés a leggyakoribb módszer, amelyben a légkör állapotát fizikai elvek alapján leíró differenciálegyenletek numerikus megoldásával jelzik előre. Ennek a legjelentősebb hazai példája az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) által használt AROME modell^[1], mely korlátos tartományú modellként a Kárpát-medence területét fedi le 2,5 km-es térbeli rácsfelbontással. A regionális modell tartomány határán várható

időjárási paraméterek az ECMWF (Középtávú Időjárás Előrejelzések Európai Központja) globális előrejelzéséből származnak. A modell kezdeti feltételeit, melyek a légkör aktuális állapotát írják le, a mérőhálózatból származó megfigyelési adatok és a korábban az adott időpontra vonatkozó előrejelzés alapján készítik el adattasszimilációs módszerekkel. A kezdeti értékek pontatlansága és a modellben használt közelítések miatt azonban nem készíthető pontos előrejelzés, sőt a pontatlanság az időhorizont növelésével jellemzően növekszik.

A numerikus időjárás-előrejelzés további hátránya a jelentős számításigény, ami miatt az eredmények még szuperszámítógépek esetén is csak órákkal a futtatás kezdetét követően érhetőek el. A rövidebb, 1-3 óra közti időtávon a műholdképeken alapuló előrejelzések a pontosabbak, melyek segítségével közvetlenül megfigyelhető a felhőzet alakulása^[2]. Az előrejelzés készítését megelőző néhány műholdkép különbsége alapján meghatározzák a felhők mozgását leíró vektorokat, majd ezeket időben előre vetítve készítik el a felhőzet, és ezen keresztül a napsugárzás előrejelzést. Európa területéről a Meteosat műholdak készítenek képeket, legfeljebb 5 perces felbontással.

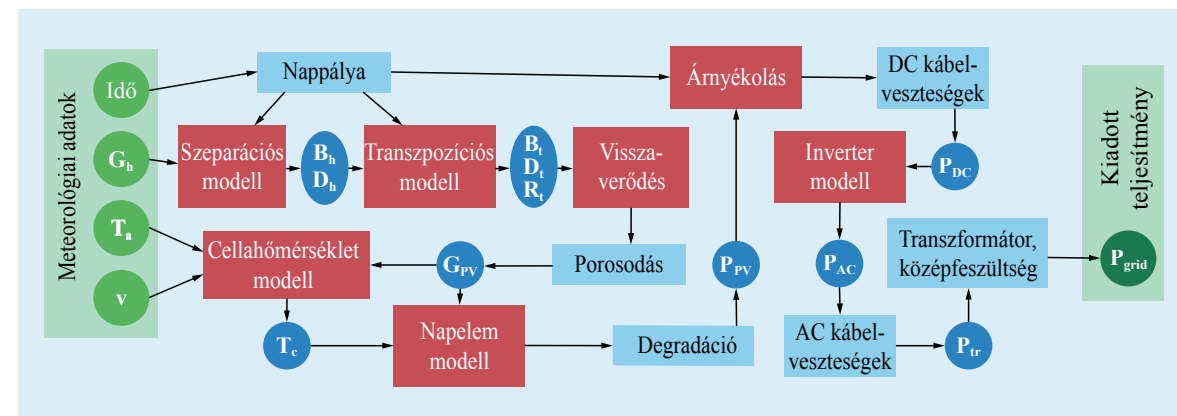
A valós időhöz közeli, 1 óránál rövidebb időtávon megnő az egyes napelemparkok helyi méréseinek fontossága. Ennek egy hatékony módja az égboltkamerák használata, melyekkel követhető a felhők mozgása, és így előrejelezhető a napsugárzás rövid távú változása, bár ez a módszer hazánkban még nem elterjedt. A sugárzás-előrejelzések több hazai és nemzetközi szolgáltatótól is megvásárolhatók, ezek azonban csak vízszintes felületre vonatkozó globálsugárzást és egyéb légköri jellemzőket (többek közt hőmérséklet, szélsébség és irány, páratartalom, légnyomás) tartalmaznak. A menetrendezés pontosságát az időjárás-előrejelzés hibáján túl a teljesítmény számítására használt modell is jelentősen befolyásolja. A sugárzás alapú teljesítményszámításnak három fő módja van: a fizikai, statisztikai és hibrid megközelítés. A fizikai módszer esetén a teljesítményt a napelemparkok fizikai működési elvén alapuló matematikai modellek segítségével számítjuk. A statisztikai módszer lényege, hogy historikus időjárási és termelési adatok alapján statisztikai vagy gépi tanuláson alapuló regressziós modellekkel írjuk le a sugárzás és

teljesítmény kapcsolatát. A hibrid modellek pedig a fenti két módszer együtteseként állíthatók elő, így mindkettő előnyös tulajdonságait hordozva ebből a kategóriából kerülnek ki a legpontosabb megoldások^[3]. A fizikai modellezés előnye, hogy csak a napelemparkok főbb tervezési adataira van szükség a számításhoz, ami a tervezési dokumentációkból általában elérhető, de nincs szükség historikus adatokra, így jól használhatóak a néhány évesnél fiatalabb napelemparkok és újonnan induló szolgáltatások esetén is. A BME és hazai ipari nagyvállalatok, így az MVM együttműködésére épülő FIEK (Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központ) program keretében elvégzett kutatások egyik kiemelt eredményterméke egy olyan előrejelző algoritmus kifejlesztése volt, ami képes a szolgáltatásként megvásárolt időjárás-előrejelzések alapján a lehető legpontosabb menetrend elkészítésére. A kidolgozott algoritmus a napelemparkok üzembehelyezésétől kezdve használható, később pedig historikus adatok alapján, gépi tanulásal bővítve egy hatékony hibrid modell alapját is képezi.

FIZIKAI NAPELEM MODELLEZÉS

A napelemparkok fizikai elvű modellezéséhez egy több lépésből álló modellsorra van szükség, melynek vázlatát az 1. ábra szemlélteti.

modellezés, amellyel a vízszintes sugárzás komponensek átszámíthatók egy napelem modul tetszőleges tájolású és dőlésszögű felületére. Ezt a napelemek felületéről történő visszaverődés számítása követi. A napelemek által elnyelt sugárzás, valamint a környezeti hőmérséklet és a szélsébség alapján meghatározható a várható cellahőmérséklet, ami a napelemek hatásfokát befolyásolja. A sugárzás és cellahőmérséklet alapján modellezhető maga a napelem modul, és kiszámítható az általa kiadott DC teljesítmény. Napelemparkok esetén a párhuzamos tartószerkezeti sorok által vetett árnyékokból adódó veszteségeket is figyelembe kell venni. A modellezés utolsó szakaszában a különböző villamos veszteségek, így a DC és AC oldali kábelek, az inverterek és a transzformátorok veszteségeit levonva kapjuk meg a kiadott teljesítményt. A 1. ábrán piros színnel jelölt főbb lépésekben azonban a számítás módja nem egyértelmű, hanem sok (akár több mint 100) különböző modell elérhető a szakirodalomban, melyek megválasztása nagyban befolyásolja a teljes modellsor hatékonyságát. A kutatás során 10 szeparációs, 14 transzpozíciós, 4 visszaverődés, 5 cellahőmérséklet, 5 napelem, 3 árnyékolás és 3 inverter modell összes lehetséges kombinációjaként 126000 modellsort állítottam össze, és ezek segítségével megvizsgáltam, hogy a modellek



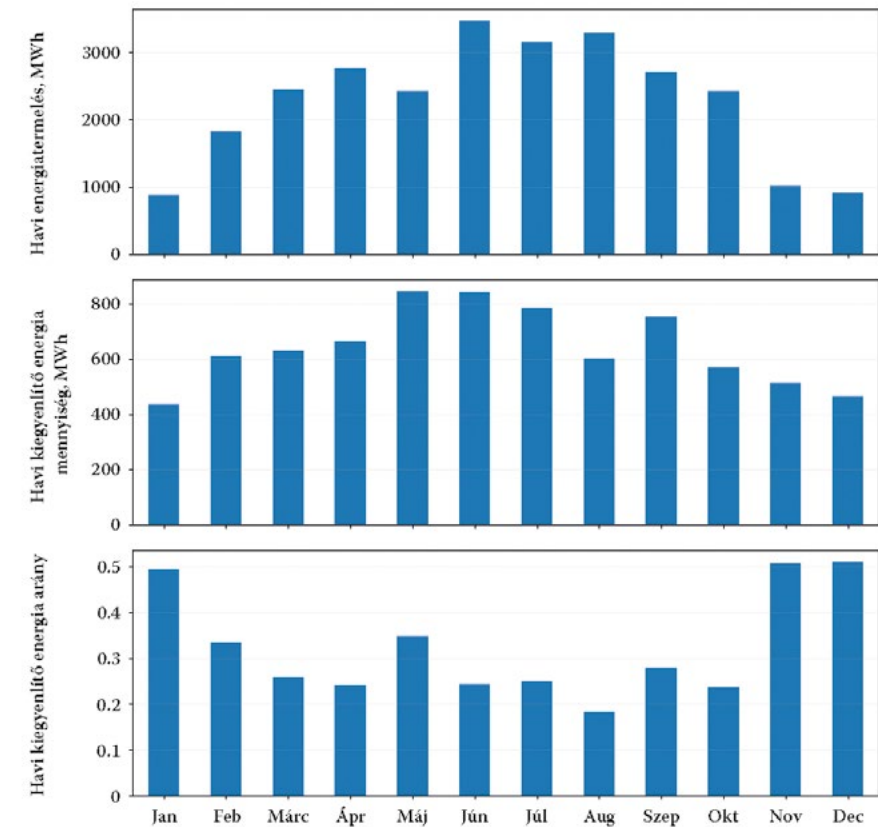
1. ÁBRA: AZ IDŐJÁRÁS-ELŐREJELZÉS ALAPÚ NAPELEMPARK TERMELÉSSZÁMÍTÁS ELVI VÁZLATA^[4]

A bemeneti adatok az előrejelzett vízszintes globálsugárzás, a környezeti hőmérséklet és a szélsébség, míg a kimenet a napelempark által hálózatba táplált teljesítmény. A modellezés első fő lépése az ún. szeparáció modell, amely a globálsugárzást szétbontja annak direkt és szórt összetevőire. A következő lépés a transzpozíciós

megválasztásának mekkora hatása van a menetrendezési pontosságra. Az eredmények alapján a napelempark termelés előrejelzés hibája a legpontosabb modellsor használatával közel 15%-kal magasabb a sugárzás előrejelzés hibájához képest, míg a legpontatlanabb modellsorral ez a hibanövekmény már közel 30%^[5]. A fizikai

modellsor optimalizálásával tehát a teljesítményszámításból származó járulékos hiba akár felére is csökkenthető, ami igen jelentős javulás annak fényében, hogy az előrejelzési pontatlanság döntő része a sugárzás előrejelzésből származik.

bontásban a 2019-es évre. A felső diagramon látható, hogy a nyári és a téli hónapok havi termelése közt mintegy négyszeres különbség látható, ami megfelel a várakozásoknak. A középső diagramon a havi összes kiegyenlítő energia-



2. ÁBRA: AZ ENERGIATERMELÉS, KIEGYENLÍTŐ ENERGIA MENNYISÉG ÉS ARÁNY JELLEMZŐ HAVI ALAKULÁSA EGY NAPELEMPARKBAN 2019-BEN

VERIFIKÁLÁS ÉS KALIBRÁLÁS

Az előrejelzés jóságának, pontosságának vizsgálatát verifikálásnak nevezzük. A verifikálásnak még nincs kialakult, szabványos módszertana, ami megnehezíti a szakirodalomban gyakran különböző szempontok szerint értékelt előrejelzések összehasonlítását^[6]. Az eredmények megbízhatósága szempontjából lényeges a vizsgált időszak hossza. A verifikáláshoz, a termelés-előrejelzés előállításához sugárzás-előrejelzésre és a napelemparkok ténytermelésének ismeretére is szükség van, ezek azonban kutatási célokra gyakran csak korlátozott módon, vagy jelentős költséggel érhetők el. Az időjárás változékonysága és kiszámíthatatlansága éven belül jelentősen eltér, így az év különböző időszakaira elvégzett verifikálás eredményei érdemben nem vethetők össze. A 2. ábra egy napelempark termelését, kiegyenlítő energia mennyiségét és arányát mutatja havi

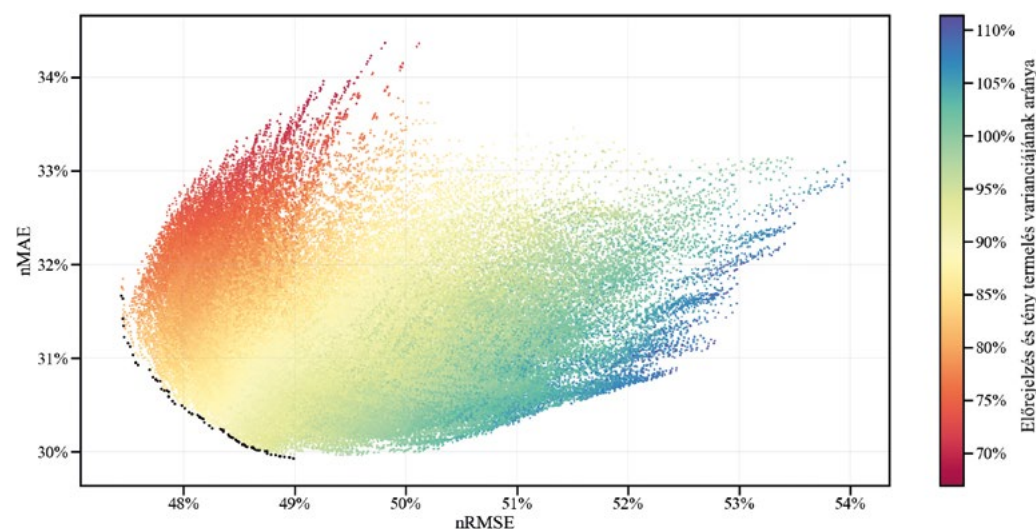
mennyiség a termeléshez hasonlóan nagyobb a nyári időszakban, mint télen, de arányuk kevesebb, mint kétszeres. A fenti trendek összességében a kiegyenlítő energia mennyiség termeléshez viszonyított aránya télen a legjelentősebb, 50% körüli, míg a nyári ennek kevesebb, mint fele. Ennek oka, hogy nyáron jellemzően jóval kevésbé változó az időjárás a téli időszakhoz képest. A fenti általános trendeken túl lehetnek kiugró hónapok is, például 2019-ben ilyen volt a május. Ekkor a termelés a várakozásokhoz képest kisebb, a kiegyenlítő energia mennyiség pedig nagyobb volt, aminek oka az adott május szórványos felhőzetrel és zivatarokkal tarkított időjárása volt. Általánosságban az ilyen szeszélyes időjárás inkább áprilisa jellemző, 2019-ben ez azonban májusra is kitolódott. A bemutatott, jelentős éven belüli különbségek miatt tehát egy előrejelzési módszer verifikálásához célszerű

legalább egy vagy több egész év adatait használni. Az ismertett előrejelzés esetében az éves kiegyenlítő energia arány közel 30%, amihez képest akár az augusztusi, akár a novemberi hónapra számított eredmények igen félrevezetőek lehetnek.

A verifikálás során lényeges az értékelésre használt metrika megválasztása is. A hiba mérésére leggyakrabban az átlagos négyzetes hibát, illetve annak négyzetgyökét (RMSE: Root Mean Square Error) használják, ennek minimalizálására szolgál a statisztikában paraméterillesztésre általánosan használt legkisebb négyzetek elve^[7]. Ezzel szemben a kiegyenlítő energiát a menetrend és a tényleges termelés eltéréseként értelmezzük, így a teljes fel- és leszálló kiegyenlítő energia az abszolút hiba összegével egyenlő^[8]. A kiegyenlítő energia arányát tehát az átlagos abszolút hibának (MAE: Mean Absolute Error) az átlagtermeléshez

optimalizált modellsorok relatív abszolút hibája mintegy 1,5%-kal magasabb az MAE-re optimalizált előrejelzéshez képest, és fordított esetben az RMSE szempontjából is hasonló, 1,5%-ot meghaladó eltérést tapasztalhatunk. A feketével jelzett pontok a Pareto-optimális modellsorok, melyek a két metrika közti optimális kompromisszumokat jelenítik meg.

A 3. ábra színjelölése alapján az RMSE-re optimalizált előrejelzésnek jelentősen kisebb a varianciája a tény termeléshez képest. Ez azt jelenti, hogy ezek jellemzően az átlagos termeléshez közelebbi előrejelzések, amelyek kevésbé tartalmaznak kiugróan alacsony és magas termelési értékeket. Az előrejelzés varianciája lineáris skálázás vagy mozgó átlagolás segítségével is csökkenthető. Ezeket a módszereket az előrejelzés utófeldolgozásának vagy kalibrálásának nevezhetjük. A kalibrálás során tehát mindig dönteni kell, hogy melyik metrikának



3. ÁBRA: A VIZSGÁLT MODELLSOROK ÁLTAL KÉSZÍTETT ELŐREJELZÉSEK ÁTLAGOS ABSZOLÚT HIBÁJA ÉS GYÖK ÁTLAGOS NÉGYZETES HIBÁJA^[4]

viszonyított aránya fejezi ki. Az elvégzett vizsgálatok eredményei azonban azt mutatják, hogy ez a két általánosan elterjedt metrika részben ellentmond egymásnak, tehát nincs olyan módszer, ami egyszerre tudna mindkét szempontból optimális előrejelzést készíteni. Ezt szemlélteti a 3. ábra, melyen a vizsgált 126000 modellsor egy-egy pontként jelenik meg az átlagra normalizált (relatív) RMSE és MAE koordináta-rendszerben. Mivel mindkét hiba szempontjából az alacsonyabb értékek jelzik a pontosabb előrejelzést, a legjobb modellsorok a diagram bal alsó részén találhatóak. A legalacsonyabb RMSE-re

a javítását célozzuk, mivel egy bizonyos szint felett egy adott mutató javítása csak a többi rontása árán érhető el. Ez azt jelenti, hogy a gazdasági szempontból legkedvezőbb előrejelzéshez meg kell határozni, hogy melyik metrika reprezentálja legjobban az előrejelzés pénzületi értékét. A kiegyenlítő energia költsége azonban függ a rendszerállapottól és a mérlegköz kiegyenlítettenségtől, tehát a többi piaci szereplő viselkedésétől is. A rendszerállapottal ellentétes irányú eltérés általában nem hogy költséget, de többletbevételt jelent, a várható rendszerállapot azonban nehezen jelezhető előre.

A kiegyenlítő energia mennyisége az abszolút hibával fejezhető ki, így ezt érdemes használni akkor, ha a várható rendszerállapot és a kiegyenlítő energia egységarak egyáltalán nem ismertek. A kiegyenlítő energia egységarak mellett a túlmenetrendezés jellemzően nagyobb költséggel jár, mint az alulmenetrendezés, aminek leírására az eltérés irányára vonatkozó átlagos egységarakkal súlyozott abszolút hiba a jó mutató. Az időjárás-előrejelzés hibájának országon belüli korrelációja miatt azonban egy jelentősebb menetrendi eltérés nagyobb eséllyel jár együtt a többi napelempark esetén is hasonló irányú eltéréssel, így nagyobb valószínűséggel várható az eltéréssel megegyező irányú rendszerállapot, és így jelentősebb a fizetési kötelezettség. Ennek az összetett tendenciának a leírására a nagyobb hibákat erősebben súlyozó RMSE a legmegfelelőbb metrika.

A fentiek összességéeként az előrejelzés pénzületi értékét legjobban a MAE és RMSE valamilyen kombinációja írja le, ennek meghatározásához azonban még további elemzéseket kell végezni. Az ehhez kapcsolódó vizsgálatok elvégzése, és az eredmények alapján a termelés-előrejelzések megfelelő kalibrálása az elkezdett projekt egy további lehetséges fejlesztési iránya.

ÖSSZEGZÉS

A napelemes termelés minél pontosabb előrejelzése korunk egyik fontos energetikai kihívása. Mivel az időjárás-előrejelzések kereskedelmi szolgáltatásként számos forrásból elérhetőek, a napelempark-üzemeltetők számára a napelemparkok modellezése a legfontosabb feladat a termelés-előrejelzés előállításának céljából. Ennek újonnan létesült napelemparkok esetén a fizikai alapú modellezés a leghatékonyabb eszköze, amit az idő előrehaladtával egy historikus adatokon alapuló gépi tanulási modellel kiegészített hibrid modellezés tesz még pontosabbá. Az elvégzett kutatás eredményei megmutatták, hogy a menetrendezés pontossága jelentősen függ a számításokhoz használt fizikai modellsortól, így ennek optimalizálásával önmagában is jelentősen javítható a pontosság. Az menetrendek megfelelő kalibrálásához elengedhetetlen továbbá az előrejelzés piaci értékét legjobban kifejező hibamutató megkeresése, ami egy további ígéretes kutatási irány a projekt esetleges folytatása során.

DINAMIKUS MEGÚJULÓ TERMELÉSMENEDZSMENT SZOFTVER (METEO)

2021 őszén sikeresen zárult a négy és fél éven átívelő, intenzív fejlődési pályán mozgó iparágak vezető vállalataiból, valamint a BME-ből álló konzorciumi keretben teljesített FIEK K+F projekt. Az MVM Csoport részéről az MVM Zrt. irányította a kutatást, melybe több MVM tagvállalat (Grape Solutions, Smart Future Lab, MVM Optimum, MAVIR, HUPX) is bekapcsolódott. A projekt számos területen járult hozzá az akadémiai és iparági szféra közötti tudásmegosztáshoz – így a BME-n kialakított Smart Power és Micro CHP laboratóriumok létrehozása, a megújuló termelők, tárolók, befolyásolható fogyasztású szereplők integrálási lehetőségeinek átfogó vizsgálata kapcsán számos ponton kapcsolódtak össze a kutatásaink. Részen ezekre épült két termékfejlesztésünk is, melyek közül az itt bemutatott tanulmány a kkv-k részére létrehozott dinamikus megújuló termelésmenedzsment (előrejelzési, menetrendezési) szolgáltatás fejlesztése szempontjából releváns.

Az utolsó kutatási év során a Grape Solutions-szel közösen véglegesített METEO megújuló termelésmenedzsment szoftver és szolgáltatáscsomag jelentősége az utóbbi időszakban még inkább felértékelődött. Mivel a megtermelt villamos energia nagy volumenű tárolása egyelőre rendkívül költséges, ugyanakkor a rendszer egyensúlyának fenntartása szükségszerű, a kiegyenlítés optimalizálása érdekében a termelőknek előre jelezniük kell, hogy mennyi energiát fognak a következő időszakban, különösen a következő napon és órákban termelni. A METEO alkalmas naperőművek időjárási adatokra alapuló termelési előrejelzésére, menetrend készítésére, és annak a MAVIR felé történő beküldésére, továbbá külső adatforrásból feltöltött termelési adatsorok elemzésére.

HIVATKOZÁSOK

- [1] B. Szintai, M. Szűcs, R. Randriamampianina, and L. Kullmann, "Application of the AROME non-hydrostatic model at the Hungarian Meteorological Service: Physical parameterizations and ensemble forecasting", *Időjárás*, vol. 119, no. 2, pp. 241–265, 2015.
- [2] B. Wolff, J. Kühnert, E. Lorenz, O. Kramer, and D. Heinemann, "Comparing support vector regression for PV power forecasting to a physical modeling approach using measurement, numerical weather prediction, and cloud motion data", *Solar Energy*, vol. 135, pp. 197–208, Oct. 2016.
- [3] J. Antonanzas, N. Osorio, R. Escobar, R. Urraca, F. J. Martinez-de-Pison, and F. Antonanzas-Torres, "Review of photovoltaic power forecasting", *Solar Energy*, vol. 136, pp. 78–111, Oct. 2016.
- [4] M. J. Mayer, "Design optimization and power forecasting of photovoltaic power plants", *Doktori értekezés*, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2020.
- [5] M. J. Mayer and G. Gróf, "Extensive comparison of physical models for photovoltaic power forecasting", *Applied Energy*, vol. 283, p. 116239, Feb. 2021.
- [6] D. Yang, et al., "Verification of deterministic solar forecasts", *Sol. Energy*, vol. 210, no. February, pp. 20–37, Nov. 2020.
- [7] R. Blaga, A. Sabadus, N. Stefu, C. Dughir, M. Paulescu, and V. Badescu, "A current perspective on the accuracy of incoming solar energy forecasting", *Progress in Energy and Combustion Science*, vol. 70, pp. 119–144, Jan. 2019.
- [8] J. Antonanzas, O. Perpinan-Lamigueiro, R. Urraca and F. Antonanzas-Torres, "Influence of electricity market structures on deterministic solar forecasting verification", *Solar Energy*, no. November 2019, pp. 1–3, Apr. 2020.



Szerző:
Fenyvesi Csaba
osztályvezető,
MVM Paksi Atomerőmű Zrt.,
Külső Technológiai Osztály

MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI ERŐMŰVES KÖRNYEZETBEN

Isaac Asimov író megfogalmazása alapján a robotika három törvénye:

1. A robotnak nem szabad kárt okoznia emberi lényben, vagy tétlenül tűnnie, hogy emberi lény bármilyen kárt szenvedjen.
2. A robot engedelmeskedni tartozik az emberi lények utasításainak, kivéve, ha ezek az utasítások az első törvény előírásaiba ütköznek.
3. A robot tartozik saját védelméről gondoskodni, amennyiben ez nem ütközik az első vagy második törvény bármelyikének előírásaiba.¹

Mi a kapcsolat a mesterséges intelligencia és a robotok között? A mesterséges intelligencia egyenlő a robotokkal? A válasz jelenleg nem egyértelmű, a válasz lehet igen is, meg nem is. A fenti törvények látszólagos egyszerűsége és alapvetőnek tűnő igazságtartalma meglehetősen sok ellentmondást tartalmaz. Az egyik nehézség az emberi lényt érő kár definíciójának pontatlanságából adódik. Példaként említhetjük azt az esetet, amikor két, saját robottal rendelkező emberi lény vitába kerül egymással, majd a vita fizikai tettegességig fajul. A robotok az első törvényt milyen módon kellene, hogy értelmezzék? Avagy mit kezdene egy robot a túlzott alkoholfogyasztás emberre ható rövid és hosszú távú kockázatának értelmezésével? Lehet, hogy ha robotjaink lennének, akkor minden káros szenvedélytől és mindenféle kockázattól mentes, steril életünk lenne? Nem túl biztató ez a jövőkép. Az azonban kijelenthető, hogy ha nem is a fent megfogalmazott törvények, de ahhoz hasonló szabályok felismertetése és betartása csak nagyon fejlett, észlelő, elemző és döntéshozó rendszerrel rendelkező gépekkel lehetséges. Ez a felismerés nem újkeletű. Amióta a XX. század elején a robotok megjelentek a különböző irodalmi művekben, azóta létezik a gépi vagy mesterséges intelligencia. Igaz, hogy magának a fogalomnak a megalkotására várni kellett 1950-ig, amikor is egy konferencián egy amerikai informatikus először használja ezt a kifejezést.

A II. világháború után a technikai újítások lehetővé tették az egyre nagyobb számítási kapacitással rendelkező számítógépek használatát. Ennek a tudományterületnek egyik kiemelkedő alakja Alan Turing volt, aki először tette fel azt a kérdést, hogy a gépek tudnak-e gondolkodni. Ennek

eldöntésére alkotta meg a Turing-tesztet. A teszt során egy ember spontán beszédbe elegyedik a géppel, és ha az ember nem tudja eldönteni, hogy géppel vagy emberrel beszélt, akkor a teszt sikeresnek mondható. Jelenleg még nem sikerült olyan gépet alkotni, amely sikeresen vette volna ezt az akadályt. Alan Turingról még érdemes tudni, hogy az ő vezetésével törték fel a II. világháborúban a németek Enigma titkosító rendszerét, és egyes vélemények szerint ezáltal 1-2 évvel rövidítették meg a világháború időtartamát.

A mesterséges intelligencia (MI) mostanában lett közismert kifejezés, mert az MI eredményei mindennapjaink részévé váltak.

Fentiek alapján a mesterséges intelligencia (MI) ugyan nem a mai kor találmánya, de mostanában lett közismert kifejezés, mert az MI eredményei mindennapjaink részévé váltak, alapvetően befolyásolva életünk minden területét. Az önvezető autók, az internetes kereső szoftverek, az arcfelismerő szoftverek, a reklámajánló szoftverek, a beszédfelismerő szoftverek, a fordító vagy tolmács szoftverek, a logikai játékok, az interaktív tanulást segítő szoftverek az otthoni, míg a gépi személyi asszisztensek, az ipari technológiai folyamatok optimalizálása, a banki automatikus hitelbírálókat, az üzleti döntéshozatal, az orvosdiagnosztikai alkalmazások a gazdasági, ipari és gyógyászati felhasználásban támogatottak mesterséges intelligenciák által. És ezek a példák csak részben fedik le az MI felhasználási területeit, amely fejlődése manapság exponenciálisnak mondható.

Akkor viszont miért ennyire népszerű mostanában ez a téma? Három okra vezethető vissza a kérdés: a számítógépek számítási kapacitásának robbanásszerű növekedése, új számítási algoritmusok és végül a szinte felfoghatatlan mennyiségű digitális adat keletkezése, valamint rendelkezésre állása. És ha súlyozni kellene ezeket az okokat, akkor talán a legutolsót lehetne a leghangsúlyosabbnak értékelni.

Mert mi az, ami manapság mindenki számára szinte korlátlanul rendelkezésre áll? A válasz

¹ https://hu.wikipedia.org/wiki/A_robotika_három_törvénye

természetesen nem egyértelmű, de jelen írás szempontjából az információ a válasz erre a kérdésre. Információ özőnben élünk, és belső ügyezetünk is arra sarkall bennünket, hogy még több információt gyűjtsünk össze szinte mindenről és mindenkiről. Természetesen ez sem a mostani világ különlegessége vagy újdonsága, mert minden történelmi időszakra igaz volt, hogy az információ birtoklása pénzt, hatalmat, tudást, másképpen megfogalmazva valamilyen előnyt adott másokhoz képest.

Az adat önmagában értéktelen, azonban ha összehasonlítjuk valamivel, akkor információvá válik, ami jellemzően egy döntést alapoz meg.

De mi is az információ? Az információ adatok halmaza. Az adat bármi lehet, amit fel lehet dolgozni, és olyan információvá lehet alakítani, ami segítségével valami egyéb haszon keletkezik. Az adat önmagában értéktelen, azonban ha összehasonlítjuk valamivel, akkor információvá válik, ami jellemzően egy döntést alapoz meg. A döntés lehet egyszerű, amikor például méret alapján különböztetünk meg valamit, vagy lehet bonyolult, amikor előnyöket, hátrányokat összevetve kell egy optimális vagy gazdaságos megoldást választanunk.

Az adatok és az információk megalapoznak, kiszolgálnak döntéseket, amelyeket azért hozunk meg, hogy életünk minőségét javítsuk. Jelen világunkban az életminőségünk látszólagos javításának érdekében adatokat és információkat halmozunk fel szinte emberi értelemmel felfoghatatlan mértékben. A környezetünkben lévő technikai fejlődés erőteljesen támogatja ezt a folyamatot, ami persze megint csak nem egy újkeletű igény. Már Galileo Galilei mondása – „Ami mérhető, mérd meg, ami nem mérhető, tedd mérhetővé!” – szerint is, az adatok gyűjtése kiemelt fontosságú a jövőbeni folyamatok megismeréséhez és előrejelzéséhez.

A számítógépek, de főleg az okoseszközök elterjedése okozta azt az adatmennyiség robbanást, ami évente kb. 60 ZB (azaz 65 trillió gigabyte) új adat keletkezését jelenti, és ami jelenleg

évente 50-60%-kal bővül. Ennek a megnövekedett adathalmaznak a kezelése nemcsak tárolási, hanem feldolgozási problémákat is felvet. Ez a tendencia szűkebb környezetünkben, az atomerőműben is tetten érhető. Igyekszünk mi is mindenről a lehető legtöbb adatot összegyűjteni és tárolni, azonban most már eljutottunk arra a szintre, hogy ezt az adatmennyiséget információvá kellene alakítani, amely lehetőséget adna a rendszereink tágabb értelemben vett üzemeltetésének optimalizálására.

ADATFELDOLGOZÁSI PROBLÉMÁK

Az üzemi adatok elektronikus megléte kiemelten fontos, mert a papíron gyűjtött adatok adatgyűjtési gyakorisága sok esetben nem kellően informatív, feldolgozásuk gazdaságtalan és körülményes. A technológiai rendszerek nagy része olyan digitális adatgyűjtő rendszerekkel rendelkezik, amelyek mintavételi gyakorisága és pontossága az üzemi és az üzemzavari adatelemzést is biztosítja, illetve garantálja azt, hogy az üzemzavarok megelőzhetőek legyenek, vagy ha ez nem sikerült, akkor az üzemzavarok kezelése az elvárt módon valósulhasson meg.

Az erőműben végrehajtott és folyamatban lévő egyes technológiai fejlesztéseknél ezt az igényt az erőmű szakemberi szem előtt tartják, azonban erre vonatkozóan nincs központilag meghatározott iránymutatás, ami támogatná a fejlesztési, átalakítási folyamat résztvevőit az adatgyűjtés minőségi és mennyiségi kialakításának létrehozásában, hanem a külsős és belsős résztvevők a saját tapasztalataik, tudásuk és a rendelkezésre álló gazdasági lehetőségek alapján határozzák meg az adatgyűjtés ezen paramétereit. Ebből következően heterogén adatbázisok jöttek létre, amelyek kielégítik az üzemeltetési elvárásokat, azonban egységes kezelésük komoly kihívás a szakmai szervezetek részére.

A következő fejezetben az üzemzavari dízelgenerátorok technológiáján keresztül elemezzük a rendelkezésre álló adatok felhasználhatósági lehetőségeit és korlátait.

DÍZELGENERÁTOROK

Az üzemzavari dízelgenerátorok a létfontosságú biztonsági villamosenergia-ellátás alapelemei. Felépítésüket tekintve komplett kiserőművek, amelyek autonóm üzemben képesek villamosenergia-forrásként üzemelni. Az atomerőmű blokkjainak 3x100%-os redundanciával

(blokkonként három független biztonsági rendszerág van, amely egyenként is képes az adott reaktor lehűtésére és hűtve tartására) kialakított biztonsági filozófiáját tekintve 12 darab nagyteljesítményű dízelgenerátor áll rendelkezésre. Maximális teljesítményük az 1-2. blokkon 1,6 MW, a 3-4. blokkon 2,1 MW. Az 1-2. blokkon az ukrán 15D100 dízelgenerátor sorozat 10 hengeres, ellendugattyús, kétütemű, míg a 3-4. blokkon a GANZ 18PA4 sorozat 18 hengeres, normál V elrendezésű, négyütemű dízelgenerátorai találhatók.

után a szakemberekben tudatosult, hogy az atomerőműben elvárt, úgynevezett forszírozott indulás mekkora terhelést jelent a dízelmotor élettartama szempontjából. Jelenleg 12 év üzem után, függetlenül az üzemórától, a gépegységek szétszereléses nagykarbantartását el kell végezni, illetve a 3-4. blokkon használt Ganz dízelmotoroknál 510 indítás után, ha a 12 éves naptári idő nem telt le előbb.

A dízelgenerátorok funkcióellenőrzése több gépparaméter ellenőrzése révén valósul meg.



15D100 TÍPUSÚ DÍZELGENERÁTOR Fotó: Bodajki Ákos

Alapesetben a dízelgenerátorok melegen tartott állapotban várják az indítóparancsot, amely megléte esetén megadott időn belül elindulnak, felfutnak névleges fordulatszámra, és egy lépcsős indítási logika szerint felveszik a terhet. Teherfelvétel után az elvárás a dízel gépcsoporttal szemben a 240 órás karbantartásmentes és 99%-os valószínűséggel az 1000 órás hibamentes üzem.

Ezen feladatok teljesítése komoly kihívások elé állítja az üzemeltető és a karbantartó személyzetet, mert a dízelmotorok alapvetően nem erre a funkcionalitásra voltak tervezve. A dízelmotorok kereskedelmi dízelmotorok, jellemzően vasút (illetve tengeralattjáró) üzemre tervezett gépegységek, ahol az ilyen jellegű indulási terhelések nem jellemzők. A '90-es évek elejének egyik nagy tapasztalata volt, amikor egy főtengelytörés, majd egy csapágykiolvadás

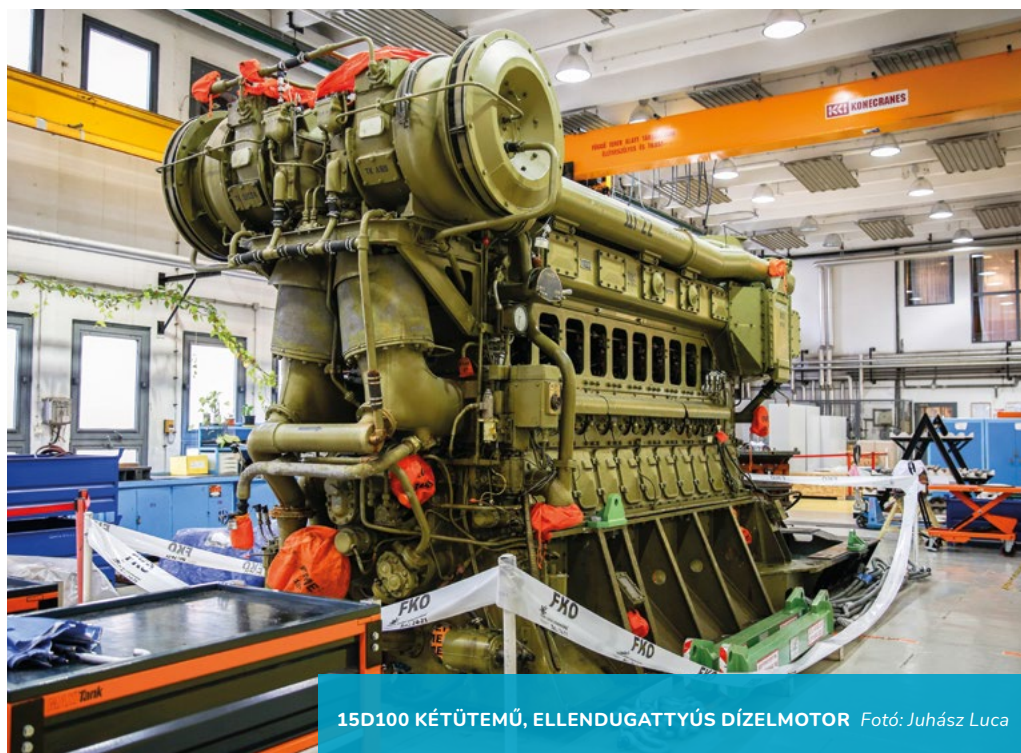
Mit is várunk el funkcionálisan a dízelgenerátoroktól?

A lényegesebb elvárások az alábbiak:

- A felfutási idő kisebb legyen, mint 15 másodperc
 - Ezen belül az 1-2. blokki 15D100 dízelgenerátoroknál az indítás előtti előkenési idő kisebb legyen, mint 5,5 másodperc
- A dízelgenerátorok fordulatszáma teherfelvételnél a megadott fordulatszámtartományban maradjon (a dízelgenerátor a lépcsős felterhelés alatt a melegen tartástól függetlenül felmelegedési állapotban van, mert a melegen tartott állapot kisebb hőmérsékletű, mint az üzemi állapot)
- Tartós járatás során az üzemi paraméterek a megadott határértékeken belül legyenek
- Teljesüljenek a karbantartás- és meghibásodásmentes üzemre vonatkozó kritériumok

A dízelgenerátorok állapotának értékelése és minősítése a rendelkezésre álló adatokból lehetséges. Az adatok egy része a rendszer műszerezettségére áll rendelkezésre, másik része egyéb leolvasások, mérések, mobil adatgyűjtők használata révén halmozódik.

- Belső hűtővíz inhibitor koncentráció adatok – kézi mintavétel után, elektronikus jegyzőkönyvben állnak rendelkezésre
- Dízelmotor kipufogógáz emisszió kibocsátás adatok – kézi mintavétel után, elektronikus jegyzőkönyvben állnak rendelkezésre



15D100 KÉTÜTEMŰ, ELLENDUGATTYÚS DÍZELMOTOR Fotó: Juhász Luca

A dízelgenerátorokról rendelkezésre álló adatok az alábbiakban:

- Az archiváló számítógép által gyűjtött melegen tartási (azaz álló helyzet) és járatási adatok
 - Analóg adatok, kb. 50 adatfajta gépenként (pl.: nyomások, hőmérsékletek, szintek, stb.)
 - Digitális adatok, kb. 350 adatfajta gépenként (pl.: mágneskapcsolók, közelségkapcsolók, szoftveresen képzett jelek, kontaktmanométerek, stb.)
- Archiváló számítógép által nem gyűjtött melegen tartási és járatási adatok – ezen adatokat papír adatlagra rögzítik, és utána digitalizálják őket manuálisan
- Diesel Doctor hengernyomás adatok – digitális adatok, amelyeket egy mobil mérőrendszer gyűjt
- Kenőolajmintavételi adatok – kézi olajmintavétel után, elektronikus jegyzőkönyvben állnak rendelkezésre

- Üzemanyag-szállítási, minőségi paraméterek – kézi mintavétel után, elektronikus jegyzőkönyvben állnak rendelkezésre
- Üzemanyag-mikrobiológiai adatok – kézi mintavétel után, elektronikus jegyzőkönyvben állnak rendelkezésre
- Fajlagos üzemanyag-felhasználás – számított adatok
- Fajlagos kenőolaj-felhasználás – számított adatok
- Dízelgenerátor üzem közbeni és főjavítás utáni reteszpróba tapasztalatok – szövegszerű, írt adatok
- Karbantartási tapasztalatok – karbantartási utasítások mellékleteként, jellemzően írt, és esetleg digitálisan rögzített adatok

Fentiek alapján megállapítható, hogy nagyon sok, bizonyos szempontból homogén, de összességében heterogén adatbázis áll rendelkezésre. A dízelgenerátor monitorozását az operatív üzemviteli személyzet végzi, egyrészt amikor

ellenőrzi a melegen tartási állapotot, másrészt azokban az esetekben, amikor a dízelgenerátor üzemel.

Melegen tartási állapotban a fő kihívás annak eldöntése, hogy a dízelgenerátor elindul-e egyáltalán, és ha elindult, felterhel-e az elvárt módon. Az indulási folyamat kritikusságát tekintve külön indítási statisztika készül átfogó képet biztosítva a dízelmotorok indítási képességéről. Az elmúlt években a dízelgenerátorok indítási megbízhatósága többször volt 100%-os, ami kiváló eredmény. Cél, hogy ez az eredmény továbbra is 100% legyen, de a törvényszerűen bekövetkező öregedési és romlási folyamatok miatt ez időnként kisebb lesz, mint 100%. Van-e olyan előrejelző módszertan, amely ezt az elvárást biztosítani tudja?

Figyelembe véve a dízelgenerátorok relatíve magas korát, célszerű lenne olyan állapotfigyelési módszertant kialakítani, amely a felsorolt összes paraméter alapján a dízelgenerátorok aktuális és jövőbeni állapotára is képes lenne valamilyen becslést adni. Ez a mostani, világméretű válságok miatt kiemelten fontos szemponttá vált, mert az alkatrészek beszerzése vagy a gyári szakemberek elérése kifejezetten nehéz mostanában.

dízelgenerátor-üzemzavar lehető leggyorsabb alapvető okának feltárásához,

- a karbantartóknak és a műszaki háttér-szervezetnek a dízelgenerátor optimális karbantartási stratégiájának kialakításához,
- a műszaki háttér-szervezetnek a dízelgenerátorokkal kapcsolatos műszaki fejlesztések megalapozásához.

Olyan állapotfigyelési módszertant kellene kialakítani, amely a dízelgenerátorok aktuális és jövőbeni állapotára is képes valamilyen becslést adni.

Fentiekben megállapításra került, hogy egy átfogó, szakértői rendszer milyen segítséget tudna nyújtani az adott rendszerrel kapcsolatba kerülő szervezeteknek. Kérdés, hogy a szakértői rendszer milyen módon kellene, hogy kiépüljön, milyen összefüggéseket kellene meghatározni, amelyeket egy optimalizáló függvényként lehetne kezelni. A rendelkezésre álló adatok és információk



15D100: SOROS, TÍZHENGES Fotó: Juhász Luca

Egy mindenre kiterjedő szakértői rendszer támogatást tudna nyújtani

- az üzemeltetőknek a stand-by állapot ellenőrzéséhez,
- az üzemeltetőknek az üzemi adatok online kiértékeléséhez,
- az üzemeltetőknek, karbantartóknak és a műszaki háttér szakembereinek egy esetleges

elemzése alapján kijelenthetjük, hogy olyan optimalizáló eljárás nem létezik, amely ezen adatokat egy függvényben kezelni tudná, ráadásul úgy, hogy elvárás lenne, hogy a rendszer ne csak egyszerű végeredményt adjon, hanem bizonyos esetben gyorsat is, gondolván itt egy meghibásodás során az üzemviteli dokumentációban szereplő hibafelszámolási időkorlátra.

Milyen elvárásaink lehetnek a szakértői rendszerrel kapcsolatban?

- A rendelkezésre álló, nagy mennyiségű adatokat kezelje, használja fel, és könnyen értelmezhető formában jelenítse meg
 - diagramok megfelelő megjelenítése és csoportosítása
 - trendelemzés végrehajtása, támogatása
- A rendszer bizonyos részei (üzemviteli értékelés, hibaelhárítás-támogatás) legyenek gyorsak, és online módon fussanak le
 - dízelgenerátor maximális terhelhetőségének becslése
 - dízelgenerátor olaj- és vízhőmérséklet értékeinek becslése, stb.
- Az adatok közötti keresztkapcsolatokat egyértelmű egyenletek, függvények hiányában is kezelje a kornak megfelelő megbízhatósággal
- Adjon becslést a funkció nem teljesítés kockázatok mértékére
 - felfutási idő becslése
 - teherfelvételi képesség becslése
 - hosszú távú terhelhetőség becslése
- Adjon javaslatot a funkció nem teljesítés kockázatok kezelésére
- A rendelkezésre álló adatok alapján végezen folyamatos elemzést a dízelgenerátor optimális üzemeltetési és karbantartási stratégiájának megvalósításához
 - olajcsere-periódus optimalizálása
 - üzemanyag mikrobiológiai szempontú kockázatának előrejelzése
 - belső hűtővíz korrózióvédelmi kockázat optimalizálása

A megfogalmazott célok elérése nagyon összetett feladat, de talán nem elérhetetlen, mert a műszaki-tudományos élet számítási kapacitás és elemzési módszer tekintetében nagy előrelépést tett a nagy mennyiségű és komplex adat-elemzés hatékony végrehajtásában.

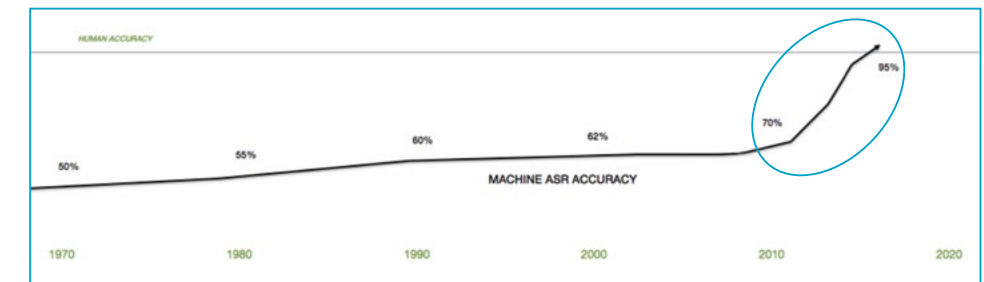
A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA

Statisztikai módszerekkel a nagy mennyiségű adatok eddig is kezelhetők voltak. A leíró statisztika a vizsgált adatbázis jellemzőire (átlag, szórás, medián, stb.) ad választ, míg a következtetési statisztika a jövőt illetően próbál meg becsléseket adni bizonyos események bekövetkezési valószínűségére. Ezen módszerek egy részének használata egyszerű, hiszen például

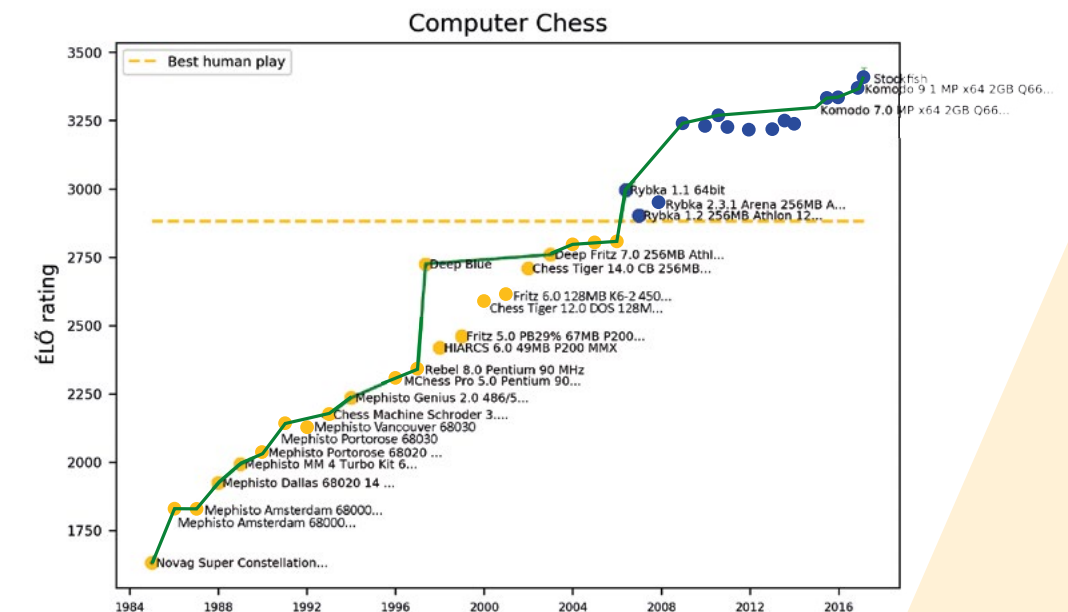
az átlagképzés, a medián meghatározása egyszerű matematikai műveletekkel lehetséges, azonban szakszerű használatuk, és kiemelendő, hogy szakszerű értelmezésük is nagy szaktudást, illetve gyakorlottságot igényel. A statisztikai eredmények sok helyen megjelennek életünkben, de mivel általában az adatgyűjtés, adatfeldolgozás és értékelés körülményei csak ritkán kerülnek ismertetésre a végső eredmények mellett, így értelmezésük objektivitása több esetben kérdéses. Ezen okok miatt a statisztikai értékelésekből levont következtetéseket mindig fenntartásokkal kell fogadni, miközben az ember szeret azonnal elfogadni látványos diagramok és infografikák által megtámogatott, logikus, vagy annak tűnő érveléseket.

A statisztika biztosítja azt a keretrendszert, amivel nagy tömegű adatokat lehet kezelni, illetve biztosítja az adatokon alapuló előrejelzés vagy becslés lehetőségét.

A statisztika tehát biztosítja azt a keretrendszert, amivel nagy tömegű adatokat lehet kezelni, illetve biztosítja az adatokon alapuló előrejelzés vagy becslés lehetőségét. Fontos kiemelni, hogy a statisztikai elemzések során a hangsúly az előrejelzéseken és a becsléseken van, mert az adatelemzések nem önmagukért vannak, adatokat nem azért elemzünk, hogy valaminek az átlagát és szórását kapjuk meg, hanem hogy abból olyan következtetéseket vonjunk le, amiből a jövőre vonatkozó döntéseket tudunk megalapozni. Azt, hogy milyen típusú statisztikai módszertant kell használni, a cél elérésén túl a rendelkezésre álló adatok is jelentősen meghatározzák. A 2000-es éveket megelőzően az adatok mennyisége töredéke volt az utána következő időszakhoz képest. Akkor az adatok mennyiségi feldolgozása kisebb feladat volt, miközben napjainkban külön tudományágat képvisel az adatfeldolgozás, tárolás és kezelés. Sőt! Ha mélységében nézzük az adatokkal kapcsolatos gazdálkodási lehetőségeket, akkor megértjük az egyes szakemberek állítását, hogy jelen világunkban az egyik legértékesebb „vagontárgy” az adat. Ha ez ilyen nagy érték, akkor



1. ÁBRA: GÉPI TANULÓ ALGORITMUSOK BESZÉDFELISMERÉSÉNEK PONTOSSÁGA AZ IDŐ FÜGGVÉNYÉBEN



2. ÁBRA: SAKKPROGRAMOK ÉLŐ PONTSZÁMÁNAK ALAKULÁSA AZ IDŐ FÜGGVÉNYÉBEN

szinte természetes, hogy az ehhez kapcsolódó tudományterületek fejlődni fognak, ilyen téren a mesterséges intelligencia módszerek is reneszánszukat kezdik élni, amellett, hogy új módszerek is kifejlődnek.

A fenti diagramok azt mutatják, hogy hogyan változott az MI teljesítménye az idő folyamán. Az egy külön érdekessége a témának, hogy az MI-nek teljesítménye vagy intelligenciája van. Jelenleg nem eldöntött, és sokak szerint vitatott, hogy a gépek rendelkeznek-e intelligenciával, amely vitának alapvetően az az alapja, hogy pontos definíciója az emberi intelligenciának sincs. Ha viszont valamit nincs mihez egzaktul mérni, akkor a megítélése is csak felemás lehet. Függetlenül attól, hogy intelligenciáról vagy teljesítményről beszélünk, a következő két diagram hűen tükrözi a számítógépek vagy felhasználói programok teljesítményének javulását. Az első diagram a beszélt szöveg gépi felismerésének pontosságát mutatja az évek függvényében [Machine ASR (Automatic Speech Recognition)

Accuracy – gépi automatikus szövegfelismerés pontossága]. Látható a diagramon, hogy jelenleg a gépi szövegfelismerés meghaladja az emberi szövegfelismerési határt (Human accuracy), ami azt jelenti, hogy a szövegfelismerő gép jobban megérti a beszélt nyelvet, mint egy átlagos személy.²

A másik érdekes diagram a gépek sakkteljesítményét veti össze az emberi sakkteljesítménnyel. A sakkban a teljesítményt úgynevezett ÉLŐ pontokkal számítják. Ez egy statisztikai számítási eljárás, és a szakemberek szerint objektíven képes mérni egy sakkozó abszolút, de pillanatnyi teljesítményét. A piros szaggatott vonal a világ legjobb sakkozójának teljesítményét mutatja, és a diagram szerint 2006 óta a gépek messze meghaladják az emberi teljesítőképességet (Best human play – legjobb emberi teljesítmény), és olyan szinten vannak jelenleg, ahová az ember valószínűleg soha nem fog eljutni.

² <https://www.eff.org/ai/metrics>

Ilyenkor felmerül a kérdés az emberben, hogy miért akarunk a gépekkel versenyezni. Egy markológéppel sem versenyez senki, hogy ki tud többet emelni, mert egyértelmű a válasz. Lehet, hogy csak az ember egoja szeretne versenyezni, de ez már nem műszaki kérdés. Ha elvonatkoztatunk a fenti gondolatmenettől, akkor megállapítható, hogy manapság a számítógépek ilyen jellegű felhasználásában óriási lehetőségek vannak.

programokban vagy a virtuális asszisztensekben. Az MI-nek különböző típusai vannak, úgymint szűk és általános MI.

Szűk mesterséges intelligencia (Szűk MI)

A szűk mesterséges intelligencia, melyet „gyenge MI-nek” is neveznek, a számítógépes rendszer azon képességét jelenti, hogy az embernél hatékonyabban el tud végezni egy szűken meghatározott feladatot.



Nézzük meg pontosabban, hogy mi is az a mesterséges intelligencia!

„Egy számítógépes rendszer azon képessége, hogy az emberihez hasonló, kognitív funkciókat tud utánozni, amilyen például a tanulás vagy a problémamegoldás.

A matematika és a logika használatával a számítógépes rendszer szimulálni képes azt az érvelési eljárást, amelyet az emberek is használnak, amikor új információk alapján tanulnak és hoznak döntéseket.

A mesterséges intelligenciát használó számítógépes rendszerek előrejelzéseket nyújtanak, vagy a meglévő adatok mintázatán alapuló műveleteket hajtanak végre, és tanulni képesek a hibáikból, ezáltal növelik a pontosságukat. Egy kifejlett MI az új információkat rendkívül gyorsan és pontosan dolgozza fel, ami lehetővé teszi, hogy bonyolult helyzetekben is használjuk, például az önvezető autókban, a képfelismerő

A szűk MI a legmagasabb MI-szint, amelyet az emberiség máig elért, és minden olyan MI, mellyel a való világban találkozunk, ebbe a kategóriába tartozik, ideértve az önvezető járműveket és a személyi digitális asszisztenseket is. Még ha úgy is tűnik, hogy az MI önállóan és valós időben gondolkodik, ilyenkor az valójában több, szűkre szabott folyamatot hangol össze, és előre meghatározott keretek között hoz döntéseket. A mesterséges intelligencia „gondolkodásából” hiányzik a tudatosság és az érzelem.

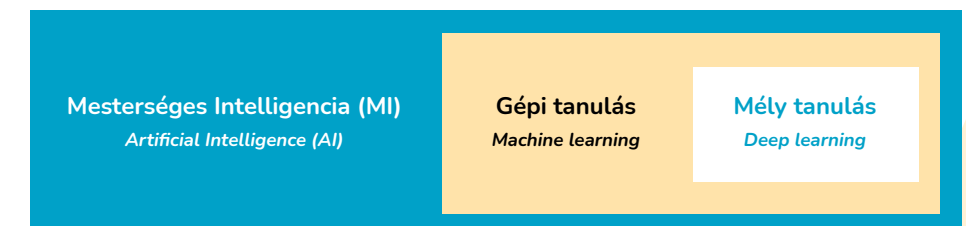
Általános mesterséges intelligencia (Általános MI)

Az általános mesterséges intelligencia, melyet olykor „erős MI-nek” is neveznek, a számítógép azon képességét jelenti, amellyel képes meghaladni az emberi eredményeket bármilyen intellektuális feladatban. Ilyen típusú MI-t láthatunk olyan filmekben, ahol a robotoknak tudatos

gondolataik vannak, és saját céljaiknak megfelelően cselekszenek.

Ha egy számítógép eléri az általános MI szintjét, akkor az elméletileg képes lenne megoldani rendkívül bonyolult problémákat, döntéseket tudna hozni bizonytalan helyzetekben is, és alkalmazni tudná a korábbi tudását az éppen aktuális döntéshozatalnál. Rendelkezne emberi szintű kreativitással és képzelettel, és a szűk mesterséges intelligenciánál sokkal szélesebb körű feladatok megoldására is képes lenne.”³ A fenti megfogalmazások alapján az MI olyan algoritmusokat jelent, amelyek valamilyen szinten képesek a tanulásra. A tanulási folyamat fajtájától függően különböztethető meg a gépi (machine learning) és mély (deep learning) tanulás.

A mély tanulás betanításához általában nagyméretű adathalmazok szükségesek: a mély tanuláshoz használt betanítási készletek általában több millió adatpontból állnak. Ha a mély neurális hálózatot betanították ezekkel a nagy méretű adathalmazokkal, akkor az a kisebb hálózatoknál jelentősen nagyobb kétértelműséget is képes kezelni. Ezért kiváltképp hasznos például képfelismeréshez, ahol a mesterséges intelligenciának meg kell találnia az alakzatok széleit ahhoz, hogy azonosítani tudja a kép tartalmát. Mély tanulással tanítják be azt a típusú mesterséges intelligenciát is, amely képes meghaladni az emberi készségeket olyan összetett játékoknál, mint a sakk.



3. ÁBRA: A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA RÉSZEI

Gépi tanulás

A gépi tanulás az a folyamat, amelyet a számítógépes rendszerek használnak a mesterséges intelligencia eléréséhez. Algoritmusokkal azonosít mintákat az adatokban, amelyekkel ezután adatmodellt készít, és előrejelzéseket végez. A gépi tanulási modelleket adatok részhalmozain tanítják be. Ha a modell betanításához használt adatok pontosan képviselik az elemzésre váró teljes adatkészletet, akkor az algoritmus pontosabb eredményeket produkál. Ha a gépi tanulási modell elég jól van betanítva ahhoz, hogy gyorsan és pontosan elvégezze a feladatát, akkor elérte a szűk MI szintjét.

Mély tanulás

A mély tanulás a gépi tanulás egy fejlett típusa, amely az emberi agy szerkezete által ihletett algoritmus hálózatokat, úgynevezett neurális hálózatokat használ. Egy mély neurális hálózat beágyazott neurális csomópontokból áll, és minden megválaszolt kérdés újabb kapcsolódó kérdésekhez vezet.

³ <https://azure.microsoft.com/hu-hu/overview/what-is-artificial-intelligence/#how>

A gépi tanulás az a folyamat, amelyet a számítógépes rendszerek használnak a mesterséges intelligencia eléréséhez.

A gépi tanulási folyamatot jellemzően három nagy csoportra szokás bontani:

- Felügyelt tanulás
- Felügyelet nélküli tanulás
- Megerősítéses tanulás

Felügyelt tanulás esetén rendelkezésre állnak olyan tanítóminták, ahol ismert az elvárt kimenet, a kimenetek egyértelmű címkével bírnak, így tanításkor mérhető a pontosság. Az algoritmus megtanulja felcímkézni a magadott témákat, és fontos, hogy erről visszajelzést kapjon. A tanulási folyamat után a program képes lesz saját maga felcímkézni olyan adatokat, amelyeket korábban még sohasem látott. Példaként említhető a spam (kéretlen levél) szűrés,

a Google vagy Facebook arcfelismerő rendszere, illetve a személyre szabott hirdetések kialakítása. Felügyelet nélküli tanítás esetén címkézetlen adatok közötti összefüggések felismerése a cél, amely jellemzően csoportosítást, klaszterezést jelent. Az adatok nincsenek címkével ellátva, azaz nem tudja a program, hogy például egy film tetszik-e nekünk vagy nem. Azonban maradván a filmes példánál, a felhasználó szokásait képes elemezni, és ezáltal a felhasználót olyan csoportba sorolja, akik hasonló filmeket néznek. Ebből a rendszer következtetni tud arra, hogy milyen az adott csoport filmnézési szokása, ami mögött a hasonló érdeklődésű felhasználók állnak. Az adott csoport felhasználói ezek szerint azonos filmes érdeklődésekkel rendelkeznek, így a csoport nézettségi szokásai az egyénre is kivetíthetők, és így jelennek meg olyan javasolt tartalmak, amik elég nagy valószínűséggel lefedik az adott felhasználó érdeklődési körét.

A megerősítéses tanulás során sem ismert pontosan a bemenetek és a kimenetek közötti összefüggés, azonban az egyértelmű, hogy a végeredmény megfelelő-e vagy sem.

A megerősítéses tanulás során sem ismert pontosan a bemenetek és a kimenetek közötti összefüggés, azonban az egyértelmű, hogy a végeredmény megfelelő-e vagy sem. Ebben az esetben a feladat egy program dinamikus környezetben való döntéshozatalának optimalizálása a környezettől kapott jutalmak maximalizálására. Tipikus példa ilyen esetekre a különböző játékokat automatikusan játszó mesterséges programok. Ilyen tanulással készült fel az a program is, amely 2016-ban legyőzte a Go aktuális koreai világbajnokát. Ez korábban elképzelhetetlennek látszó feladat volt, mivel az volt a feltevés, hogy a Go játék olyan taktikai tudást tételez fel, amit egy program soha nem fog elérni.

AZ MI TANULÁSI FOLYAMATA

Sok különféle módja van az öntanító programok megalkotásának, de mindegyik a már ismert három alapvető gépi tanulási típusra támaszkodik: a nem felügyelt, a felügyelt és

a megerősítéses tanulásra. Példaként nézzük meg azt, hogy miként lehet információt kinyerni egy orvosi adathalmazból, amely több ezer páciens profilját tartalmazza!

A munka a nem felügyelt tanulással indul. Ez a módszer ideális arra, hogy megvizsgáljuk az összes profilt, és megtaláljuk az átfogó hasonlóságokat, illetve a hasznosítható mintázatokat. Néhány páciensnél lehet, hogy ugyanúgy jelenik meg a betegség, vagy egy adott kezelés bizonyos mellékhatásokat okoz. Ez a mintázatfelismerési módszer használható arra, hogy hasonlóságokat azonosítsunk a betegek között, új mintázatokat találjunk, mindezt pedig emberi közreműködés nélkül.

A mintázatok megtalálása ebben a példában nem elégséges megoldás, mert ez nem a gyógyítás, hanem csak egy közbenső lépés. Az orvosoknak egy algoritmusra van szükségük ahhoz, hogy egy bizonyos betegséget azonosítani lehessen. Először is kétféle adathalmazt gyűjtenek: felvételeket és laboreredményeket mind az egészséges, mind a betegséggel diagnosztizált páciensektől. Ezután az adatokat betáplálják egy programba, amely felismeri a beteg páciensek egészségesektől eltérő, közös tulajdonságait. Attól függően, hogy ezek milyen gyakran jelentkeznek, a program az adott minta diagnosztikai fontossága szerint értékkel látja el őket, így létrejön a diagnosztikára alkalmas algoritmus. A nem felügyelt tanítással szemben itt már az orvosok és informatikusok vesznek részt a döntéshozatalban. Orvosok állítják fel a diagnózist, és mérik meg az algoritmus előrejelzési pontosságát. Az informatikusok a frissített adathalmazt arra használják, hogy finomhangolják a paramétereket a pontosabb előrejelzés érdekében. Ezt a gyakorlatias megoldást hívják felügyelt tanulásnak.

Tegyük fel, hogy az orvosoknak olyan algoritmusra van szükségük, amely kezelési javaslatokat ad! Mivel ezeket fázisonként fogják megvalósítani, és változhatnak is a kezelésre adott egyéni válaszok függvényében, az orvosok megerősítéses tanulást alkalmaznak. A program iterációkban gyűjt visszajelzést arról, hogy melyik gyógyszer, milyen adagolás és milyen kezelés a hatásos. Ez után összeveti az adatokat mindegyik páciens profiljával, hogy létrehozza az egyedi, optimális kezelési tervet. A kezelés előrehaladtával a program egyre több visszajelzést kap, és folyamatosan frissíti

mindegyik páciens kezelési tervét. A bemutatott három technika egyike sem jobb önmagában a többinél. Némelyik több-kevesebb emberi közreműködést igényel, de megvannak a maguk erősségei és gyengeségei, amelyek miatt alkalmasak bizonyos feladatokra. Együttes használatukkal viszont komplex intelligens rendszerek hozhatók létre, melyek felügyelhetik és taníthatják egymást. Például amikor a nem felügyelt tanulással működő program hasonló páciensekből álló csoportokat képez, akkor ezeket az adatokat elküldheti egy felügyelt

neurális hálózatok több milliónyi kapcsolattal oldanak meg olyan bonyolult feladatokat, mint a kép- és beszéd felismerés, vagy akár a gépi fordítás. Viszont minél önállóbbak lesznek ezek a modellek, úgy lesz egyre nehezebb az informatikusoknak követni, hogyan jutnak el a megoldáshoz. A kutatók már vizsgálják, hogyan tehetnék átláthatóbbá a gépi tanulást. Amint a mesterséges intelligencia egyre több teret nyer, ezek az átláthatatlan döntések egyre jobban befolyásolják a munkánkat, az egészségünket és a biztonságunkat. Tehát amíg a gépek



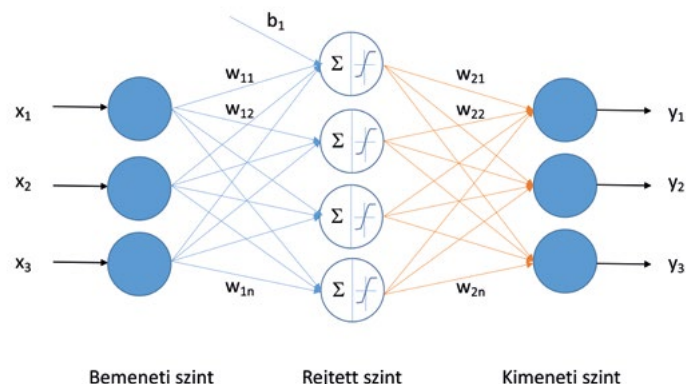
A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

tanulási programnak. Ez a program pedig beépítheti az adatokat a saját előrejelzéseibe. Vagy talán tucatnyi megerősítéses tanulási program szimulálhatja a kezelés lehetséges kimenetelét, hogy visszajelzést gyűjtsön az egyes kezelési tervekről. Többféle módon hozhatunk létre, gépi tanulási rendszereket, és talán az egyik legígéretesebb az, amelyik az agyban a neuronok közötti kapcsolódásokat utánozza. Ezek a mesterséges

vizsgálni, egyeztetni és kommunikálni tanulnak, közben nekünk is gondolnunk kell rá, hogy etikus működésre tanítsuk őket.⁴ Amíg az előzőekben a gépi tanulás átfogó stratégiájáról, addig a következő részben a neurális háló átfogó működéséről lesz szó.

⁴ https://www.ted.com/talks/briana_brownell_how_does_artificial_intelligence_learn

Egy neurális modell a 4. ábra szerint néz ki: ⁵ A *bemeneti szint* a bemeneti értékeket, azaz a rendelkezésre álló adatokat jelképezi, a *rejtett szint* a nem látható számítási műveleteket tartalmazó kapcsolatokat, és végül a *kimeneti szint* a végeredményeket fogja tükrözni. A körök a neuronokat jelképezik, amelyek számításokat végeznek.



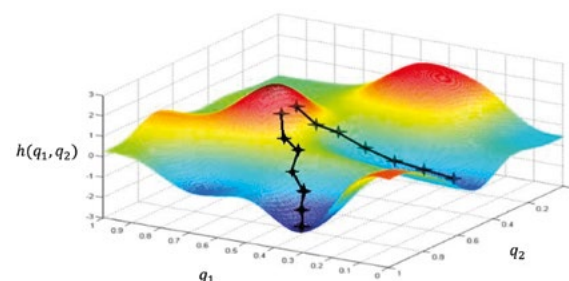
4. ÁBRA: A NEURÁLIS MODELL FELÉPÍTÉSE

A neuronok közötti kapcsolatokat a $z = \sum w_i x_i + b_i$ és $a = f(z)$ egyenletek tartalmazzák, ahol z az egyes neuronra az előző szint neuronjainak súlyozott hatása, w_i a súlytényező, b az eltolás mértéke, és a az aktivációs függvény, amely az amúgy lineáris z függvény linearitását módosítja. Ezáltal nemcsak lineáris, hanem magasabb rangú függvénykapcsolatok is lehetnek a bemenetek és a kimenetek között.

A rendszer kezdeti számítása a súlyok véletlenszerű meghatározásával kezdődik, majd a betanulás során az ismert végeredmény és a modell által kiszámított eredmény, s ennek a hibának (különbségnek) a függvényében a program módosítja a súlyértékeket, úgy, hogy a hiba egyre kisebb legyen. Ez tulajdonképpen a tanulási folyamat, amit a program saját maga végez. A program tudása a súlyértékek meglétében nyilvánul meg.

Az alábbi ábrán két változó esetén látható egy tanulási folyamat. Az ábrán nagyjából egy adott helyről két optimális útvonal is kiadódik, mindkettő lokális minimum, de közülük csak az egyik a globális minimum. Ezen az ábrán a módszer hátránya is látható, mert egy minimum lokális szélsőértékből nem lehet megmondani, hogy az egyben globális-e vagy nem.

Ha egyszerűsítjük a gépi tanulási folyamatot, akkor az 5. ábra alapján a tanulás nem más, mint egy szélsőérték-keresési folyamat. ⁶ Az előzőek alapján dióhéjban ismertetésre került a mesterséges intelligencia fogalma és lehetőségei. Összességében elmondható, hogy olyan problémáknál, ahol nagy mennyiségű adat áll rendelkezésre, de az adatok között



5. ÁBRA: A NEURÁLIS HÁLÓ TANULÁSI FOLYAMATA A VESZTESÉGFÜGGVÉNY MINIMUMÁNAK KERESÉSE

a kapcsolat ismeretlen vagy nagyon nehezen határozható meg, ott a mesterséges intelligencia használata előnyös lehet.

A dolgozat elején bemutatásra került dízelgenerátor adatbázisok és az egyes adatok közötti kapcsolatokra pont ez a jellemző, így célszerű alaposabb vizsgálatot végezni az MI gyakorlati használhatóságát szem előtt tartva.

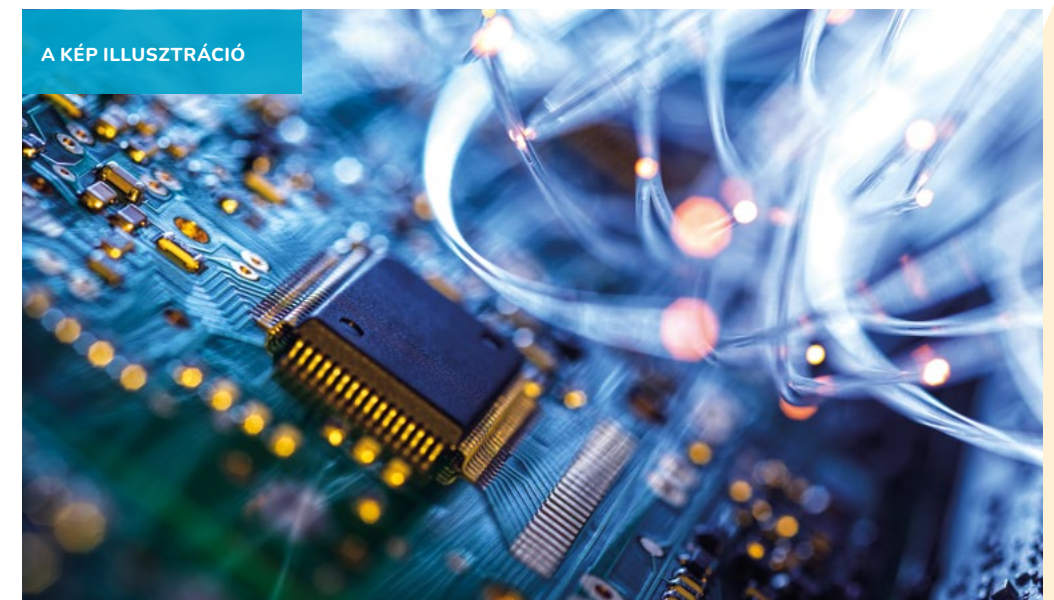
Jövőbeni cél az adatok ilyen jellegű feldolgozása, és amennyiben a sejtést az elemzések visszaigazolják, akkor egy szakértői rendszert támogató mesterséges intelligencia kifejlesztésének lehetővé tétele.

6 <https://blog.datumbox.com/wp-content/uploads/2013/10/gradient-descent.png>

A SZAKÉRTŐI RENDSZER HASZNÁLATA EGYÉB RENDSZEREKNÉL, FELADATOKNÁL

Azonban nemcsak a dízelgenerátorok esetében célszerű megvizsgálni az MI használhatóságát, hanem az alább felsorolt egyéb rendszerek, feladatok esetén is:

- egyéb döntéstámogatás
 - a Duna alacsony vízállása esetén annak eldöntése, hogy mikor optimális az amúgy nagy emberi, műszaki és technikai erőforrású szivattyúzási feladat megkezdése
- kondenzátor hűtővízrendszer üzemének optimalizálása
 - dízel biztonsági hűtővíz súlykaros szabályzó beállítása
 - hiányzik a pontos beállítási utasítás, hiányzik a szabályzó matematikai modellje, így csak érzésre lehet beállítani, kérdés, hogy hol található meg az optimális helyzet
- csoportszintű túlóratervezés, optimalizálás
- oktatástámogatás
 - időszakos jogosító vizsgára való felkészülés során az MI-vel támogatott tanulás hatékonyabb lehet a hagyományos tanulási formánál, mert az MI a fókuszot a nem kellően elsajátított tudásra helyezi



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

- üzemelő kondenzátor hűtővízszivattyúk számának meghatározása
- kondenzátor hűtővízszivattyú előperdülteinek meghatározása
- kondenzátor hűtővíz térfogatáramok meghatározása
- elfolyó, felmelegített hűtővíz visszakeverés mértékének meghatározása
- hűtővíz rendszer optimalizálása
 - folyadékűtőgép indítási stratégiájának meghatározása
 - keringtetett hűtővíz mennyiségének meghatározása
- klímarendszerek optimális üzemének meghatározása
 - energetikai optimum megkeresése a forróvíz, hűtővíz és villamosenergia-felhasználás között

Jelen cikkben röviden ismertetésre került a mesterséges intelligencia fogalma és egyes felhasználási területei. Tény, hogy az MI láthatatlanul, de már mindenhol ott van a hétköznapi életünkben, és a jelenlegi fejlődési dinamizmus alapján szinte becsülni sem lehet, hogy hová fog fejlődni a világ e tekintetben. Hogy végül robotok lesznek-e, vagy csak egyszerűen a kibertérben létező intelligenciák, akik vagy amik emberi módon tudnak kommunikálni velünk, és a cikk elején szereplő törvényeket szükséges lesz-e a való életben alkalmazni, az több, mint valószínű. Hogy ez mikor következik be, az talány, azonban ha nem akarunk lemaradni és passzív fogyasztókká válni, hanem aktívan szeretnénk beleszólni világunk jövőképebe, akkor meg kell tanulnunk ezt az újfajta technológiát beépíteni a munkakörnyezetünkbe is, hogy versenyképességünk fennmaradjon.



Szerző:
Molnár Szabolcs
vezérigazgató-helyettesi tanácsadó,
MVM Zrt.

PV PANELEK LESZERELÉST KÖVETŐ ÚJRAHASZNOSÍTHATÓSÁGA

Energia és környezetvédelem. Energia és hulladék. E szavak első olvasásra talán különösen hangzanak egymás mellett, azonban szoros kapcsolatban álló fogalmak! Az energia és a környezet kapcsolatának kiemelten két folyamata jelentős. Az egyik, hogy az energetika a természeti környezetből veszi erőforrásait, legyen szó akár a kimerülő fosszilis vagy nukleáris energiahordozókról, akár a megújuló energiákról. A másik folyamat, hogy az energiaátalakítás során az ökoszisztémát terhelő anyagok a természeti környezetbe jutnak vissza.

„ENERGIA”

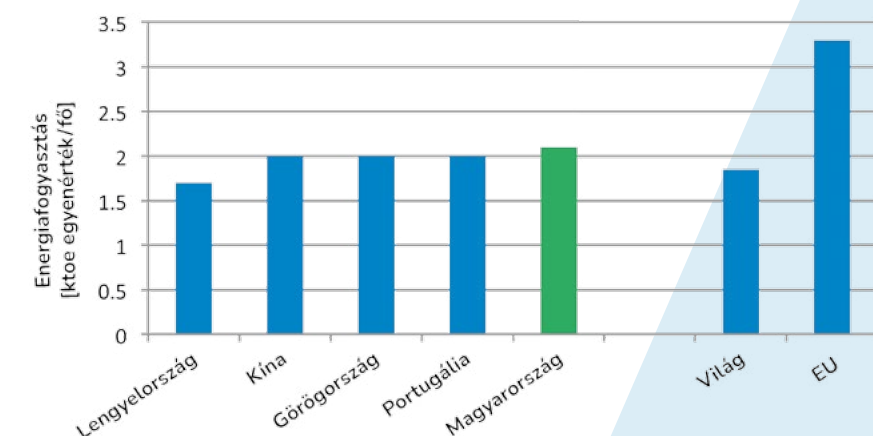
Napjainkban egyre fontosabbá válik a fejlődés fenntarthatóságának biztosítása, ennek egyik előfeltétele a megfelelő mennyiségű és minőségű energia rendelkezésre állása. Magyarország energetikailag – sajnos – igen mostoha körülmények között van. Energiahordozókban a hagyományos készleteink alapján a világ legszegényebb országai közé tartozunk, ugyanakkor az egy főre jutó felhasznált energia mennyisége a világátlag körüli (1. ábra). Így hazánkban (is) elengedhetetlenül fontos és sürgős annak a kérdésnek a vizsgálata, milyen lesz az energiahelyzetünk a következő évtizedekben, milyen forrásokból, hogyan tudjuk növekvő igényeinket fedezni.

a lehetőségeit vizsgáljuk, és a bennük rejlő energetikai potenciált kiaknázzuk, hanem szükség van az alapanyagaink előállításához szükséges energiahatékonysági kérdések elemzésére is.

Ami ma napelem, az holnap már elektronikai hulladék! A szakemberek elkezdtek már dolgozni a megoldáson.

„HULLADÉK”

A túlnépesedés, az urbanizációs hatás, a folyamatosan termelődő (és folyamatosan megújuló) hulladékok kezelésének kihívásai a mérnököket megoldandó feladatok elé állítják. Mindennapi tevékenységünk során hulladékot termelünk, mely az életvitelünk részévé vált. A hulladékok újratermelődése miatt azok elhelyezéséről, ártalmatlanításáról vagy hasznosításáról gondoskodnunk kell. A hulladékok feldolgozásában rengeteg kiaknázatlan lehetőség van. A megfelelően kialakított hulladékgazdálkodási stratégiák nagyban hozzájárulnak hosszú távú céljaink megvalósításához, ahhoz a hőn áhított célhoz,



1. ÁBRA: HAZÁNK ENERGIAFOGYASZTÁSÁNAK HELYZETE¹

Minden energetikai szakembernek szakmai és erkölcsi kötelessége, hogy hozzájáruljon a fenntarthatóság biztosításához nemcsak a szűk energetikai szakmai területén, hanem Magyarország rövid, közép és hosszú távú energiaellátásában egyaránt. Nemcsak arra van szükség, hogy a megújuló energiahordozók alkalmazásának

hogy emissziómentes városokat alakítsunk ki. Vagyis nem csak az energetikai eredetű, terhelő anyagok (például füstgáz kibocsátások) légkörbe juttatását kell elkerülnünk, hanem a városok egyéb

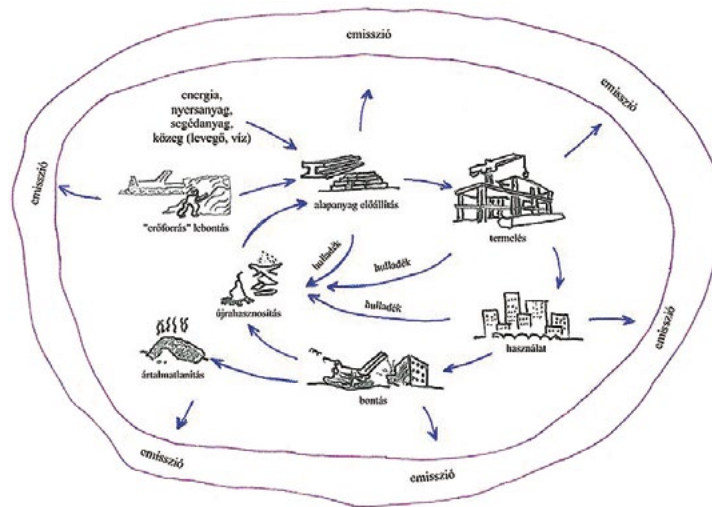
¹ A szerző saját munkája, számos publikációt és statisztikai adatot feldolgozva.

emisszióinak csökkentésére – mint például a zaj-kibocsátások, a hulladékkibocsátások – is kiemelt figyelmet kell fordítsunk.

AZ ÉLETCIKLUSOKRÓL

Murphy törvénye szerint „ami elromolhat, az el is romlik”. A mára már szállóigévé vált mondás a legenda szerint Edward Murphy amerikai mérnöktől származik². Murphy gondolata mentén tovább haladva azt is mondhatjuk, hogy ami egyszer felépül, az egy idő múlva leszerelésre, lebontásra kerül. Az erőművi beruházási kérdések a legtöbb esetben komoly nemzetgazdasági kérdéseket vetnek fel, így az ilyen jellegű investíciókat országos stratégiák előzik meg. A beruházás előkészítését követően, a tervezés, majd a kivitelezés fázisa után, kezdetét veszi a kereskedelmi üzem, amikor is az erőművek energiát adnak ki, elkezdődik „életútjuk”. Azonban az üzem alatti folyamatos fejlesztések és gondos karbantartások mellett sem kerülhető el az, hogy az erőmű – általában – több évtizedes üzemelés után leállításra, majd leszerelésre kerüljön.

Ha nagyvonalakban át szeretnénk tekinteni egy erőmű – legyen szó naperőműről – életciklusát, akkor arra kiváló példát láthatunk a 2. ábrán.



2. ÁBRA: ERŐMŰRE VONATKOZTATOTT KÖRFORGÁS – KICSIT MÁSKÉPP

A naperőművek építéséhez szükséges alapanyag előállításától kezdve az erőmű felépítésén, majd üzembehelyezésén át az üzemelést követően leszerelésre kerül az adott erőmű. Napjainkban méltán népszerűek az életciklus

TUDTA?

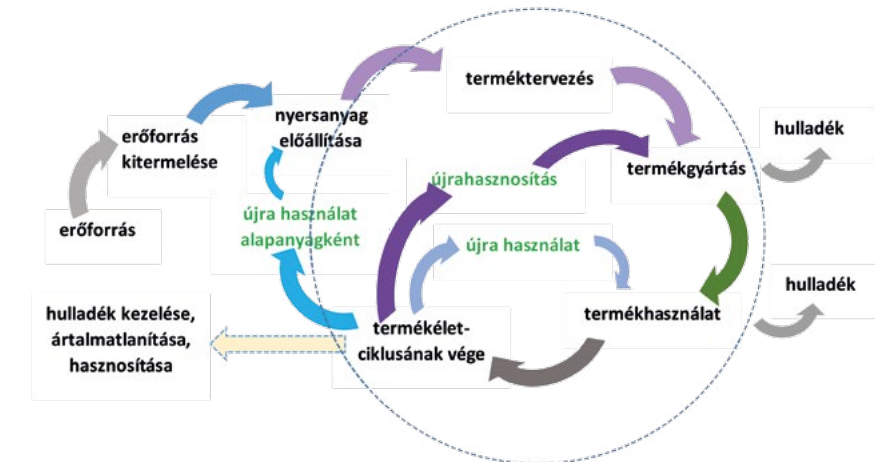
A leszerelés és a bontás szavak között különbséget kell tennünk. Amíg a leszerelés az egyes technológiai rendszerek – gépek, alkatrészek, berendezések – végső eltávolítását jelenti, addig a bontás szó elsősorban a létesítmények, épületek eredeti funkciójának végét jelentő tevékenységre utal. Szándékosan nem használtam a megsemmisítés, vagy esetleg a szemét szavakat. Egy lebontott épület építési hulladéka nem feltétlenül jelent többé fel nem használható anyagfrakciót. Másodanyagként, vagy különböző eljárás technikai átalakítást követően más típusú anyagként – aprított beton alapanyag például alapozásoknál – hasznosítható.

elemzések, melyek próbálják egy körkörös modellben vizsgálni egy-egy anyag, technológia életútját. Az első életciklus szempontú vizsgálatok a késő hatvanas években láttak napvilágot. A módszer megszületésének motivációját az 1970-es években bekövetkező energiaár-

robbanás jelentette. Kimondva, kimondatlanul az olajválságok rádöbbentették a világot, hogy egyrészt az „energia sincs ingyen”, másrészt, hogy maga az energia és energiahordozók utáni kereslet lényegesen meghaladja a kínálatot. Leegyszerűsítve: Óriási igény van az energiára! Innovációs igény jelent meg a kisebb energiaigényű technológiákra és az alternatív energia-



3. ÁBRA: A LINEÁRIS GAZDASÁG MODELLJE



4. ÁBRA: A KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG MODELLJE

forrásokra. A Coca-Cola például 1969-ben készített egy tanulmányt az italos rekeszekre, az erőforrás-felhasználás és a környezeti szempontok közötti összefüggésekre. Megjelentek a különböző környezeti menedzsment rendszerek, ahol az energia- és nyersanyag felhasználást a környezeti szempontokkal vetette, hasonlította össze. Alig több, mint egy évtized alatt eljutott odáig a világ, hogy az 1992-es riói konferencián már úgy beszéltek az életciklus elemzésről, mint egy olyan új eszközről, ami a környezeti menedzsment feladatok széles köréhez alkalmazható.

A KÖRFORGÁSOS GAZDASÁGI MODELL

A fejlett (?) gazdaságok alkalmazta lineáris, erőforrás-intenzív termelési modell a folytonosan növekvő termelés igényére és a korlátlanul rendelkezésre álló, olcsó erőforrások meglétére támaszkodik. Ebben a rendszerben az anyagot kitermelik, terméket gyártanak belőle, amely a használatot követően feleslegessé válik, és a további életszakaszával nem törődünk. Egyszerűen megfogalmazva hulladékként bocsátjuk ki a termékeket a használati életciklusuk végén, vagyis nem fordítunk kellő figyelmet arra, hogy a termékek használatát követően kinyerjük az abban rejlő javakat (3. ábra). Rákényszerített minket a világ arra, hogy rájövünk, ezzel a módszerrel rengeteg erőforrást

és nyersanyagot pazarlunk el. A körforgásos gazdaság már nem elveszíteni (hulladékként kibocsátani), hanem minél tovább meg akarja őrizni a termelési-gazdasági folyamatok során az anyagba, termékbe fektetett munkát és energiát. Ennek megfelelően célja a struktúra és az anyag megmentése. Ehhez értékmegőrző, értékelújító, újrafeldolgozó rendszereket kell létrehoznunk, működtetnünk, amelybe bevonjuk a gazdaság szereplőit a tervezőtől a gyártón át a felhasználóig. Ezek segítségével a célunk, hogy meghosszabbítsuk azt az időt, amit az anyag, és a gazdasági folyamatokban már strukturált anyagként (a terméként), a gazdasági folyamatokban eltölt.

A körforgásos gazdasági modell kialakításának az elméletét a természet adta. Az elmélet egyszerű. A természetben az anyagnak a napenergia segítségével az élő és élettelen környezeti tényezők közötti zárt körfolyamatok áramlási elvét alkalmazza a gazdaságra is. A természeti anyagkörforgás rendkívüli hatékonyságát szeretné átvenni, ahol nincs elpazarolt anyag, például az egymásra épülő táplálkozási szintek között mindent felhasználnak, a hulladék ismeretlen fogalom. Ezen analógia mentén – ameddig lehetséges – a gazdasági folyamatokban résztvevő anyagot is folyamatosan zárt hurkokban-körökben kell áramoltassuk a gazdaság szereplői között.

2 Forrás: Nick T. Spark A., *History of Murphy's Law*. ISBN 0-9786388-9-1 (2006)

A NAPELEM ÉLETCIKLUSÁNAK VÉGE

A tudományos életben sokszor fogalmi határok közé szorítunk bizonyos meghatározásokat. Ennek analógiájára a hulladéknak is van definíciója. A hulladék olyan anyag (elhasznált termék, maradvány, kiválasztott szennyező anyag, szennyezett, kitermelt föld, leszerelt fotovoltaiikus modul, stb.), amely az ember termelő-fogyasztó tevékenysége folyamán keletkezik, és amelyet az adott műszaki, gazdasági, társadalmi feltételek mellett tulajdonosa sem felhasználni, sem értékesíteni nem tud, illetve nem kíván, és ezért

TUDTA?

A magyar kuka szó meglepő módon egy német vállalat nevéből eredeztethető. Johann Josef Keller és Jakob Knappich 1898-ban alapítottak egy világítási acetilénygyárat, a Keller und Knappich GmbH-t, melyet az 1920-as évektől leginkább Keller und Knappich Augsburg néven emlegettek. Ennek rövidítése a KUKA. Ez a német vállalat 1927-ben szabadalmaztatta egy olyan személyszállító autót, mely nem egyszerűen csak szállította, hanem egyben fel is aprította a behelyezett hulladékot. A jármű később olyan sikeres lett, hogy Európa-szerte rengeteg állt belőle üzembe, 1966-ra pedig a KUKA piacvezető lett a kommunális járművek szektorában. Mivel ezeknek a szemeteskocsoknak az oldalán akkoriban nagy betűkkel fel volt tüntetve, hogy „KUKA”, a köznyelv gyorsan KUKA-s autóknak, vagyis kukásautóknak kezdte nevezni őket. A márkanévből tehát köznév lett, és ezzel párhuzamosan az egyszerű szeméttároló edényeket is elkezdték kukaként emlegetni.



1. KÉP: A KUKA-S AUTÓ³

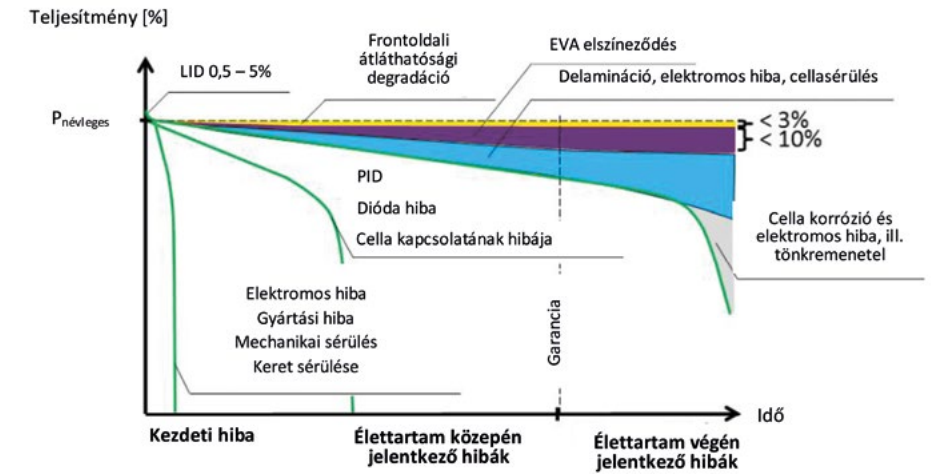
A KUKA mind a mai napig egy remekül prosperáló cég, mely évtizedek óta meghatározó szereplője a robotizálási és automatizálási iparnak.

kezeléséről – a környezet szennyezésének a megelőzése érdekében – gondoskodni kell. Mind a fenti definíció értelmében – „...tulajdonosa sem felhasználni, sem értékesíteni nem tud, illetve nem kíván...” –, mind a korábban leírtak értelmében kijelenthetjük, hogy a termékek előbb-utóbb elérik a használati életciklusuk végét, hulladékká válnak, vagyis a fogalmi meghatározás szerint kezelésükről gondoskodni kell. Nincs ez másképp a PV cellák esetében sem. Magyarországon az elmúlt években mind a háztartási méretű kiserőművek terén, mind pedig az erőművi méretű alkalmazásában teret hódított a napenergia nyújtotta energiatermelési lehetőségek kiaknázása. Megjelentek a fotovoltaiikus rendszerek, melyek speciális termékként tűntek fel az „anyaghasználati piacon”. Ahogy rávilágítottunk, ezek a termékek is az életciklusukat követően fognak megjelenni a hulladék anyagfrakciókban. Ráadásul a „napenergia bumm” gyors felfutása miatt a tönkremenetelük és a leszerelésük is egy időben fog bekövetkezni. Vagyis fel kell készülnünk arra, hogy az ipari hulladékok között nagy mennyiségű PV paneleket kell majd feldolgozzunk. A szoláris energiát hasznosító paneleket általánosságban 20-30 évig tartják üzemben. A tönkremenetel – pontosabban a leszerelés – időtartamát több tényező befolyásolja. Általánosságban elmondható, hogy Magyarországon optimálisan 25 évig tartják üzemben a naperőművi paneleket. Hulladékos szakmai szempontok alapján a fotovoltaiikus moduloknak három tipikus meghibásodási forgatókönyvét különböztethetjük meg (5. ábra).

Gyakorlatilag a használati idő függvényében a névleges teljesítmény csökkenése határozza meg a fotovoltaiikus modulok meghibásodásának a forgatókönyvét, illetve a tönkremenetelének az időpontját. Ezek alapján három időintervallumot különböztethetünk meg:

- 1. Kezdeti hiba:** Mely hibák gyakorlatilag az üzemkezdetet követően bekövetkező olyan meghibásodások, melyek a modulok olyan mértékű teljesítménycsökkenését jelentik a névleges értékhez képest, amely a PV modulok tönkremenetelét jelentik. Ezek a hibák sok esetben a gyártás során bekövetkező hibák, elektromos hibák, vagy a keret, illetve

3 Forrás: Molnár Szabolcs, „Hulladékból a konnektorba”, 2020, ISBN 978-615-81009-6-0



5. ÁBRA: A FOTOVOLTAIKUS MODULOK HÁROM TIPIKUS MEGHIBÁSODÁSI FORGATÓKÖNYVE⁴

más alkatrész, mechanikai sérülések okozta hibák lehetnek. A mechanikai sérülések közé tartozhatnak a zöldfelületek karbantartásából adódó hibák, vagy esetleg madarak által leejtett kődarabok okozta károsodások, vagy akár szélsőséges időjárási események által okozott – tornádó, hurrikán, extrém jégeső (bár ezek jellemzően külföldön bekövetkezett károsodási események) – tönkremenetel. Ide sorolhatjuk még a napelem modulok szállítás során bekövetkező olyan sérüléseket, amelyek kezdeti hibához vezethetnek. Ezen modulhibák mellett sok PV modul, úgynevezett LID hibát⁵ mutat közvetlenül a telepítés után. A LID egy olyan típusú hiba, amely mindig előfordul, és a PV modul névleges teljesítménye (gyakorlatilag a katalógus érték) már a LID mértékével csökkentett értéket adja meg. A LID definíciója szerint addig nem beszélhetünk hibáról, amíg a teljesítményvesztés egy előírt értéknél kisebb. Gyakorlatilag ez egyfajta gyártási hiba.

2. Élettartam közepén bekövetkező hibák:

Ezek a hibák nem közvetlen az üzemkezdettől következnek be, hanem időben később. Általában 1-2 éves üzemidőszakot követően beszélhetünk élettartam közepi hibákról. Tipikus hiba az úgynevezett PID hiba⁶, mely lényegében a nagy hatásfokú cellák teljesítménydegradációja. Ebben az élettartam sza-

kasban bekövetkező hibák még jellemzően a dióda hibák és a cellák (elektromos) kapcsolatainak a hibái is. Mind a kezdeti hibák, mind az élettartam közepén bekövetkező hibák azért kezelendők kiemelten, mert ezek a napelem parkok megtérülését jelentősen befolyásolják.

A szolárpanelek alkalmazásával kapcsolatban el kell kezdeni gondolkodni azon is, hogy mit teszünk velük, ha lejár az üzemidejük.

- 3. A PV modulok élettartama végén** kopási hibák, öregedési hibák lépnek fel, melyek meghatározzák a PV modulok maximális élettartamát. A PV modul élettartama akkor ér véget, ha biztonsági probléma lép fel, vagy a PV modul teljesítménye egy bizonyos szint alá csökken. A PV modulok meghibásodásának okai ezen életszakaszban három csoportba oszthatók: a rétegek integritásának a csökkenése (delaminálódás), a cellarepedések miatti cellarész-izoláció és a laminátum elszíneződése. A modulok integritásának a csökkenése is hozzájárulhat a különböző cellakorróziós hatásokhoz, amelyek elektromos hibákhoz és tönkremenetelhez vezethetnek. A frontoldal átláthatóságának a csökkenése, az EVA elszíneződése, mind a modul tönkremeneteléhez vezethet.

4 Forrás: IEA, 2014

5 LID = Light Induced Degradation

6 PID = Potential Induced Degradation

Természetesen minden napelem modulnál az egyes hibatípusok kombinációja is felléphet. A fent felsorolt tönkremeneteli forgatókönyvek elsősorban hulladékgazdálkodási szempontból meghatározott forgatókönyvek. A tönkremenetekhez vezető okokat és indokokat – „hulladékos szemüvegen” keresztül – nem is feltétlenül szükséges vizsgálni. A hulladékká válás szempontjából azt fontos megállapítanunk, hogy a fotovoltaius modulok teljesítménycsökkenése mindig meghalad egy olyan mértéket, mely alkalmatlanná teszi azokat a további energiaátalakításra. Vagyis kijelenthetjük, hogy megfelelő hulladék-előkészítési eljárás technikai folyamatokat kell kifejlesszünk a PV modulokban található értékes elemek kinyerésére, hogy a soron következő gyártási folyamatba értékes másodnyersanyagként tudjuk bevezetni őket.

A PV PANELEK FELDOLGOZÁSÁNAK SZÜKSÉGESSÉGE

Az eddigiekben ismertetett gondolatok alapján láthatjuk, hogy a szoláris modulok életútjának végén egyrészt a panelek feldolgozására, újrahasznosítására is gondot kell fordítsunk. A napelemek az életútjuk végén leszerelésre kell kerüljenek, mert tovább nem alkalmasak arra, hogy a szoláris energiát átalakítsák más fajta energiává. A leszerelésük másik oka lehet, hogy megsérülnek, és ebben az esetben is szükséges a hasznosításukról gondoskodni. Igaz, hogy egy feldolgozó üzem esetében

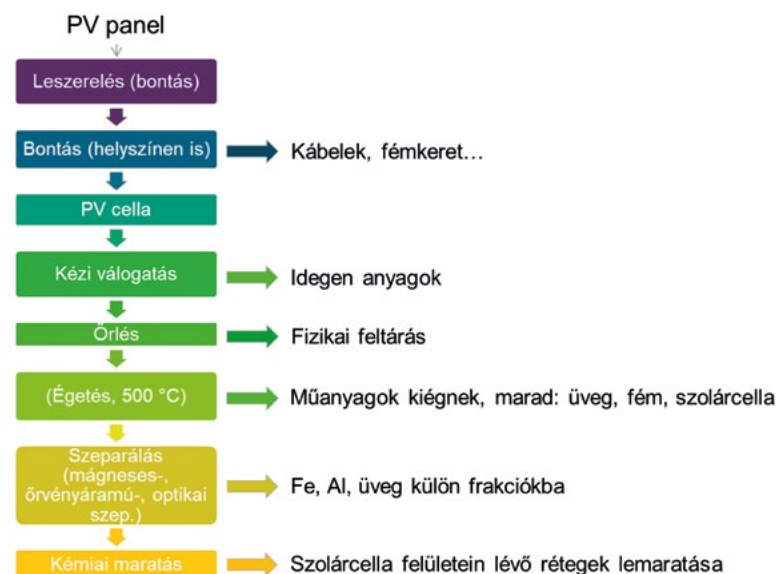
a nagy mennyiségű napelem modul eljárás-technikai kezelése adja meg a gazdasági megtérülést. Vagyis egy-egy napelem modul újrahasznosítására nem érdemes feldolgozó üzemet építeni, de az életciklus végén, amikor nagy mennyiségben jelentkezik a kezelésre váró napelem modul, akkor megéri külön üzemet létesíteni.

Azért fontos gondoskodni a napelem modulok feldolgozásáról, mert az EU szabályozás értelmében az e-hulladék, veszélyes hulladéknak minősül. Ráadásul energiahatékonysági szempontból is fontos, mert a másodnyersanyagot felhasználó napelem cellákhoz 30%-kal kevesebb energiafelhasználásra van szükség, mintha a napelem cellát primer nyersanyagból állítanák elő.

Ezenkívül fontos azt is megemlíteni, hogy a napelem modulokban sok olyan értékes elem van (In, Cd, Te, Ga, Si, P, B), melyek visszanyerése fontos az anyagok körforgásos gazdálkodására való áttérés tekintetében.

A FELDOLGOZÁSI ELJÁRÁSTECHNIKA

A feldolgozás lényege, hogy a cellákat alkotó különböző anyagtípusokat (üveg, vas, alumínium, indium, stb.) szétválasszuk egymástól. Az eltérő anyagminőségeket külön „csoportokba” választjuk ki, hogy azok utána értékes másodnyersanyagként folytassák életciklusukat, ezzel is hozzájárulva a körforgásos anyaggazdálkodás kialakításához.



6. ÁBRA: NAPELEM MODUL FELDOLGOZÁSÁRA SZOLGÁLÓ ELJÁRÁSTECHNIKAI FOLYAMAT

A feldolgozási eljárás technikát már a helyszínen meg lehet kezdeni. Sok esetben a helyszínen leszereléssel kezdődik az elhasznált napelem hulladék „életútja”. Az első lépésben a szétszerelhető részek bontását kell elvégezni. Így az elektromos kábelek, keretek, stb. szétszerelésével lehet elkezdni az újrahasznosítást.



2. KÉP: HULLADÉKKÁ VÁLT NAPELEM MODULOK A KÉZI VÁLOGATÁS MEGKEZDÉSE ELŐTT

A feldolgozó műbe beérkező anyagáram eljárás technikai folyamata kézi válogatással kezdődik. A válogatás úgynevezett negatív válogatással valósul meg, ami azt jelenti, hogy a beérkezett hulladékfrakció közül azon anyagokat válogatják ki – kézi erővel – amelyek „nem odavalók”. Magyarul az anyagfrakcióktól idegen anyagokat eltávolítják kézzel. Ilyen elemek lehetnek, ha például egy csomagoló nejlon, vagy a külterületi elhelyezkedésből adódóan egy fadarab a leszerelt modulok közé kerül, akkor ezt a kézi válogatás során kiszedik az anyagfrakcióból.

A válogatást követi a fizikai feltárás, mely a hulladékfrakció aprítását jelenti. Lényegében a leszerelt PV modulok darabolását jelenti, melyet őrléssel végeznek el. Ennek a műveletnek a lényege, hogy a cellákban található elemek finom eloszlásban helyezkednek el a cellák anyagában, és ezeket a szemcséket a feltárás előtt szabaddá kell tenni. Vagyis „feldaraboljuk”, fizikailag feltárjuk a frakciót. Ezt úgy kell elképzelni, mintha egy hagyományos, elektromos kábelhulladékból ki szeretnénk nyerni a vezető ért. Ahhoz, hogy hozzáférjünk a vezető értékes fém anyagához (mely a legtöbbször réz vagy alumínium anyagot jelent), először fel kell daraboljuk a kábelt – fizikailag fel kell tárjuk. Tesszük ezt annak árán is, hogy nemcsak a műanyag szigetelést aprítjuk össze, hanem a fém vezető eret is, de utána a különválasztott

fém vezetőt meg tudjuk olvasztani, és ismét fém vezető eret tudunk nyerni belőle.

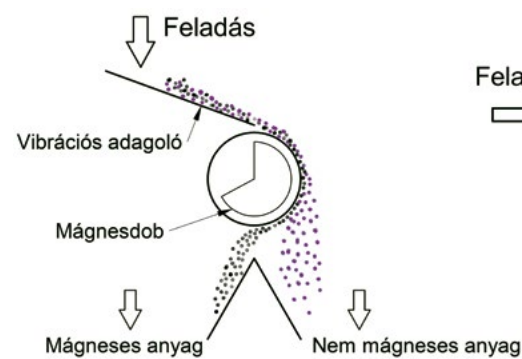
A PV cellák fizikai feltárását követően sok esetben leégetik a műanyagokat. Ezen eljárás technikai lépés opcionális, mert a legtöbb esetben olyan kis mennyiségű műanyag anyagfrakció nyerhető ki az eljárás során, hogy nem éri meg

a műanyagokat elkülöníteni, hanem egész egyszerűen le kell égetni a hulladékfrakcióban található polimer részeket, hogy visszamaradjon az üveg, a fém és a szolárcella. (A 6. ábrán azért van az égetés folyamata zárójelben, mert az eljárás technikai „lépcső” opcionális, annak függvényében történik az alkalmazása, hogy gazdaságosan kinyerhető-e akkora mennyiségű műanyag frakció a folyamatból, hogy megérje külön leválasztást alkalmazni, vagy egyszerűbb „csak” leégetni a műanyagokat, lásd 6. ábra.) Ezután az anyagfrakciókat kell különválasztani, melyek eszközei a mágneses szeparátor, az örvényáramú szeparátor és esetlegesen az optikai szeparátor.

A Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség előrejelzése szerint 2050-re várhatóan 78 millió tonnányi napelem használdik el.

Az anyagfrakciók szétválasztásának egyik fő lépése a fémek kiválasztása. Eljárás technikai szempontból két csoportra oszthatjuk a fémeket: a mágnesezhető és a nem mágnesezhető fémekre. A mágnesezhető fémek kinyerését

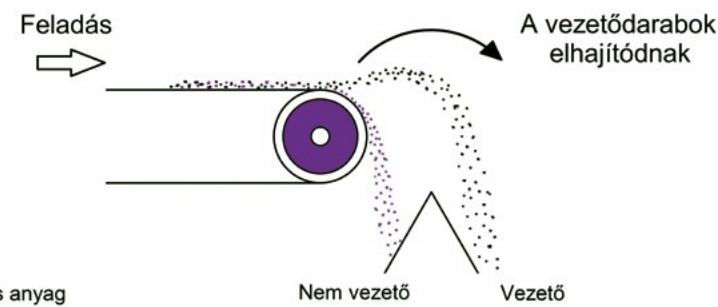
egy mágnessel végezhetjük el. Ennek az eszköznek az úgynevezett mágneses szeparátor, mely berendezésnek a lelke egy elektromágnes, melyen a fizikailag feltárt hulladékfrakciót átvezetve abból a mágnesezhető részeket a mágnesdob magához vonzza, és az eredeti anyagfrakcióból leválasztja (7. ábra).



7. ÁBRA: A MÁGNESES SZEPARÁTOR ELVI MŰKÖDÉSE

Vannak a fotovoltaiikus modulokban olyan fém anyagfrakciók is, melyek nem mágnesezhetők. Ilyen anyagcsoport például az alumínium frakciók halmaza. Ezek leválasztásáról az úgynevezett örvényáramú szeparátorok gondoskodnak. Az örvényáramú szeparálás azon jelenségen alapszik, hogy egy mágneses indukciójú térben egy adott sebességgel mozgó vezetőben a Lorentz-erő a töltést körpályára kényszeríti.

statikus taszítás elvének hatására (az azonos töltésű pólusok taszítják egymást) elhajítódik. Mindez az egyéb nemvezető (nemfémes) anyag szemcséinek, darabjainak mozgására nincs befolyással. Vagyis külön tudjuk választani a nem-mágnesezhető fémes anyagokat az egyéb nemvezető anyagoktól.



8. ÁBRA: AZ ÖRVÉNYÁRAMÚ SZEPARÁTOR ELVI SÉMÁJA

Az optikai szeparálás a szín, fényvisszaverés, fényáteresztő képesség alapján történő szétválogatási eljárás. Működését tekintve hasonló az előbbiekben ismertetett mágneses-, és örvényáramú szeparáláshoz, de a szétválogatást segítő anyagtulajdonság itt nem a mágnesezhetőség és a vezetőképeség, hanem az optikai tulajdonságok, mint például az eltérő reflexiók jellemzők, az egyes anyagok különböző áteresztő képessége, a heterogén fluoreszcenciás sajátosságok, az infravörös, vagy geometriai formai jellegzetességek.

A szeparációs eljárásokat követően kémiai maratással oldják le a cellák felületein lévő rétegeket. A kémiai eljárások során a feldolgozandó anyagfrakció anyagi szerkezetét kémiai reakcióban vagy reakciósorozatban megváltoztatják a hasznosítás céljából, illetve – ahogy jelen eljárás technikai folyamat esetében is – a cellák felületén található „idegen” anyagokat, melyek a további hasznosításhoz nem szükségesek, kémiai eljárással választják le, távolítják el.

EREDMÉNY

Az előbbiekben ismertetett eljárás technikai folyamat során az eredeti heterogén és társított anyagszerkezetű fotovoltaiikus modulokat szét tudjuk választani a különböző anyagfrakciókra. A jelenleg rendelkezésünkre álló, és ipari

körülmények között működő eljárás technikai folyamat során a fotovoltaiikus modulokat közel 96 százalékban újra lehet hasznosítani. A világ első, szilíciumkristályos napelemeket újrahasznosító próbaüzeme 2004-ben Freiburgban létesült. Ebben az üzemben 600 °C körül elégetik a modulban lévő műanyagokat, és visszamarad

Az energetika ma az egyik legösszetettebb tudományág. Számos szakterület ismereteire épülő, komplex diszciplína. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy az energetikai kérdések megválaszolására szerteágazó tudományos ismeretek igényét támasztja a szakemberek elé. Hazánk energia-termelő portfóliójában egyre nagyobb szerepet



az üveg, a fém és maga a szolárcella. Az üveg és fém törmelékeket más újrahasznosító üzemeknek adják tovább. A szolárcellák felületein lévő rétegeket kémiai maratási eljárással oldják le. Az így letisztított szilíciumból további, új szolárcellákat lehet gyártani. Figyelemre méltó az a tény, hogy lényegesen kevesebb energiát kell az új cella gyártására ráfordítani ebből a régi szilícium alapanyagból, mint amikor a cellát eleve először gyártjuk le.

KONKLÚZIÓ RENDSZER-SZEMLÉLETBEN

A körforgásos anyaggazdálkodás kialakításának az egyik alapja, hogy az anyagáramlás fenntartásába a gazdaság minden szereplőjét, a fogyasztó-felhasználót is bevonja, mivel létérdeke a tartós használat biztosítása (időszaki javítás, karbantartás, felújítás, újragyártás elvégzése) és az elhasznált termékek anyagainak visszaáramoltatása az újrafeldolgozáshoz.

kap a nap szoláris energiájának erőművi átalakítása. Azonban a PV modulok is termékek, és ilyen módon minden termék életútjának végén hulladékká válnak. Fontos kiemelni, hogy ebben az értelemben a PV modulok életciklusa nem kell véget érjen a leszereléssel, sok esetben azok újrahasznosításával értékes másodnyersanyagokat nyerhetünk ki, amely erősíti mind az EU, mind azon nemzetközi törekvéseket, hogy a lineáris anyaghasználatról a körforgásos gazdaság kialakítására térjünk rá.

Jelen írásban bemutatásra került a PV modulok leszerelését követő újrahasznosítási lehetőség, és megoldást mutattunk a PV modulokban és cellákban található értékes másodnyersanyagok kinyerésére. Láthattuk, hogy milyen eljárás technikai megoldásokkal tudjuk a gyártási folyamatunkba visszavezetni a PV modulokban található értékes (másod)nyersanyagokat, biztosítva ezáltal azt, hogy a PV modulok az életútjuk végén valóban hulladékká, és ne szemétté váljanak.

A hulladékká vált paneleket – jelenleg – a hulladékudvarokban kell leadni, így még az újrahasznosítás helyett a lerakókban kötnek ki a használt napelemek.

A keltett örvényáram mágneses tere éppen ellenkező hatású, mint az őt létrehozó mágneses tér, miáltal a vezetődarab elmozdul, elhajítódik (8. ábra). Egyszerűen megfogalmazva a nemmágnesezhető fémes anyagokon egy mágneses indukciójú tér segítségével az anyagokban töltésmegosztást idézünk elő, vagyis pozitív, illetve negatív töltésű felületrészeket hozunk létre. A forgó dobhoz érve a – töltésmegosztással rendelkező – vezető részecske az elektro-



Szerző:
Gripp Ádám
junior gépész szakértő,
MVM ERBE Zrt.



Szerző:
Boros Jenő
gépész szakértő,
MVM ERBE Zrt.

AZ INVENTOR PROGRAM ALKALMAZÁSÁNAK BEMUTATÁSA



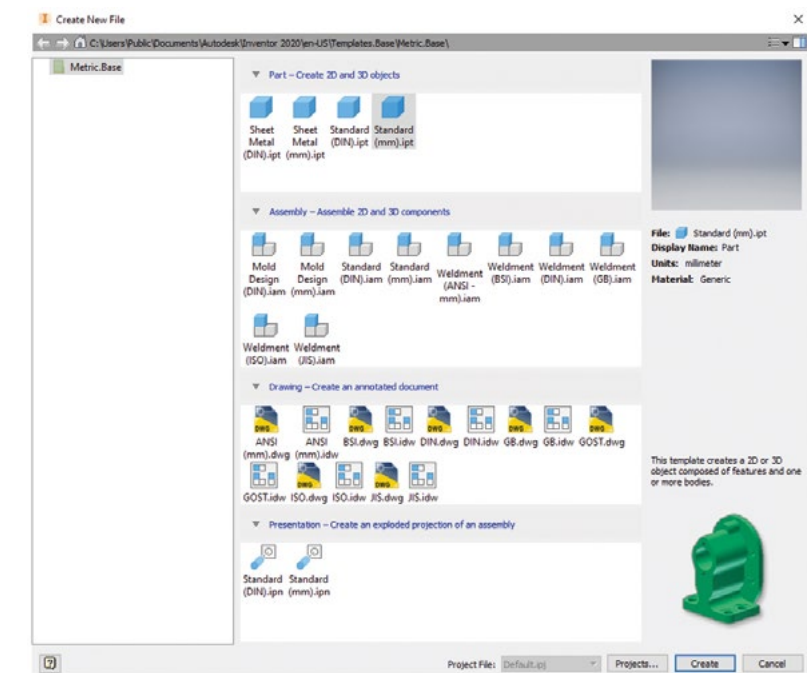
BEVEZETÉS

Az MVM ERBE Zrt. 2020 végén kezdte el használni tervezési feladatai során az Inventor programot. Az elmúlt időszakban több projekt folyamán is volt lehetőség az alkalmazására, előnyeinek és korlátainak megismerésére. Szeretnénk megosztani a programmal kapcsolatban szerzett tapasztalatainkat. Az Autodesk által nyújtott Inventor program egy parametrikus 3D-s szilárdtest modellező CAD szoftver, melyet elsődlegesen gépészeti tervezésre szánnak. A szoftvert az Autodesk cég fejleszti, ahogyan az AutoCAD, a Mechanical Desktop, az ArchiCAD és sok más tervező és szimulációs szoftvert is. Az Autodesk szoftverekkel tervezett elemek egymás között importálhatók és exportálhatók adatvesztés nélkül, ezáltal lehetőség nyílik a szoftverek közötti egyszerű átjárhatóságra. Például, ha tervezünk egy csővezeték Plant3D-ben,

amely csökkenti a tervezésre fordított időt. A szoftver elsődleges célja a digitális „prototípus gyártás”, ahol a késztermék megtekinthető (akár végtelen sok apró módosításban) anélkül, hogy költséges prototípusokat kellene gyártani. Ebben a cikkben nem minden funkcióra kiterjedő felhasználási útmutatót szeretnénk adni, inkább egy általános képet vázolunk a tervezés menetéről egy minta projekten keresztül. A választott termék egy különleges szelepvédő sapka, amely a Paksi Atomerőmű megbízásából készült. A feladat egy speciális szeleppel ellátott, nitrogén-nel töltött gázpalack szelepvédő sapkájának tervezése volt.

KEZDETEK

Első lépésként az általunk készítendő alkatrész összeszerelés típusát kell kiválasztanunk. Az 1. ábrát láthatjuk kezdő képernyőként.



1. ÁBRA: AZ INVENTOR PROGRAM KEZDŐ KÉPERNYŐJE, VÁLASZTHATÓ FÁJLTÍPUSOKKAL

az épület modelljét átvehetjük ArchiCAD modellből, Inventorban elkészíthetők az egyedi csőtartók modelljei, vizsgálhatjuk szilárdságilag végeelem módszerrel. Hőtoni számításokat végezhetünk Fusion 360 programban, majd készíthetünk alkatrész rajzokat AutoCAD-ben. A program egyik kiemelkedő tulajdonsága, hogy nagyon felhasználóbarát a működtetése,

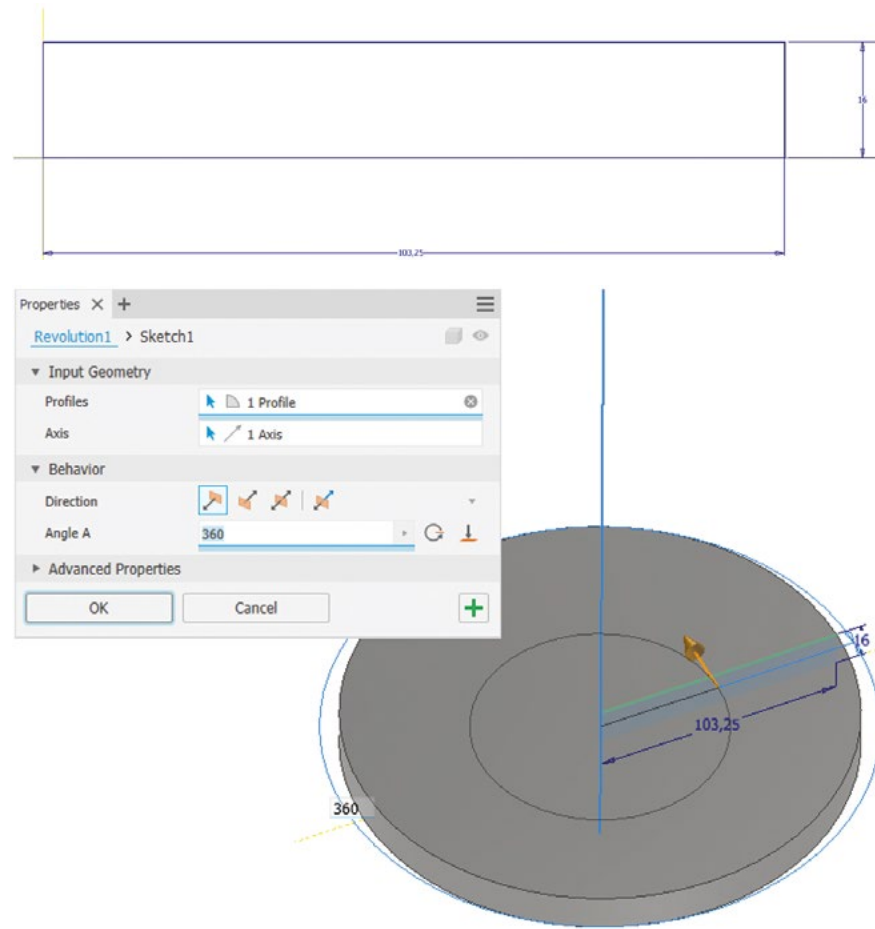
A választható típusok:

- Alkatrészek: egyszerű 3D test vagy lemez modell
- Összeszerelések: egyszerű összeszerelés (különböző szabványok alapján) vagy hegesztett összeszerelés (különböző szabványok alapján)
- Rajzok: Inventor (idw) vagy általános (dwg) (különböző szabványok alapján)
- Robbantott ábra

3D MODELLALKOTÁS

A 3D modellek létrehozását egy kétdimenziós rajzkészítéssel kezdjük. A 2D rajz valamilyen alaksajátossága egyezik a 3D modellel. Ha kijelöltük a testünk helyét a modell térben, elkészíthetjük a profil rajz. Példaként, ha egy korongot akarunk előállítani, megrajzolhatjuk

Lemez alkatrész modellezés esetén egy kiinduló lemez felülettel tudunk kezdeni. A modell készítés folyamán általános lemez alakítási műveleteket végezhetünk el (pl.: hajlítás, kivágás, domborítás). Az elkészült modellből nemcsak a nézeti rajzokat tudjuk előállítani, hanem lehetőség van a lemez terítékének generálására is.



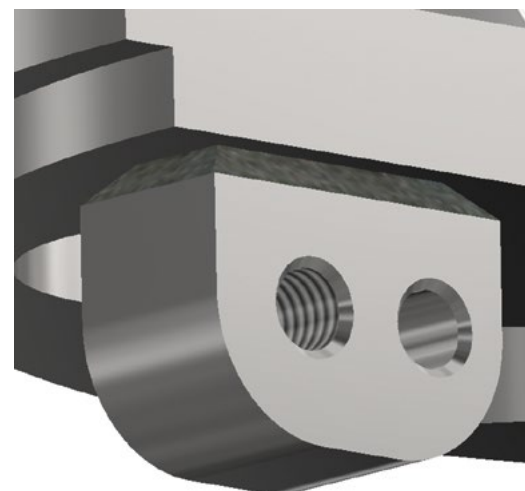
2. ÁBRA: 3D TEST KÉSZÍTÉS EGY MÓDSZERE

a sugarát és a vastagságát jelentő téglalapot, majd ezt körbe forgatva megkapjuk a kívánt hengeres alakot.

Ugyanezt a formát kaphatjuk egy kör alak kihúzásával is, egy négyzet alapú test lekerekítésével és még egyéb technikákkal. A végeredmény azonos lesz, a módszert inkább a tervező gondolkodásmódja és az alaptest későbbi továbbalakítása határozza meg.

A testeket nagyon rugalmasan módosíthatjuk, különböző alaksajátosságokkal láthatjuk el. Elhelyezhetünk lekerekítéseket, letöréseket, furatokat, meneteket, stb.

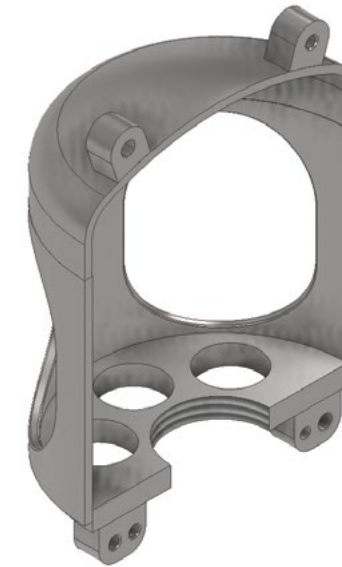
A különböző alaksajátosságokat tükrözhetjük, ki-oszthatjuk körben vagy négyzetesen, ilyen módon Part fájlokat, azaz alkatrészeket tudunk készíteni.



3. ÁBRA: AZ ALKATRÉS Z MÓDOSÍTÁSA ALAKSAJÁTÓSSÁGOKKAL

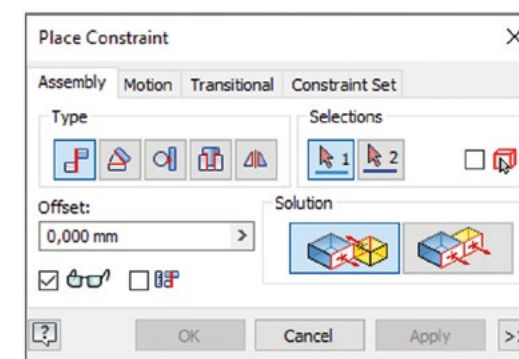
A több alkatrészből álló modellek megalkotásának alapvetően két módja van:

Az első a Multibody módszer. Ekkor ugyanabban az alkatrész fájlban hozunk létre újabb és újabb testeket oly módon, hogy a testek alap profilját egy meglévő test felületén vagy a modell térben rajzoljuk meg. Ekkor választhatjuk ki, hogy az új test az előző része legyen, vagy az anyagfolytonosságot megszakítva egy diszkrét elem jöjjön létre. Miután az összes szükséges testet létrehoztuk, néhány kattintással generálható az összeállítási modell (Assembly).



4. ÁBRA: MULTIBODY MÓDSZERREL KÉSZÍTETT ÖSSZEÁLLÍTÁSI MODELL

A **második** módszer szerint a már meglévő alkatrészeket vagy részösszeállításokat az Assembly (összeszerelés) módban illesztjük össze. Ekkor a testek szabadságfokait kényszerekkel kell lekötönnünk, ami azt jelenti, hogy az elméleti térbeli mozgásukat akadályozzuk meg. Lehetőségünk van lekötetlenül hagyni bizonyos szabadságfokokat, ha a mozgásvizsgálat



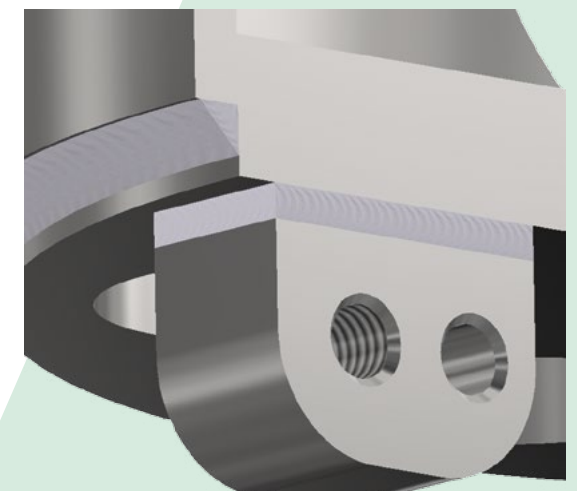
5. ÁBRA: KÉNYSZEREZÉS MUNKAABLAK

a célunk. A kényszerítés történhet más alkatrészekhez, vagy a modell tér koordináta-rendszeréhez. Ha egyesével állítjuk össze az alkatrészeket, ez a módszer nyilván hosszadalmasabb, mint az első, bonyolultabb szerkezetek részegységeinek összeállításához azonban megfelelő. Az alkatrészeknek beállíthatjuk a színét, áttetszővé tehetjük azokat, készíthetünk térbeli metszeteket is. Az ütközésvizsgálattal ellenőrizhető egy összeállításban, hogy van-e átfedés az alkatrészek között, elkerülve ezzel a hibás tervezést.

Az Assembly módban modellezhetők a tervezett szerkezetek hegesztései. A hegesztés minden paramétere beállítható (alak, gyökméret, hossz, szakaszosság, stb.). Az Inventor rendelkezik egy varratszámító funkcióval, ennek segítségével a geometria, az anyagjellemzők és az erők ismeretében meghatározhatók a hegesztési varrat szükséges méretei.

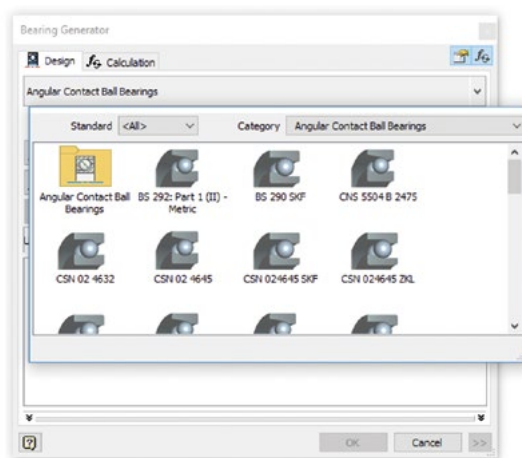
Bár a bemutatott feladatnál nem alkalmaztuk, az Assembly módban külön modellező felületet kaptak a gyakori gépelemek. Gyorsan készíthetők

A szoftver elsődleges célja a digitális „prototípus gyártás”, ahol a késztermék megtekinthető anélkül, hogy költséges prototípusokat kellene gyártani.



6. ÁBRA: HEGESZTÉSEK MEGJELENÍTÉSE

csapágyazások, fogaskerék- és szíjhajtások, retesz kötések, stb. Ezek az alkatrészek vagy összeszerelések nem csupán vizuálisan jelennek meg. A programban elvégezhetők a kapcsolódó számítások is (erők, átvitt teljesítmény, élettartam, megengedhető fordulatszám, stb.). Az olyan alkatrészekenél, ahol a geometriák kialakítása is részletes előzetes számítást igényel (például csapág, fék, kúpos kötés), a méretezés a programon belül itt is elvégezhető.



7. ÁBRA: CSAPÁGY GENERÁLÓ MUNKAABLAK

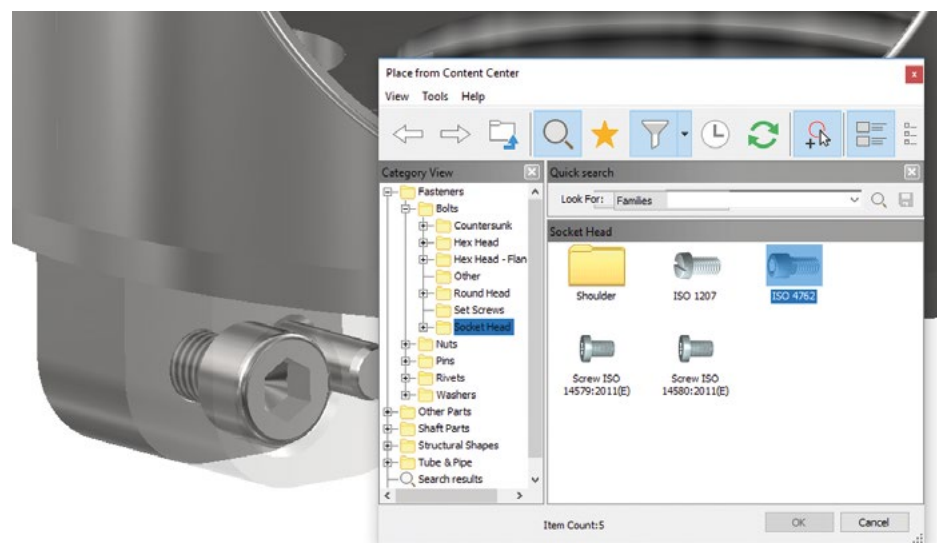
Ha túlságosan sok, vagy nagyon részletes alkatrészek vannak a modellben, a program működése lelassulhat, vagy teljesen le is állhat. Az, hogy ez mikor következik be, leginkább a számítógépünk teljesítményétől függ. Elővigyázatosnak kell lenni az internetes elemtárakból letöltött alkatrészekkel, mert gyakran nagyon nagy méretűek, ami megterhelheti a programot.

Ha belegondolunk abba, hogy például egy tolózáron lévő feliratban minden betű ki van domborítva, az a programnak rengeteg modellezendő felület. Érdekes ilyenkor a Suppress parancsot használni, ami nem törli az adott alkatrészt, csak „eltávolítja” a modellből, így memóriát szabadít fel.

Összeszereléseknél hasznos funkció az Inventor beépített elemtára, a Content Center, amiben rengeteg szabványos alkatrész található: kötőelemek, acélidomok, csőelemek, stb. Kiválasztjuk a szükséges szabványt, beállítjuk a kért méretet, és már be is illeszthető az alkatrész a modellünkbe. Saját elemtárak is készíthetők olyan egyedi alkatrészekkel, amelyek egy speciális berendezéshez készültek, és valószínűleg a jövőben is fel szeretnénk használni azokat.

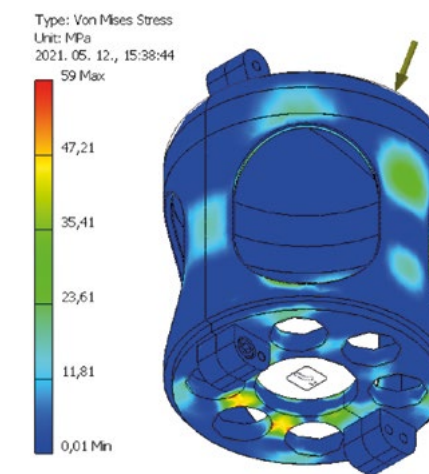
VÉGESELEM MODELL

Assembly módban lehetőségünk van végelem vizsgálatot (VEM) végezni. A modellünkön kijelölhetjük a fix pontokat, erőkkkel, nyomással, nyomatékokkal terhelhetjük; ezek a paraméterek adottak. A számítás lefutását befolyásoló tényezők beállítása nagy figyelmet igényel, tisztában kell lenni a mechanikai alapokkal. Ahogyan minden végeelem szoftvernél, itt is jelentősen befolyásolja az eredményt, hogy milyen finomságúra választjuk a hálót, valamint az, hogy hány iterációt engedünk a programnak. Egy éles saroknál, ahol a lekerekítési sugár nulla, minden iterációval nőni fog a feszültség, ami hibás eredményhez vezet. A háló finomsága azt mutatja, hogy hány elemre lett felbontva



8. ÁBRA: BEÉPÍTETT ELEM TÁR (CONTENT CENTER)

a vizsgált alkatrész. Ha ez a szám túl magas, az is okozhat téves eredményt, valamint a számítási idő is jelentősen megnőhet. Az eredményeket (feszültségek, elmozdulások) számszerűleg és vizuálisan is megjeleníti a program.



9. ÁBRA: VÉGESELEM MÓDSZERREL VÉGZETT FESZÜLTSG ANALÍZIS VIZUÁLIS MEGJELENÍTÉSE

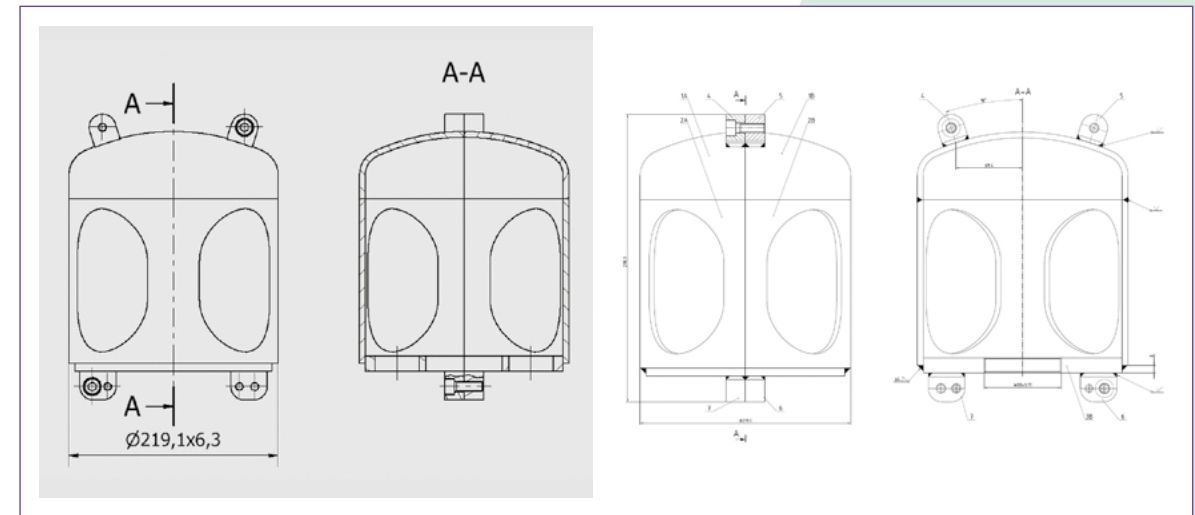
A szelepsapka esetén több nehézkes numerikus számolást váltottunk ki, amellyel jelentős időt takarítottunk meg. A projekt folyamán a palack leesését modelleztük különböző pozíciókban, hogy biztonságosan kijelenthessük, a palack eldőlése esetén sem történik szelep sérülés, amely súlyos balesetet is okozhat.

RAJZKÉSZÍTÉS

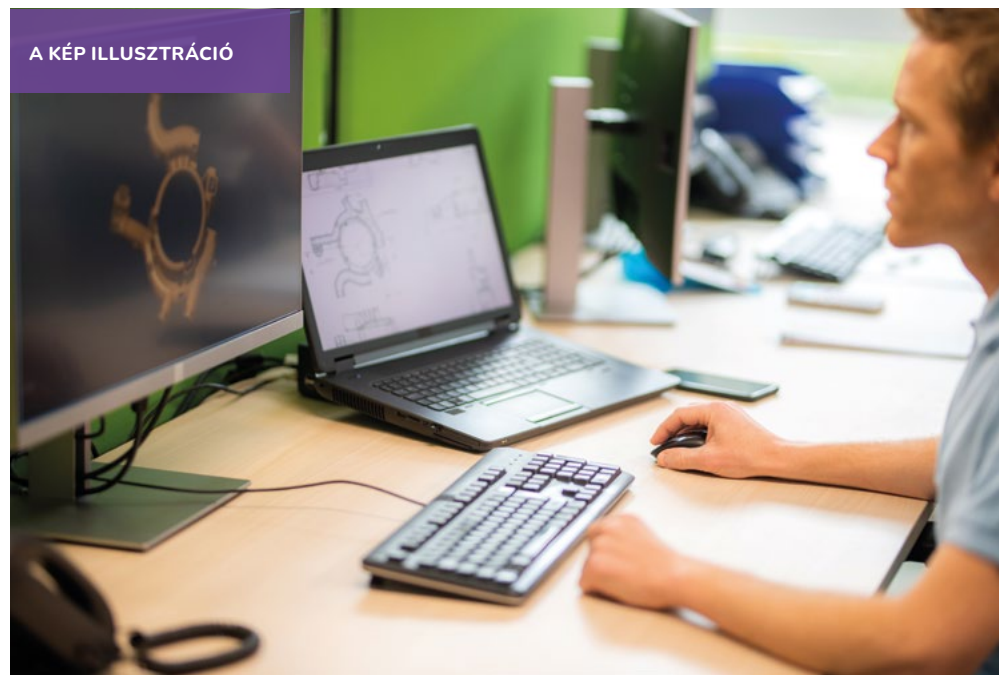
A 3D modell elkészülése után használható az Inventor rajzkészítő modulja. A rajzot közvetlenül a modellből generálja a program.

Készíthetünk nézeteket, metszeteket, kitéréseket, és a méretek, középvonalak felvétele is nagyon egyszerű. A rajz, illetve a 3D modell szorosan össze van kötve. Ennek vannak előnyei, ha változik a térbeli modell, a rajz leköveti azt. A rajzban megmaradnak az alkatrészek, nem csupán vonalakká válnak, így például ha darabjegyzéket készítünk, minden alkatrésznek meglesz előre a sorszáma és az összes tulajdonsága. Annak, hogy a rajz nem független a térbeli modelltől, az a hátránya, hogy nem lehet rugalmasan módosítani. A rajzon csak úgy lehet változtatni, ha a térbeli modellt szerkesztjük. Emiatt ez egyrészt hosszadalmas, másrészt megköveteli azt, hogy a rajz szerkesztője rendelkezzen a teljes modellel és magával az Inventor programmal is. A probléma megoldása az Inventor és az AutoCAD együttes használata. A térbeli modellek kimenthetők 3D dwg-ként, ekkor egy AutoCAD-ben megnyitható térbeli rajzot kapunk. Ez akkor lehet hasznos, ha egy kolléga nem rendelkezik Inventorral, de szeretné három dimenzióban is megnézni a készített alkatrészt.

Az Autodesk szoftverekkel tervezett elemek egymás között importálhatók és exportálhatók adatvesztés nélkül, ezáltal lehetőség nyílik a szoftverek közötti egyszerű átjárhatóságra.



10. ÁBRA: RAJZ AZ INVENTOR (BALRA), VALAMINT AZ AUTOCAD PROGRAMBAN (JOBBRA)



Ha az alkatrészt 2D-s rajzon szeretnénk ábrázolni, az Inventorban elkészíthetők a nézetek, metszetek, illeszthetünk be izometrikus ábrát is. Ezt a fájlt kimenthetjük dwg-ként és szerkeszthetjük tovább AutoCAD-ben; rugalmasan lehet benne változtatni, törölni, használhatjuk az AutoCAD-es rajzelemeket.

AZ ELKÉSZÜLT ALKATRÉSZNÉZET PREZENTÁLÁSA

Van megoldás az elkészült alkatrész térbeli vizualizációjára akkor is, ha az ügyfél nem rendelkezik Inventorral vagy más 3D megjelenítő programmal.

A modellt el lehet menteni 3D pdf-ként, ekkor az ügyfél kap egy pdf-et, amit egy egyszerű olvasó programmal meg tud nyitni, tudja a modellt forgatni, nagyítani, valamint az alkatrészek láthatóságát ki- és bekapcsolni. A program egyik látványos és hasznos funkciója a robbantott ábra készítés. Ezzel a funkcióval egy bonyolult összeszerelést is lehet segíteni, a kivitelező munkáját megkönnyíteni. Az elkészült ábrát menthetjük képként, vonalas rajzként, de akár animált videóként is, amin például a csavarok beúsznak a helyükre.

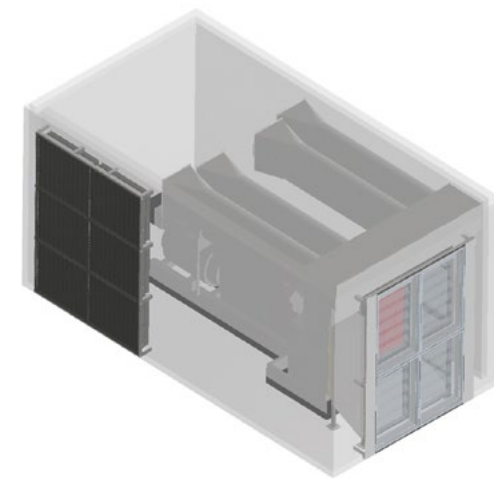


11. ÁBRA: ROBBANTOTT SZERELÉSI ÁBRA

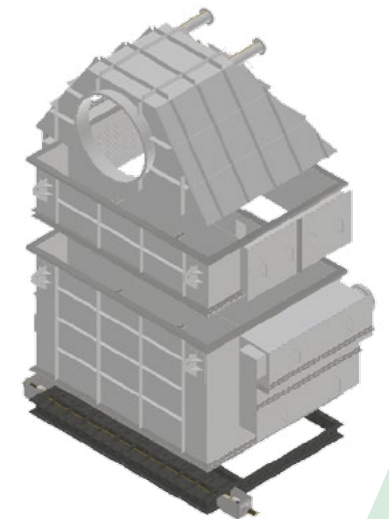
TOVÁBBI LEHETŐSÉGEK

Az Inventorban számtalan hasznos funkciója van még. Egy érdekes tervezési módszert szeretnénk még megemlíteni, ez a parametrikus modellezés. Lehetőségünk van arra, hogy egy modell méreteit egy külső Excel táblából

Létezik egy iLogic nevű programozói felület az Inventorban. Ha például a parametrikus modellünkben találhatók karimák, egyszerű „if-else” függvényekkel illesztheti a program a csőmérethez a megfelelőt, illetve váltogathatunk szerelvények között is.



12. ÁBRA: PAKS II. BALESETI DÍZELGENERÁTOR LÉGTECHNIKÁJA



13. ÁBRA: MOL KAZÁNTELEP ECO ÉS SH MODULOK, CSAPPANTYÚ, ÁTMENETI IDOM

olvassa be a program. Ilyenkor, amint frissül az Excel, a modell is idomul hozzá. A méreteket megadhatjuk úgy is, hogy nem konkrét számot írunk be, hanem hivatkozunk egy másik méretre, vagy akár egy teljesen másik modell paramétereit is megadhatjuk forrásként. Ez természetesen hosszadalmasabb egy egyedi alkatrész modellezésénél, ha azonban típusterveket készítünk több méretben, hasznos lehet ez a funkció.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az Inventor már több projekt során is bizonyított, megfelelően alkalmazva, nagyszerűen egészíti ki a tervezést, jól illeszkedik a már meglévő Autodesk programcsomagba. A cél az Inventorral nem az, hogy teljes erőműveket tervezzünk. Egyedi alkatrészek, berendezések kivitelezésénél viszont nagy segítséget nyújt, a térbeli modellezés jobban vizualizálható mind a tervező, mind a megrendelő számára.





Szerző:
Medveczkiné Herperger Hedvig
senior vegyész szakértő
MVM ERBE Zrt.

RADIOAKTÍV HULLADÉKOK BIZTONSÁGOS ELHELYEZÉSE



BEVEZETÉS

Magyarországon a Paksi Atomerőműben 4 blokk található egy telephelyen. A Paksi Atomerőmű biztonságos, olcsó és környezetbarát villamosenergia-termelése több mint 30 éve biztosítja Magyarország villamosenergia-szükségletének jelentős hányadát. Napjainkban az atomerőmű a hazánkban megtermelt villamos energia több mint 50 százalékát biztosítja. A Paksi Atomerőmű négy, egyenként eredetileg 440 megawattos reaktorblokkja 1982 és 1987 között kezdte meg működését. Az elmúlt években elvégzett módosításoknak köszönhetően a reaktorok teljesítménye elérte az 500 megawattot.^[1] Magyarországon jelenleg az atomerőműben termelhető legolcsóbban a villamos energia. Tervben van a Paks II. megépítése, melynek keretében 2 db 1200 MW-os blokkot helyeznek majd üzembe vélhetően 2032-ben.

Széleskörű társadalmi viták és szakmai aggodalmak kísérik a nukleáris erőművek jövőjét, tekintettel a számos, kapcsolódó problémára, amelyek közül kiemelkedik a nukleáris hulladék hosszú távú és biztonságos tárolásának kérdése, az emberi tényezős és biztonságpolitikai problémák, a laikus közvélemény nukleáris fejlesztésekkel és létesítményekkel kapcsolatos bizalmatlansága és félelme. Jelen cikk ezen félelmek eloszlatására szolgál, betekintést adva a kis, közepes és nagy aktivitású radioaktív hulladékok megfelelő, biztonságos elhelyezésébe, illetve a nagy aktivitású radioaktív hulladékok elhelyezésének alternatív módját bemutató jelenlegi kutatási eredményekbe.

MIK AZOK A RADIOAKTÍV HULLADÉKOK, ÉS HOL TALÁLKOZHATUNK VELÜK A HÉTKÖZNAPI ÉLETÜNK SORÁN?

Radioaktív hulladéknak azokat a radioaktivitást tartalmazó anyagokat tekintjük, amelyek további felhasználásra már nem alkalmasak, illetve amelyek felhasználójának, birtokosának nincs szándékában azokat a távolabbi jövőben sem újrahasznosítani. Magyarországon az 1996-ban elfogadott CXVI. törvény, a „második atomtörvény” szerint a radioaktív hulladékok végleges elhelyezéséről való gondoskodás állami feladat, melynek költségeit – lehetőség szerint – a radioaktív hulladék keletkezését előidéző létesítménynek kell viselnie. Igen fontos,

hogy a fenti megfogalmazás szerint nem radioaktív hulladék az atomreaktorok, atomerőművek használt, „kiégett” fűtőeleme, mert az még potenciálisan újrahasznosítható, bár a használt fűtőelemek feldolgozási eljárása a nukleáris energetikában nagy múlttal és jelentős kapacitásokkal bíró nemzetek körében (pl. Franciaország, Oroszország) jellemző.

Magyarországon a radioaktív hulladékok végleges elhelyezéséről való gondoskodás állami feladat, melynek költségeit a radioaktív hulladék keletkezését előidéző létesítménynek kell viselnie.

Radioaktív hulladék minden országban van. Különböző tevékenységek során keletkezhet, ilyen például az atomerőművekben történő villamosenergia-termelés, illetve a radioizotópok különböző gyógyászati, ipari, mezőgazdasági, kutatási és oktatási célokra történő alkalmazása.

- **gyógyászatban**, pl.: radiológiai képalkotás, röntgenfelvételek, sugárterápia, sugárforrások felhasználása a rák kezelésében
- **iparban**, pl.: nyomjelzés nyitott radioizotópokkal (fizikai, kémiai nyomjelzés) – víz mozgásának követésére, fémötvözetekhez, gázok nyomjelzésére
- **mezőgazdaságban**, pl.: talaj felszínére kerülő radioaktív izotópok eloszlásának vizsgálata a mezőgazdasági művelés alatt álló területeken
- **kutatásban**, pl.: számos radioizotópot állítottak elő, ami új alkalmazások előtt nyitotta meg az utat, és a maganyag, illetve a nukleáris erők mélyebb megértését tette lehetővé. 1936-ra körülbelül 200 radionuklid vált ismertté. Ma nagyjából 2500 instabil nuklidról van tudomásunk. Ciklotronok és lineáris gyorsítóberendezések segítségével állítják elő őket, ahol részecskékké, protonoktól az ²³⁸U-ig, nyalábját hozzák létre.
- **oktatásban**, pl.: ipari nyomjelzéses vizsgálatokhoz használt radioizotópok, nyitott radioizotópos munkák^[2]

A RADIOAKTÍV HULLADÉKOK HAZAI KATEGORIZÁLÁSA^[3]

A radioaktív hulladékok kategorizálásának hazai szabályozási alapját „az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről” szóló 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 12. melléklete adja.

Magyarországon a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft.) üzemelteti a Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolót (NRHT).

A radioaktív hulladékok osztályozását a bennük található izotópok aktivitása és jellemző felezési ideje alapján az alábbiak szerint lehet elvégezni:

Kis és közepes aktivitású radioaktív hulladéknak minősül az a radioaktív hulladék, amelyben a hőfejlődés az elhelyezés (és tárolás) során elhanyagolható.

- Rövid élettartamú az a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék, amelyben a radionuklidok felezési ideje 30 év, vagy annál rövidebb, és csak korlátozott koncentrációban tartalmaz hosszú élettartamú alfa-sugárzó radionuklidokat.

- Hosszú élettartamú az a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék, amelyben a radionuklidok felezési ideje és/vagy az alfa-sugárzó radionuklidok koncentrációja meghaladja a rövid élettartamú radioaktív hulladékokra vonatkozó határértékeket.

Nagy aktivitású az a radioaktív hulladék, amelynek hőtermelését a tárolás és elhelyezés tervezése, valamint az üzemeltetés során figyelembe kell venni.

Az MSZ 14344-1:2004 szabvány határozza meg azt a hőfejlődési értéket (2 kW/m^3), amely az átmeneti tárolás és/vagy a végleges elhelyezés szempontjából jelentősnek minősül, így azt figyelembe kell venni.

A radioaktív hulladékok aktivitás szerinti kategorizálásának alapjául szolgáló, ún. specifikus mentességi aktivitáskoncentrációkat (SMEAK) a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 1. melléklete tartalmazza. Néhány radionuklidra vonatkozó példát tartalmaz az 1. táblázat.

A radioaktív hulladék kis vagy közepes aktivitású osztályba sorolását a benne lévő radioizotóp aktivitás-koncentrációja és specifikus mentességi aktivitás-koncentrációja (SMEAK) alapján kell elvégezni (lásd 2. táblázat).

Ha a radioaktív hulladék többfajta radioizotópot is tartalmaz, akkor az osztályozást a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet 12. mellékletének 2. táblázatában foglaltaknak megfelelően kell elvégezni. Magyarországon a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Közhasznú Nonprofit Kft. (RHK Kft.)

1. TÁBLÁZAT: EGYES RADIOAKTÍV IZOTÓPOK MENTESSÉGI AKTIVITÁS KONCENTRÁCIÓ (SMEAK) ÉRTÉKEI^[11]

Radionuklid	SMEAK (Bq/g)
Cs-137	10^1
I-131	10^2
Sr-89	10^3
C-14	10^4
P-33	10^5

Forrás: „Az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről” szóló 487/2015. (XII. 30.) Kormány rendelet

2. TÁBLÁZAT: A RADIOAKTÍV HULLADÉKOK AKTIVITÁS KONCENTRÁCIÓ INTERVALLUMAI^[11]

Radioaktív hulladék osztály	Aktivitás koncentráció AK (Bq/g)
Kis aktivitású	$\leq 10^3$ SMEAK
Közepes aktivitású	$> 10^3$ SMEAK

Forrás: „Az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről” szóló 487/2015. (XII. 30.) Kormány rendelet

üzemelteti a Nemzeti Radioaktív hulladék-tárolót (NRHT), a Radioaktív Hulladék Feldolgozó és Tárolót (RHFT) és a Kiegyezett Kazetták Átmeneti Tárolóját.

RADIOAKTÍV HULLADÉK FELDOLGOZÓ ÉS TÁROLÓ^[5]

A fióktelep Kisnémedi és Püspökszilágy határában terül el. A helyszín kiválasztásakor fontos szempontként szolgáltak a földtani adottságok: a környezethez viszonyítva magasan, agyagos-lössös talajban lett kialakítva a tároló, ahol a talajvíz közel 20 méteres mélységben található, így a radioaktív izotópok felszín alatti vizekben történő terjedése korlátozott. A létesítmény feladata a nem atomerőművi,

A tároló részét képezik az ellenőrzött zónán belül, a kültéren található felszínközeli vasbeton tárolómedencék („A” és „C” típusú tárolók), szénacél és rozsdamentes acél csőkutak („B” és „D” típusú tárolók).

Összesen 60 db 70 m^3 -es és 6 db 140 m^3 -es „A” típusú és 8 db $1,5 \text{ m}^3$ -es „C” típusú tárolómedence, továbbá 32 db „B” típusú és 4 db „D” típusú csőkút létesült. Az üzemi épületben történik a radioaktív hulladékok fogadása, feldolgozása, illetve a pinceszinti tárolótéren lévő átmeneti tárolókban és csőkutakban az átmeneti tárolása. Az RHFT kültéri tárolóiban véglegesen 5040 m^3 radioaktív hulladék helyezhető el, míg az üzemi épületben lévő átmeneti tárolókban mintegy 300 m^3 hulladék átmeneti tárolására van lehetőség.^[4]



AZ RHFT TELEPHELYE MADÁRTÁVLATBÓL^[9]

tehát az úgynevezett intézményi eredetű hulladékok kezelése, tárolása és végleges elhelyezése, bár a létesítmény fogadott korlátozott mennyiségben atomerőművi eredetű hulladékot is. Az intézményi eredetű radioaktív hulladékok az izotóptechnika alkalmazásával egyidejűleg már az 50-es évek óta keletkeznek Magyarországon, elsősorban az ipari, mezőgazdasági, egészségügyi, kutatási, oktatási tevékenységek során. A felsorolt területekhez tartozó intézmények az atomerőműnél jelentősen kisebb mennyiségben termelnek hulladékot, jelenleg mintegy $3\text{--}15 \text{ m}^3$ kis és közepes aktivitású hulladék és kb. 300 db elhasznált sugárforrás, valamint jellemzően 1000 db füstérzékelőből kisserelt sugárforrás keletkezik évente. A mértekadó izotópok a Co-60, a Cs-137, a Sr-90, a C-14 és a H-3.

A RADIOAKTÍV HULLADÉK ÚTJA

Rendszerint fémhordóba csomagolt radioaktív hulladékok érkeznek be a tárolóba. Elhasznált sugárforrások esetén a szállítás speciális, sugárárnyékolt konténerben zajlik. A hulladék fogadása és lerakódása az üzemi épületben történik. A hordókat egyedi azonosító jellel látják el, majd legnagyobb részét hordkeretben az átmeneti tárolóba viszik. Erre azért van szükség, mivel a radioaktív hulladék nagyobb része a végleges elhelyezést megelőzően feldolgozáson esik át. 2014-ben kezdte meg működését az ipari hordószkenner, amivel a feldolgozás megkezdése előtt a szakemberek megvizsgálják a hordókat. A szkenner méri a hordóban lévő anyag átlagos sűrűségét, valamint a benne lévő radioaktív izotópok mennyiségét és minőségét is meghatározza. A feldolgozás első lépése a válogatás,

amit a 2015-ben felújított válogató bokszban végeznek. A technológia lehetővé teszi, hogy a hulladék szétválogatását a kezelő személyzet a környezettől izolálva, biztonságosan és gyorsan végezhesse.

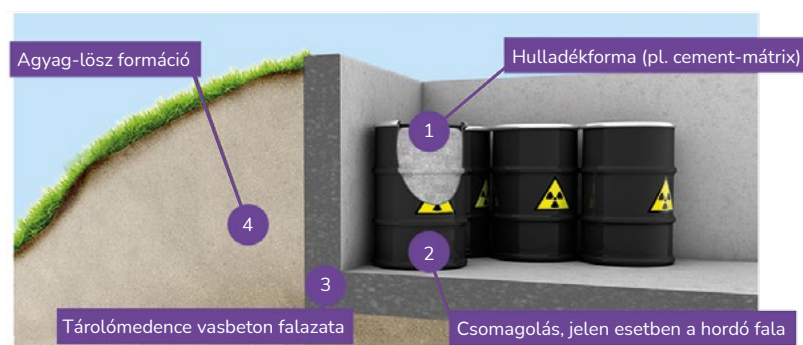
Az ideális térkihasználás érdekében az át-válogatott hulladékot tömörítik, ehhez nagy teljesítményű prést használnak. A feldolgozott hulladékot szabványos, 200 literes hordóba csomagolják, az előírásoknak megfelelően jelölik,



1. ÁBRA: AZ NRHT ÚN. FORRÓKAMRÁJA^[9]

A válogatás során az anyagokat tulajdonságaik szerint szétválasztják, hogy a „tömöríthető” és „nem tömöríthető” hulladékok ne keveredjenek, illetve sugárforrások véletlenül se kerülhessenek a végleges elhelyezésre szánt hordókba. Amennyiben szükséges, a hulladékokat további feldolgozási eljárásoknak, ún. „kondicionálási eljárásnak” (pl.: préselés, cement mátrixba helyezés, beágyazás, stb.) vetik alá. A kondicionálás lényege, hogy a hulladékot olyan formába hozzák, mely alkalmas a végleges elhelyezésre.

nyilvántartásba veszik, ezek után helyezik el az „A” típusú medencékben. Speciális kezelést igényelnek az elhasznált, zárt sugárforrások, amelyek térfogata lényegesen kisebb, mint a hordózott hulladékoké. Az elhasznált sugárforrásokat tárolás előtt az úgynevezett forrókamrában dolgozzák fel, amely ólommal árnyékolt, ólomüveg kémlelőablakkal és manipulátor karokkal felszerelt, biztonságos, zárt rendszer. A kisméretű sugárforrások korrózióálló acél gyűjtőtokokba



2. ÁBRA: MÉRNÖKI GÁTAK RENDSZERE AZ NRHT-BEN: AZ AGYAGOS LÖSSZ FORMÁCIÓBAN ÉPÍTETT VASBETON TÁROLÓMEDENCÉBE KERÜLNEK A KONDICIONÁLT RADIOAKTÍV HULLADÉKOK

Ez egyrésztől mindenképpen a szilárd halmazállapot elérését jelenti, másrésztől olyan technológiák és anyagok felhasználását, melyek fixálják a radioaktív szennyezőket, lassítják a későbbi kioldódási folyamatokat, illetve megkötik a kioldódott izotópokat. Ilyen folyamat pl. a cementezés.

(ún. torpedókba) kerülnek, melyek még a forrókamrában hegesztéssel hermetikusan lezárásra kerülnek. A tokozott sugárforrásokat a pince-szinten lévő csőutakban, illetve a kültéren lévő „B” vagy „D” típusú csöves tárolókban helyezik el.^[4]

NEMZETI RADIOAKTÍVHULLADÉK-TÁROLO

A bátaapáti radioaktív hulladék-tárolót a Paksi Atomerőműből származó kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék végleges elhelyezésének céljából létesítették. Az atomerőmű üzemeltetése során keletkező szilárd halmazállapotú radioaktív hulladék többségét 200 literes acélhordókban, tömörített formában tárolják, a folyékony radioaktív hulladékot tartályokban gyűjtik az atomerőműben. A hulladékokat csak szilárd formában lehet véglegesen elhelyezni, ezért a folyékony hulladék szilárdítására is sor kerül az atomerőműben, mielőtt a végleges tárolóba szállítják.

A hulladék végleges elhelyezésére a felszín alatt, 200–250 méteres mélységben kialakított tárolókamrák biztosítanak lehetőséget. A mélybe két párhuzamos lejtőszakna vezet le 10% lejtéssel, 1,7 kilométer hosszan, melyeket 250 méterenként keresztvágatok kötnek össze, így biztosítva menekülési útvonalat veszély esetén.

ahol egy speciális targonca segítségével helyezték őket a kijelölt pozícióba.^[4]

Az NRHT I-K1 megjelölésű tárolókamrája 2017 májusában megtelt, 537 konténerben 4833 hordó került így végleges tárolási helyére.

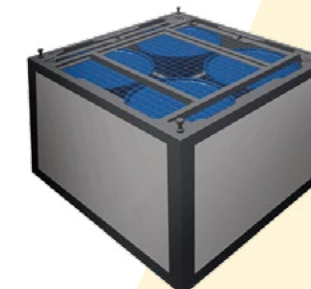
A hulladék végleges elhelyezésére a felszín alatt, 200-250 méteres mélységben kialakított tárolókamrák biztosítanak lehetőséget.

Az NRHT elhelyezési koncepciójában idő közben beállt változásoknak megfelelően a jövőben a Paksi Atomerőműben előállított hulladékcsoomagokat fogadja az NRHT, és gondoskodik azok elhelyezéséről az I-K2, majd ennek megtelését követően a további tárolókamráiban.

Vasbeton konténer (I-K1 kamra)



Kompakt hulladékcsoomag (I-K2 kamrától)



3. ÁBRA: AZ NRHT EGYES HULLADÉKELHELYEZÉSI KONCEPCIÓIHOZ TARTOZÓ HULLADÉKCSONAG TÍPUSOK^[9]

Az alagútrendszer (közel 6 kilométer hosszú) két részét különíthetjük el: az ellenőrzött zónát a tárolókamrákkal és az építési területet, melyeket leplombált kerítés választ el egymástól. A tárolókamrákban történik a hulladékcsoomagok végleges elhelyezése, míg az építési területről történhet a tároló további bővítése.

Az eredeti tárolási koncepciónak megfelelően az NRHT technológiai épületében a hordókat kilencesével vasbeton konténerbe helyezték, a konténerben fennmaradó üres helyet pedig inaktív betonnal töltötték ki. A hét napos pihentetés után ezeket a legfeljebb 16 tonnás hulladék csomagokat (monolitblokk) szállították az első, úgynevezett I-K1 jelű tároló kamrába,

A második kamrában (I-K2) alkalmazott tárolási koncepció merőben eltér az azt megelőzőtől. Az új tervek szerint az eddigi vasbeton konténereket úgynevezett kompakt hulladékcsoomagok (KHCS) váltják le, melyeket a Paksi Atomerőműben készítenek el a szakemberek. A szintén 200 literes fémhordók négyesével kerülnek egy vékonyfalú, merevített acélkonténerbe. A hordók közötti teret ugyancsak kitöltik, de ez esetben már folyékony radioaktív hulladékból kevert cementpépet használnak, így a konténerek eddigi holt terét is radioaktív hulladék tölti ki. A kezdeti elhelyezési koncepció szerinti vasbeton konténerfalak védelmi szerepét a tárolókamrában kialakított vasbeton medencefal veszi át.

A KKÁT ISMERTETÉSE

Az atomerőművek működésének egyik következménye, hogy a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék mellett elhasznált (ún. kiégett) fűtőelemek is keletkeznek, melyek kezeléséről, átmeneti tárolásáról és elhelyezéséről gondoskodni kell. Miután eltávolítják a Paksi Atomerőmű reaktorából a kiégett üzemanyagot, azt bizonyos ideig az atomerőműben

helyezkedik el. A telephely Tolna megyében, Paks város központjától 5 kilométerre, délre, a 6. sz. főközlekedési út és a Duna közötti területen található. Az átszállításhoz a kiégett kazettákat vízzel töltött szállítókonténerbe helyezik. A konténer lezárását és külső felületének dekontaminálását követően vasúti kocsin szállítják át a KKÁT-ba. Egy konténerben maximum 30 darab kazetta helyezhető el.



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

A KKÁT telephelye a Paksi Atomerőmű üzemi területe mellett, annak déli részéhez csatlakozva helyezkedik el.

lévő vizes, úgynevezett pihentető medencében helyezik el. Ekkor már nem folyik bennük nukleáris láncreakció, csupán az üzemanyagban felhalmozódott hasadási és aktivációs termékek radioaktív bomlásai eredményeznek hőfejlődést. A tárolási idő korlátját a pihentető medence kapacitása szabja meg egy minimális pihentetési idő figyelembevételével. A 3-5 éves pihentetési időszak leteltével a kazettákat átszállítják a Kiégett Kazetták Átmeneti Tárolójába (KKÁT). A KKÁT telephelye a Paksi Atomerőmű üzemi területe mellett, annak déli részéhez csatlakozva

Az épület tervezésekor a sugárvédelmi és hűthetőségi szempontok mellett figyeltek a szeizmikus hatásokra, illetve a talajvíz elleni védelemre is. A KKÁT tervezési alapszintjét úgy határozták meg, hogy a figyelembe vett maximális árvízszint esetén se következhesen be a létesítmény elárasztása. A telephely szeizmicitását jellemző 10 000 éves visszatérési idejű földrengésre 0,35 g maximális vízszintes szabadfelszíni gyorsulás értéket rögzített az engedélyező hatóság. A KKÁT vészjelző rendszerei igazodnak az atomerőmű hasonló rendszereihez. A telephelye beleesik a Paksi Atomerőművet övező 3 kilométeres, repülési szempontból 5950 m magasságig tiltott légtérbe. A KKÁT egy moduláris, kamrás típusú létesítmény, mely a kiégett fűtőelem-kazetták száraz tárolását biztosítja. A tároló földfelszíni épület, amelyben a kazettákat a vízzel telt konténerből kivéve egy szárító berendezés segítségével teljesen megszáritják, majd egyenként, az átrakógép segítségével hermetikusan zárt acélcsovekben

helyezik el. A tárolócsövek vasbetonfalakkal körülvett kamrákban sorakoznak, függőleges helyzetben. A tárolócsövek körüli, majdnem 2 méter vastag vasbetonkamra megfelelő árnyékolást biztosít a radioaktív sugárzás ellen. A tárolás száraz körülmények között történik, a termelődő maradék hő pedig a levegő természetes huzathatásán alapuló hűtési rendszer szállítja el. Így elektromos vagy más műszaki hiba következtében sem kell tartani a hűtés megszűnésétől. A hűtőlevegő a tárolócsövek között áramlik, ezért a kazettákkal közvetlenül nem érintkezhet. A tárolócsövekben semleges gázkörnyezetet (nitrogén) biztosítanak, amelynek a nyomását folyamatosan ellenőrzik. Azonban az átmeneti tárolás nem nyújt végleges megoldást a kiégett fűtőelemek kezelésére.

A másik lehetséges út a zárt üzemanyagciklus, melynek két fontos előnyére érdemes rámutatni. Az első, hogy a kiégett üzemanyagból ki lehet nyerni a hasadóképes izotópokat, és fűtőelemeket lehet gyártani további természetes urán felhasználása nélkül. A második pedig az, hogy általa csökkenthető a nagy aktivitású hulladékok mennyisége, aktivitása és radiotoxicitása. A fejlett újrafeldolgozás technológiájának kidolgozása egyelőre laboratóriumi léptékben zajlik. Ipari méretű alkalmazása talán e század közepére várható.^[7] A rövidebb időre vonatkozó átmeneti tárolás azonban elkerülhetetlen lépés, bármely kiégett fűtőelem kezelési stratégiáról legyen is szó. Műszaki okok miatt a kiégett üzemanyaggal kapcsolatos tevékenységek kezdeti időszakában



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

A KIÉGETT FŰTŐELEM VÉGLEGES ELHELYEZÉSE

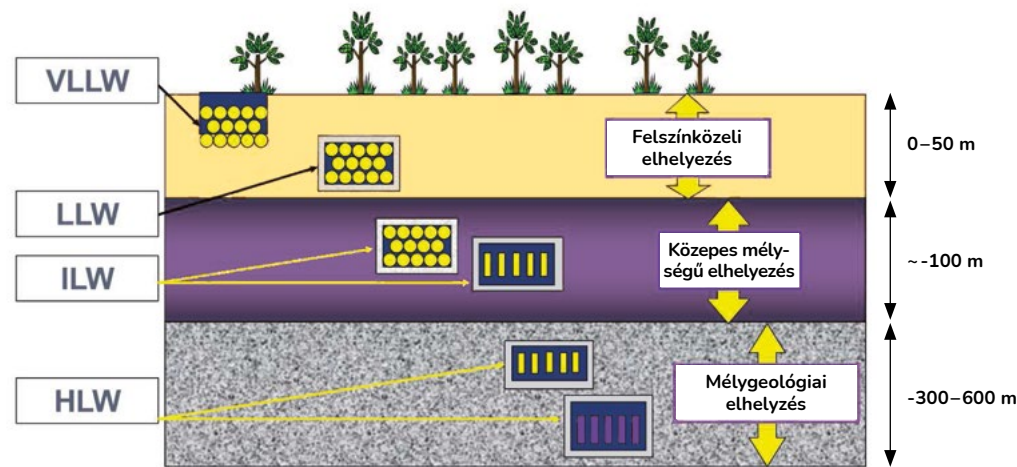
Az atomerőművek kiégett fűtőelemeinek biztonságos kezelésére jelenleg több megközelítés létezik. Beszélhetünk nyílt üzemanyagciklusról. Ez esetben a fűtőelemek közvetlen, azaz feldolgozás nélküli, végleges elhelyezése során nem kell bonyolult kémiai folyamatokat végezni. A reaktorból kikerült üzemanyag az átmeneti tárolás után – ahol aktivitása és hőtermelése néhány évtized alatt több nagyságrendet csökken – kerülhet a végleges tárolóba. A kiégett üzemanyag végleges elhelyezésére mélyen a földfelszín alatt kialakított tárolók jelentik majd a legjobb, legbiztonságosabb megoldást.

mindig szükség van átmeneti tárolásra. Ezen idő alatt jelentősen lecsökken a kiégett kazetták sugárzása és hőtermelése, ami megkönnyíti a későbbi műveletek elvégzését. Szintén elkerülhetetlen lépés bármely stratégia esetében, hogy a kiégett fűtőelemek vagy a feldolgozásból visszamaradó, nagy aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére alkalmas tárolót létesítsünk. A 2011/70/EURATOM IRÁNYELV alapján műszaki szempontból széles körben elfogadott az az álláspont, hogy a nagy aktivitású hulladékok és a hulladéknak minősülő kiégett fűtőelemek kezelésének végpontjaként a mélygeológiai elhelyezés jelenleg a legbiztonságosabb és legfenntarthatóbb megoldás.

A MÉLYSÉGI GEOLÓGIAI ELHELYEZÉS MAGYARORSZÁGON – NYUGAT-MECSEKI KUTATÁSI PROGRAM

A magyar Országgyűlés a 21/2015. (V. 4.) OGY határozattal elfogadta a kiégett üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésének nemzeti politikáját. A nemzeti politika szerint az energetikai reaktorok üzemanyagciklus-zárásának módjáról ma még nem szükséges végső döntést hozni. Azonban a kiégett üzemanyag közvetlen elhelyezéséhez, vagy a kiégett üzemanyag feldolgozása során keletkező radioaktív hulladékok végleges elhelyezéséhez mindenképpen szükség van egy biztonságos tároló létesítményre. A nemzeti politika szerint Magyarország referencia forgatókönyvként az atomerőművi eredetű, kiégett üzemanyag közvetlen hazai elhelyezésével számol. [7]

létesítettek. A kutatóárok nem mutatott semmilyen, az utóbbi pár százezer évben végbement, mozgásra utaló jelenséget. Emellett földtani, vízföldtani és geomorfológiai térképezést végeztek, 2 db szeizmikus szelvény mérésére került sor több mint 30 km hosszúságban, továbbá folytatták a környezeti és geodinamikai megfigyelő rendszer üzemeltetését. Több mint egy évig tartó laboratóriumi vizsgálatot is végeztek radioizotópokkal az agyagkő transzport tulajdonságainak meghatározására. A földtani kutatás addigi eredményeiről 2017-ben zárójelentést nyújtottak be a hatóságnak. Az új jogszabályi előírásoknak megfelelően, 2018-ban az RHK Kft. összeállította a Bodai Agyagkő Formáció telephelykutatási keretprogramját, amely 2032-ig határozza meg a feladatokat. A keretprogramot az Országos Atomenergia Hivatal 2019-ben jóváhagyta.



4. ÁBRA: MÉLYGEOLÓGIAI TÁROLÁS^[10]

Magyarországon a nagy aktivitású hulladék számára alkalmas mélységi geológiai tároló helyszínét kijelölő kutatási program 1993 végén indult el, a mecseki uránbányából nyitott vágatokban, a Bodai Agyagkő Formáció vizsgálatával. Az RHK Kft. a földtani kutatást 2004-ben kezdte meg, és az első ütem egészen 2010-ig tartott. Mélyfúrások létesültek, geofizikai mérések történtek, számos értékelés készült, valamint vízföldtani és geodinamikai monitoring rendszert alakítottak ki, amely a mai napig üzemel. A kutatás következő üteme 2014-től 2017-ig tartott. Ennek során három kutató fúrás létesült 474, 913 és 1030 m-es mélységgel, amelyek nem tártak fel kizáró okot egy tároló megépítésére. A további terepi munkák részeként egy közel 700 m hosszú, 2-6 m mélységű kutatóárokot

Ez alapján folyik a következő kutatási fázis tervezése és a kivitelezési pályázatok kiírása. A következő években újabb kutató fúrások mélyítésére, valamint területi szeizmikus felmérésre kerülhet sor a Nyugat-Mecsekben.

Köszönet a publikációban nyújtott segítségért az RHK Kft-nek.

VITRIFIKÁCIÓ (MTA)

A maghasadások következtében az elhasznált, kiégett fűtőelemekben különböző bomlási termékek, illetve transzurán magok találhatók. Főbb összetevői: uránizotópok (96%), plutónium (1%), hasadási termékek (2,9%): ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , egyéb aktinidák (0,1%): Np, Am. Az EU országokban évente átlagosan 150 m³ nagy aktivitású radioaktív hulladék keletkezik.

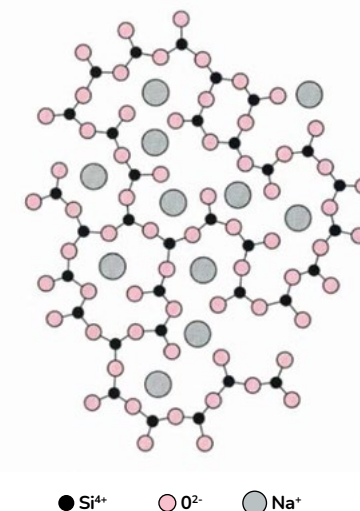
A radioaktív hulladékokat stabilizálni, kondicionálni kell, ami az alábbi módszerek szerint történhet:

- LLW – cementálás
- ILW – cementálás, kerámia
- HLW – vitrifikáció

A vitrifikáció elsősorban közepes és nagy aktivitású hulladékoknál gazdaságos kondicionálási eljárás. Ennek során a szilárd(ított) hulladékot olvasztott üvegmasszába, pl. boroszilikátba keverik, amely megszilárdulva a többi eljárásnál sokszorta hatékonyabban rögzíti a radioaktív szennyezést. Igen fontos, hogy az üveg különleges szerkezete ellenáll a nagyaktivitású hulladékok esetében nem elhanyagolható hőfejlődésnek is.^[8]

Az üvegben rövid távú rend van, a hosszú távú rendezettség hiányzik. Az üveg amorf állapotú szilárd anyag, egy olyan szervetlen összetételű keverékanyag, amely lehűlés közben kristályosodás nélkül jut mechanikailag szilárd állapotba.

- Si tetraédes egységek sarkaikon kapcsolódva építik fel a 3D hálózatot
- az aktív elemek be tudnak kötődni a hálószerkezet nagyobb üregeibe, az így előállított üveg rendkívül stabil, és a benne oldott radioaktív izotópok nem jutnak ki a környezetbe
- stabilabb mint a cement/kerámia, a radionuklidok széles skálájára alkalmazható, jelentősen csökkenti a hulladék térfogatát a cementben való tároláshoz képest
- az üveg tároló „kapacitása” 10-30% hulladék

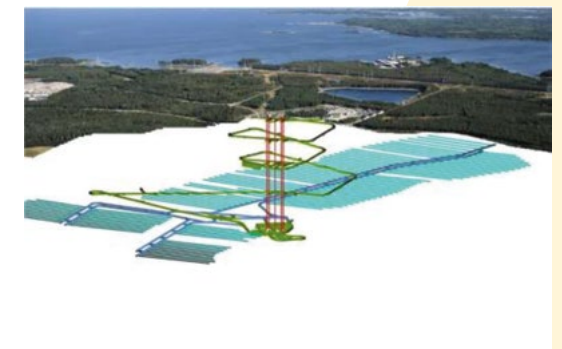


5. ÁBRA: SZILÍCIUM TETRAÉDERES EGYSÉGEINEK TÉRSZERKEZETE^[6]

A vitrifikációt követően hermetikusan zárt konténerbe kerül a radioaktív hulladék. A konténer anyaga többbrétegű inert-réz, titán vagy korrózióálló acél. A konténerekben lévő radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére elfogadott megoldás a mélygeológiai tárolás.^[6]



NAGY AKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉKOK KONDICIONÁLÁST KÖVETŐ TÁROLÁSÁRA SZOLGÁLÓ HERMETIKUSAN ZÁRÓDÓ KONTÉNEREK



OLKILUOTO MÉLYGEOLÓGIAI TÁROLÓ TERVE, FINNORSZÁG

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] <https://atomeromu.mvm.hu>
- [2] https://www.komal.hu/cikkek/fizika-mtaek/1.1.Atomenergia-es-biztonsag_hatterinformacio.pdf
- [3] https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Nuklearis_ipar_hulladekkezelese/ch01s03.html
- [4] <https://rhk.hu/timeline/national-radioactive-waste-repository>
- [5] <https://rhk.hu/timeline/radioactive-waste-treatment-and-disposal-facility>
- [6] https://nuklearis.hu/sites/default/files/docs/SUKO_Obuda/SUKO_MNT_Fabian.pdf
- [7] <http://lapozo.atomeromu.hu/?id=2021oktober#page/45>
- [8] <https://atomeromu.mvm.hu/-/media/PAZrtSite/Documents/Tudastar/HogyanMukodik/Radioaktiv-hulladekok.pdf?la=hu-HU>
- [9] <https://rhk.hu/gallery/radioaktiv-hulladek-feldolgozo-es-tarolo-rhft/files>
- [10] https://www.eszk.org/files/mi_lesz_veled_kiegett.pdf
- [11] „az ionizáló sugárzás elleni védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről” szóló 487/2015. (XII. 30.) Kormányrendelet



Szerző:
Dr. Vajna Zoltán
főosztályvezető,
MVM Paksi Atomerőmű Zrt.

VEZETŐI HATÉKONYSÁG ÉRTELMEZÉSE A KARBANTARTÁS TERÜLETÉN

1. BEVEZETÉS

Az Energiaforrás 2020. II. félévi számában bemutattam a karbantartási tevékenység érettség mérésének egy lehetséges módját. A bemutatott karbantartás érettségi modellem megalkotása során arra próbáltam fókuszálni, hogy egy olyan modellt készítsék, amely választ ad arra, hogy milyen hangsúlyos területei vannak/lehetnek a karbantartásnak, és hogyan lehet az ipar szereplőit összehasonlítani.

A karbantartás-érettség értelmezését folyamat oldalról közelítettem meg, majd faktorelemzést alkalmazva felállítottam a karbantartás-érettségi modellem. Az elkészült érettségi modell dimenzióinak megnevezését próbáltam hadászati, történelmi alapokra helyezni, és végül négy szintet azonosítottam. A Kalandorokat, akik alacsony folyamatok képességeik miatt csak alkalmi sikereket képesek elérni, azt is az egyének kimagasló teljesítményeinek köszönhetően.

Vezetni többek közt azt jelenti, hogy közös cselekvést intézkedésekkel, közös cselekvéssel irányítani.

A második érettségi szinten helyezkedtek el a Kormányzók és a Katonák. Kettőjük közt elsősorban filozófiai különbség van, hiszen a Kormányzók a gazdasági folyamataikra, a Katonák pedig a műszaki folyamataikra helyezték a hangsúlyt. A piramis csúcsán a Hódítók vannak. Ők a műszaki és a gazdasági folyamatokat is a legmagasabb szinten művelik, ők akár csak a történelemben a hódítók, teljes irányítást akarnak, mert hisznek benne, hogy folyamataikat, ha minden téren fejlesztik, akkor lehetnek a legjobbak, a leghatékonyabbak. Az előző tanulmányomban bemutattam a lehetséges fejlődési irányokat, de megvizsgáltam és ismertettem azt is, hogy a szakma képviselői hogyan képzelik el a fejlődés irányát, és elhelyeztem az iparágakat a karbantartás érettségi modellben.

Jelen cikkben azt vizsgálom, hogy a korábban ismertetett érettségi szintek és a karbantartás területén dolgozó vezetők vezetési stílusa között van-e összefüggés. Kimondhatjuk-e azt, hogy

bizonyos vezetési stílus a karbantartás területén hatékonyabb, mint más stílus? Ennek a kérdésnek a megválaszolására először röviden megosztom a vezetéselmélettel kapcsolatos gondolataimat, ezzel azonosítva az egyik változót, majd összefüggéseket keresek a korábban már ismertetett érettségi modellem és a vezetési stílus között. A cikk legvégén pedig összefoglalom a megállapításaimat.

2. GONDOLATOK A VEZETÉSELMÉLETRŐL

Taylor a menedzsment egyik alapművét, *A tudományos irányítás* alapelvei című munkáját úgy kezdi, hogy a vezetés központi célja az, hogy a vállalat a legnagyobb haszon-termelés mellett biztosítsa a legnagyobb dolgozói jólétet. A Magyar Értelmező Kéziszótár alapján vezetni többek közt azt jelenti, hogy közös cselekvést intézkedésekkel, közös cselekvéssel irányítani. Jones és George *leadership* meghatározása a folyamat központúságát hangsúlyozza. Definíciójukat úgy fogalmazták meg, hogy azt a folyamatot, mely során személyek befolyást gyakorolva befolyásolnak, motiválnak, inspirálnak, irányítják más személyek tevékenységét egy csoport vagy szervezet céljainak elérése érdekében, *leadership*nek hívják. A vezetés funkcióiról kissé bővebb okítást kapott Mózes, pusztai vándorlása során. Jethró főpap egy napon keresztül figyelte Mózes tevékenységét, majd megfogalmazta tanácsait. Ezek a tanácsok Mózes könyvének második fejezetében olvashatók. Zeller Gyula értelmezése szerint Jethró főpap tanácsai széleskörűen tartalmazzák a vezetéselmélet legfontosabb pilléreit. Kitér a delegálásra, hangsúlyozza a szervezeti struktúra felépítésének fontosságát, beszél a kiválasztásról és a kollektív felelősség elvéről. A főpap ezen túl még említést tesz a vezetés funkcióiról is, mint célkijelölés, eszközök meghatározása és szabályzatok alkotása. Bakacsi szerint a *leadership* a szervezeti magatartással foglalkozó szakirodalom legbonyolultabb, legösszetettebb része. Bonyolultsága abban rejlik, hogy időben és térben eltérően értelmezik a kutatók, közben pedig folyamatosan változik. A *leadership*et több oldalról is megvilágíthatjuk. Beszélhetünk róla mint vezetési stílusról, megközelíthetjük a vezetői szerepkör vagy funkció oldaláról, de a magyarázat önmagában egyik esetben sem lehet teljes. Klein azt mondja, hogy a vezetés

lényege abban rejlik, hogy el kell érni a másik teljesítménye által egy feladat megoldását. Szerinte a vezetésnek három megközelítése van. Megvizsgálhatjuk tudományos szempontok alapján, kezelhetjük művészetként, de tekinthetünk rá szakmaként is, ami tanulható. A téma fontosságát mi sem jelzi jobban, mint-hogy a filozófusok már 2500 évvel ezelőtt is írtak róla. Talán az első és az egyik legfontosabb született mű a témában a Szun-Ce nevével fémjelzett *A háború művészete* című alkotás.

amit mindenképp követni kell, ha sikeresek akarunk lenni. Szun-Cehez és Machiavellihez képest a korábban említett bibliai tanács már szinte demokratikus vezetési stílusnak tűnik, hiszen egy kivétellel nem mondja meg pontosan, hogy mit kell tenni, hanem csak azt jelzi, hogy melyek azok a funkciók, amelyeket egy sikeres vezetőnek működtetnie kell. Ez alól egy kivétel van, mivel a kiválasztás folyamata konkrétan leírja, hogy milyen embertípusokkal kell körül vennie magát Mózesnek. A kiválasztás

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ



A könyv háborús stratégiákat taglal, többek közt a környezeti változókra fogalmaz meg elvárt cselekvési módokat és különböző tevékenységeket, melyeket a vezetőnek végre kell hajtania a siker érdekében (Szun-Ce, ie. 4-3 sz.). Szun-Ce gondolatai hasonlítanak Taylor elméletéhez, aki a szervezeti hatékonyságot elsősorban a mindenre kiterjedő, pontos tervezésben látta. A vezetés lényege abban rejlett, hogy ismerjük meg pontosan, mit akarunk elvégezni, és törekedjünk arra, hogy azt a legolcsóbban érjük el. Machiavelli *Fejedelem* című könyve korszakalkotó a maga nemében, hiszen elsőként kezeli a politikát autonóm területként, de emellett a vezetéssel kapcsolatosan is megfogalmaz gondolatokat, és viselkedési tanácsokat is ad. Szun-Cehez hasonlóan Machiavelli írása és nyelvvezete sem véleményt fogalmaz meg, hanem inkább egy örökérvényű igazságot,

folyamatát Taylor is fontosnak tartotta, hiszen tisztában volt vele, hogy a stratégiai célok megvalósíthatósága nagyban függ a dolgozók képességeitől, ezért őket tudományos alapokon kell kiválasztani, majd képezni, és a feladataikat a legapróbb részletig meg kell tervezni. Az 1800-as évek végétől a tudomány is elkezdett menedzsmenttel, vezetéselmélettel foglalkozni, és a korábbi művekhez hasonlóan a központi, egyszemélyes irányítást, illetve a hatalom centralizálását preferálták. Az elmélet alapján a vezetők születnek, és nem pedig beletanulnak a vezetésbe. Az első vezetéselméletek, vagyis a klasszikus szerzők, nem sokat foglalkoztak a rendszerben lévő ember szerepével. Úgy gondolták, hogy a folyamatok optimalizálása meghozza a szervezeti hatékonyságot. Fayolnak 1916-ban jelent meg első vezetéselméleti írása, melyben meghatározta a hat vezetési tevékenységet

és a vezetői tevékenység tizennégy alapelvét. Weber a *Gazdaság és társadalom* című művében foglalta össze szervezetelméleti koncepcióját, melyben kifejtette, hogy a gazdasági rendszerek a racionális típusú uralmat igénylik, melyet a bürokratikus irányítás képes megadni.

„Hosszú távon a vezetők csak úgy tudnak boldogulni, ha munkásaik jólétét is elősegítik, és fordítva; következésképpen lehetőség van mindkét fél legfőbb vágyának egyidejű teljesítésére.”

Ennek a rendszernek a fontosabb ismérvei a szabályozottság, az írásbeliség, a képességekben alapuló kinevezés és előrejutás, a hierarchia, a munkamegosztás és a személytelenség. A tudományos vezetési elméletek a vezetés problémájára csak egy bizonyos szempontrendszer szerint voltak képesek helyes választ adni, a hiányt másfajta megközelítésekkel pótolták a kutatók. A rendszerben a hiányt maga az ember jelentette és az, hogy Taylor és Fayol munkássága nem tekinthető általánosan elfogadhatónak. Taylor elmélete a munkaszervezésben, Fayol munkája pedig az igazgatásban jeleskedik. A Moore törvény szerint a technológia bizonyos ágai exponenciálisan fejlődnek, aminek köszönhetően a negyedik ipari forradalom küszöbén állunk, és ez a szervezetek, valamint a vezetők számára új kihívásokat hoz. A kutatók és a tanácsadók folyamatosan azon dolgoznak, hogy megtalálják a sikert és a hatékonyságot legpontosabban leíró modellt, ezért a vezetéselméletek is folyamatos változáson mentek keresztül. A változások ellenére Taylor munkásságának néhány eleme máig kiállta az idő próbáját, hiszen a munkafolyamatok standardizálása, a specializáció, a munkások képzése, a szervezeten belüli felelősség racionalizálása vagy az ösztönzők személyre szabott diverzifikálása a mai napig fontos elemei a vezetésnek. Időállóságának a titka talán az ésszerűségében rejlik, ezért Méhely Kálmán tudományos üzemi vezetés helyett racionális üzemi vezetésnek hívja. A vezetési iskolák két, egymástól eltérő osztályba sorolhatók. Beszélünk a korábban már

magas szinten ismertetett klasszikus iskoláról és a humanisztikus iskoláról. A humanisztikus megközelítéseket alkalmazó iskolát a Hawthorne-i kísérletek eredményei keltették életre. A GE által szponzorált kísérletben a kutatók eleinte a gyártó területek világítása és a teljesítmény közötti összefüggéseket szerették volna kimutatni, de Mayonak a kutatókhoz történő csatlakozása után a kísérlet fókuszát váltott, és megkezdődött az eredmények pszichológiai alapú értelmezése, ami megágyazott az ipari pszichológia további kutatásainak. A kísérlet legfontosabb eredménye az volt, hogy az emberi kapcsolatok és a szükségletek felismerése, majd kezelése kritikus részeivé váltak a vezetésnek. Igaz, hogy Taylor nem foglalkozott a vezetés emberi oldalával, viszont azt gondolom, hogy annak jelentőségével tisztában volt, hiszen azt írta, hogy „hosszú távon a vezetők csak úgy tudnak boldogulni, ha munkásaik jólétét is elősegítik, és fordítva; következésképpen lehetőség van mindkét fél legfőbb vágyának egyidejű teljesítésére”. Mivel az ember nem pusztán racionális lény, ezért a vágyainak kielégítése nem egyszerű feladat, és a későbbi vezetéselméletek is annak módját keresik, hogyan valósíthatók meg ezek az elképzelések. Taylor üzemszervezéssel kapcsolatosan megfogalmazott módszerei jó csatlakozási alapot adtak a humanisztikus megközelítéseknek. Mayo kutatása óta elsősorban emberközpontú megközelítésen alapuló modellek születtek, de ezeket terjedelmi korlátok miatt itt most nem tudom ismertetni, csak az általam végül magyarázó változóként azonosított Blake és Mouton vezetői rácsát.

3. A BLAKE ÉS MOUTON FÉLE VEZETŐI RÁCS ISMERTETÉSE

A 20. század közepén a vezetéselméletek kutatási fókuszát váltották, mivel a vezetői tulajdonságokon alapuló megközelítések nem voltak képesek egyértelműen meghatározni a sikerhez szükséges vezetői tulajdonságokat, illetve a döntéshozatal és a motiváció kutatás eredményei elkezdtek hatással lenni a vezetéselméletekre. A fókuszváltás a magatartás-központúság irányába történt, mely elméletek két nagyobb csoportra oszthatók. Az egyik csoport jellemzője, hogy a vezetőket a kialakított döntéshozatali mód alapján különböztetik meg, míg a másik esetben a vezetői fókusz kerül a vizsgálatok középpontjába. A fókusz lehet humán vagy

feladatirányú, hiszen a vezetőknek hatékonyan kell lennie a feladatok elvégzése során, és ez idő alatt pedig oda kell figyelnie a beosztottak igényeire is. Ezeknél az elméleteknél fontos megkülönböztetési szempont a vezető személyisége. Blake és Mouton vezetői rácsa is a vezető személyisége alapján azonosítja a vezetői stílusokat, amelyeket a továbbiakban ismertetek.

A Blake és Mouton féle vezetői rács az ohioi és a michigani kutatási eredményeknek egy továbbfejlesztett modellje, melyre még Lewin munkássága is komoly hatással volt. Mengel szerint talán az egyik legszéleskörűbben elfogadott és alkalmazott modellje a magatartásközpontú elméleteknek. A vezetői rács vízszintes tengelyén a vezetők feladatorientációja, a függőleges tengelyen pedig a humánorientáció található meg. A vezetői rács első verzióját

A harmadik a hatalom, amelyet annak a leírására használnak, hogy a szervezet működése milyen módon van kialakítva, irányítva. Ennek a három jellemzőnek az ábrázolására alkották meg a vezetői rácsot, amelyből a hatalmat kihagyták, hiszen annak módját nem lehetséges külön mérni, sokkal inkább a másik két jellemzőn keresztül jelenik meg, erősítve vagy gyengítve azokat.

A modell értelmezésében a feladatorientáció azt mutatja meg, hogy a vezetők mennyire fontosak a vállalati célok, mint például a profit vagy a nagyobb bevétel. A feladatorientáció sokféleképpen fordulhat elő. Megjelenési formája lehet a termelés kibocsátásának folyamatos mérése, a folyamatok átfutási ideje, vagy akár az elindított programok száma. A humánorientáció pedig arra ad választ, hogy a vezető mennyire törődik a beosztottakkal. Ez a törődés több formában is



a 60-as évek közepén publikálta Blake és Mouton, majd később az évek során, 1978-ban és 1985-ben módosították. Mouton halála után „Vezetői Háló” néven vált újra ismertté. Blake és Mouton szerint léteznek a vállalatoknak olyan jellemzőik, amelyek általánosak, minden szervezetben megtalálhatóak. Ezek közül a szerzőpáros három jellemzőt emel ki külön. A célt, az embereket és a hatalmat. A cél alatt a szerzők a termelési potenciált vagy a társaságok termelési, szolgáltatási akaratát értik. Mivel emberek nélküli szervezet nem létezhet, így a szervezeteknek ezzel a tulajdonságával is foglalkozni kell.

megmutatkozhat. Megnyilvánulhat abban, hogy a vezető igyekszik olyan munkakörülményeket teremteni, amelyben a beosztottak jól érzik magukat, láthatóvá válhat abban, hogy azon fáradozik a vezető, hogy kedveljék, de teheti azt is, hogy a kapcsolati tőkéjét használja arra, hogy a feladatok elvégzését ellenőrizze. A modell szerint a feladatorientáció és a humánorientáció 1-9 között vehet fel értéket abban a diagramban, melyben a vízszintes tengelyen a feladatorientáció, a függőleges tengelyen pedig a humánorientáció található. A vezetői rácsban összesen 81 lehetséges vezetői típus van, ezek

közül Blake és Mouton összesen öt jellemző vezetői stílust különböztet meg:

- **1.1. – „Fél” vezetés:** az ilyen fajta vezető igyekszik kerülni a beosztottakkal való kapcsolatot, és keveset törődik a feladatok végrehajtásával.
- **1.9. – Emberközpontú vezetés:** a vezetői rácsban ez a vezetői stílus felel meg a demokratikus vezetőnek. A baráti légkörtől várja azt, hogy a beosztottak jól fognak teljesíteni. Ha McGregor elméletét vesszük alapul, akkor ő az Y elméletnek a híve.
- **9.1. – Hatalom-engedelmesség:** ez a típusú vezető a termelésre és a kimeneti teljesítmény maximalizására törekszik. Nem foglalkozik a beosztottakkal, a célok elérése érdekében folyamatosan használja a formális hatalmát, az irányítást a szabályok mentén végzi.
- **5.5. – Kompromisszumos vezetés:** ez az aranyközéput a hatalom és az emberközpontúság között.
- **9.9. – Csoportközpontú vezetés:** az elmélet alapján a csoportközpontú vezetés a leghatékonyabb az öt vezetői stílus közül. A vezető ilyen esetben magasan motivált és képzett munkatársakkal dolgozik együtt, közösen küzdenek a célért, valamint egyaránt fontos neki a feladat és az ember.

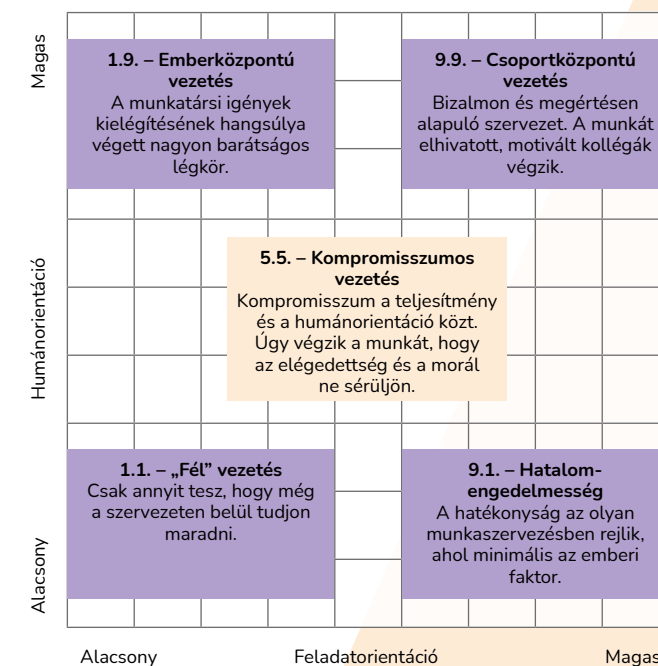
Az vezetői rácsot grafikus formában az 1. ábra tartalmazza.

Blake és Mouton a vezetői rácsra építve komplett szervezetfejlesztési iskolát alapított, amiben a vezetői rácsra alapozva felmérték a szervezetet, és javaslatokat tettek az ideális állapot elérésére. A vezetői rács alapján az ideális vezetés 9.9-es értékkel rendelkezik.

Mivel emberek nélküli szervezet nem létezhet, így a szervezeteknek ezzel a tulajdonságával is foglalkozni kell.

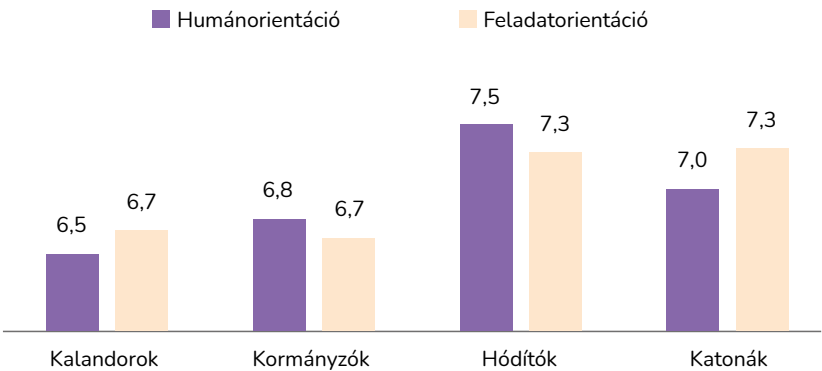
4. A KARBANTARTÁS-ÉRETTSÉG ÉS A VEZETŐI STÍLUS KAPCSOLATA

Azt gondolom, hogy Blake és Mouton vezetői rácsa jól illeszkedik a kialakított érettségi modellhez is, hiszen ha belegondolunk, hogy a Katonák esetében olyan műszaki folyamatok vannak előtérben, amelyek az operatív feladatokhoz kapcsolódnak, addig a Kormányzók esetében olyan gazdasági folyamatok kerülnek előtérbe, melyeknek minden esetben vannak puha eszközei, amelyek a humánorientációhoz vezethetők vissza.



1. ÁBRA: BLAKE ÉS MOUTON VEZETŐI RÁCS

A felmérésem során a kapott válaszok alapján az adott érettségi szintekhez tartozó vezetői stílusok értékét a 2. ábra tartalmazza.



2. ÁBRA: ÉRETTSÉGI SZINTEKHEZ TARTOZÓ VEZETŐI ORIENTÁCIÓK

Amennyiben azt vizsgáljuk, hogy az adott érettségi szintekhez tartozó humánorientáció és feladatorientáció hogyan alakul, úgy megállapíthatjuk, hogy a Kalandoroktól indulva mutat némi növekvő tendenciát a Hódítók irányába. Mivel a Blake és Mouton szerzőpáros a 9.9. értéken álló Csoportközponit vezetői stílust jelölte meg a leghatékonyabb vezetői stílusnak, és az 1.1. helyen álló „Fél” vezetést pedig a legkisebb hatásfokkal működőnek, így azt gondolom, hogy a diagram alapján optimista lehetek, hiszen a magasabb karbantartás érettségi szinthez hatékonyabb vezetői stílus tartozik. Attól, hogy a fenti egyváltozós elemzésünk alapján bizonyos következtetéseket feltételezhetünk, még nem tekinthetjük igazoltak az ötödik hipotézisünket. Akkor mondhatjuk ki, hogy a vezetői stílus hatással van a karbantartás-érettségre, ha sikerül bizonyítani, hogy az adott csoporto-

sítások mentén az adott érettségi szintekhez tartozó vezetői orientációk értéke közt szignifikáns különbség van. Figyelembe véve a változók

mérési szintjét, az érettségi szintek mentén csoportosított adatsorokat Mann-Whitney próbával hasonlítom össze, mivel annak a H_0 hipotézise szerint az adatsorok azonos populációból származnak.

4.1. A Mann-Whitney próbák eredménye
A Kalandorok és Kormányzók vezetői orientációjának vizsgálatára Mann-Whitney tesztet végeztem el SPSS segítségével, melynek eredményeit az 1. és 2. táblázatban foglaltam össze. A 1. táblázatból látható, hogy a humánorientáció terén a Kormányzók magasabb értéket kaptak a Kalandorokhoz képest, viszont a feladatorientációnál ez megfordult, és a Kalandorok esetében lett magasabb az érték, mint a Kormányzóknál. Az, hogy ez a különbség szignifikáns-e, azt a következő táblázatból (2. táblázat) olvashatjuk ki.

1. TÁBLÁZAT: KALANDOROK ÉS KORMÁNYZÓK M-W PRÓBA EREDMÉNYE

	Érettségi szint	Elem-szám	Rang-pontszám	Rang-pontszám összege
Vezetők humánorientáltsága	Kalandorok	80	62,58	5006,5
	Kormányzók	51	71,36	3639,5
	Összesen	131		
Vezetők feladatorientáltsága	Kalandorok	80	67,56	5404,5
	Kormányzók	51	63,56	3241,5
	Összesen	131		

A 2. táblázatban láthatjuk, hogy az eredmény nem szignifikáns, így a H_0 hipotézist nem utasíthatjuk vissza, tehát a két csoporthoz tartozó vezetői orientációk terén nincs szignifikáns különbség.

megállapítható volt, hogy mind a két vezetői orientáció esetében a magasabb karbantartás érettségi szinten álló Katonák magasabb rangszámot kaptak, vagyis közelebb állnak az ideális 9.9-es vezetői stílushoz. A vezetők humán-

2. TÁBLÁZAT: KALANDOROK ÉS KORMÁNYZÓK M-W PRÓBA SZIGNIFIKÁNCIÁJÁNAK ELLENŐRZÉSE

Teszt statisztikák ^a		
	Vezetők humánorientáltsága	Vezetők feladatorientáltsága
Mann-Whitney U	1766,5	1915,5
Wilcoxon W	5006,5	3241,5
Z	-1,293	-0,589
Szignifikancia	0,196	0,556

Csoportosító változó: Klaszter szám

Terjedelmi korlátok miatt a továbbiakban az elemzéseket nem ismertetem részleteiben, csakis megállapításokat. A Kalandorok és Hódítók esetében a magasabb karbantartás érettségi szintet képviselő Hódítókhoz magasabb rangszám tartozik a feladat- és a humánorientációhoz egyaránt. Ez a hipotézis alapján a várt értéket hozza, vagyis, hogy a fejlettebb érettségi szinthez fejlettebb menedzsment tartozik, és a különbség szignifikáns. A Kalandorok és a Katonák karbantartás érettségi szinthez tartozó M-W próba eredményei alapján

orientáltságában nem volt szignifikáns különbség, csak a feladatorientáció területén. A Kormányzók és Hódítók vezetői orientációjának vizsgálata során a számolások alapján megállapítottam, hogy mind a humán, mind a feladatorientáció esetében a Hódítók magasabb értéket értek el a Kormányzóknál. Ez tovább erősíti, hogy az ideálisnak mondható vezetői stílus magasabb érettségi szintet feltételez, és a két érettségi szinthez tartozó vezetői orientációk közti rangok közötti különbség szignifikáns, így azt is kijelenthetem, hogy a két érettségi



szint esetében a vezetői orientáció befolyásolja a vállalat által elért karbantartás érettségi szintet. A vizsgálatot elvégeztem a Kormányzók és a Katonák közti kapcsolatra is. Az eredmények alapján a humánorientáció terén a két érettségi szint közt minimális különbség van a Katonák előnyére, ami minimálisan, de ellentmond a vártaknak. A feladatorientáció esetében a Katonák vezetői magasabb értéket érnek el, mint a Kormányzók, és a szignifikancia teszt alapján ez a különbség jelentős. Ez tovább erősíti azt, hogy a Katonák elsősorban a feladatokkal foglalkoznak, azaz magas a műszaki faktor értéke.

A hatékonyság összefüggésben van a vezetési stílussal, és a választott modell szerint a legnagyobb hatékonyságot a Csoportközpontú vezetéssel lehetséges elérni.

A legutolsó érettségi szintek közti összehasonlítás a Katonák és a Hódítók közt van. A Hódítók esetében a vezetők humánorientációja magasabb, ami megegyezik az elvárt eredménnyel, viszont a feladatorientáció esetében nem beszélhetünk különbségről, hiszen az értékek tizeden belül mozognak. A próba szignifikancia tesztje alapján a két klaszter között nincs számottevő különbség.

4.2. Vizsgálati eredmények összefoglalása, következtetések

A releváns szakirodalom áttekintése során arra jutottam, hogy a kutatók empirikus alapon

bizonyították, hogy a hatékonyság összefüggésben van a vezetési stílussal, és a választott modell szerint a legnagyobb hatékonyságot a Csoportközpontú vezetéssel lehetséges elérni. Mivel nem találtam a vezetői hatékonyság és a karbantartás kapcsolatát feltáró vizsgálatot (az általam alkalmazott módszerekkel), ezért azt szerettem volna bizonyítani, hogy a vezetők humán- vagy feladatorientációja és a vállalat karbantartás érettségi szintje között összefüggés van. Peters kifejezi ugyan annak szükségességét, hogy a karbantartási területen a jelenlegi számú menedzserek mellett több leader típusú vezetőnek is meg kellene jelennie, de állítását nem bizonyítja empirikus módon. Figyelembe véve, hogy a vizsgált változók nem normális eloszlást követnek, Mann-Whitney próbát végeztem el az adott érettségi szintekhez tartozó vezetői orientációkra, és amennyiben a két érettségi szinthez tartozó vezetői orientáció átlag értéke közt szignifikáns különbség található, úgy kimondhatom, hogy a vezetői stílus hatással van a karbantartás-érettségre. Fontos megjegyezmem, hogy ez csak egy közvetett következtetés, hiszen az alkalmazott statisztikai próba nem képes hatásokat és összefüggéseket azonosítani, az csak azt mondja ki, hogy amennyiben a csoportok és a változók várt átlaga közt szignifikáns különbség van, úgy nem származhatnak egy populációból. Annak érdekében, hogy mégis azt mondhassam, hogy a vezetői stílus hatással van a karbantartás-érettségre, ahhoz annak a feltételnek is teljesülnie kell, mely szerint a magasabb érettségi szinthez ideálisabb vezetői stílus tartozik. Természetesen elfogadom azt az alapfeltevést, mely szerint az ideális vezető 9.9. értékkel rendelkezik. Az ismertett logikát követve a 4. fejezet alfejezeteiben kapott eredményeket táblázatba szedve az alábbi eredményt (3. táblázat) kapjuk.

3. TÁBLÁZAT: M-W-PRÓBA EREDMÉNYÉNEK AZ ÖSSZEFOGLALÁSA

	Kalandorok	Katonák	Kormányzók	Hódítók
Kalandorok	-	- humán; - feladat	- humán; + feladat	- humán; - feladat
Katonák	+ humán; + feladat	-	+ humán; + feladat	- humán; + feladat
Kormányzók	+ humán; - feladat	+ humán; - feladat	-	- humán; - feladat
Hódítók	+ humán; + feladat	+ humán; - feladat	+ humán; + feladat	-

Az 3. táblázatban az alábbi jelöléseket alkalmaztam:

- ± jellel fejeztem ki, hogy melyik érettségi szinthez tartozik magasabb érték;
- amennyiben a két érettségi szinthez tartozó vezetői orientációk rangja közt szignifikáns különbség van, úgy az adott vezetői orientációt félkövér stílussal kiemeltem;
- amennyiben a különbség iránya nem felelt meg az érettségi szint jellemzői által elvártaknak, úgy dőlt betűt alkalmaztam.

A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ



Ezek alapján megállapítható, hogy:

- a lehetséges tizenkét esetből kétszer fordult elő nem várt hatásirány. Az egyik, hogy a Kalandoroknak magasabb a feladatorientációhoz tartozó értéke, mint a Kormányzóké. Ez felvetheti azt a kérdést, hogy a Kalandorok alacsony folyamatfejlettségüket nem a vezetők egyszeri feladatmegoldásra való, erős törekvése okozza-e. Mivel ez a különbség nem szignifikáns, ezért a cikk jelen terjedelmében erre a kérdésre nem keresek választ. A második nem várt hatás szintén a vezetők feladatorientációja terén érhető tetten, éspedig, hogy a Katonák érettségi szinten magasabb a vezetők feladatorientációja a Hódítóknál. Az elemzés alapján ez a különbség sem szignifikáns, viszont felmerül bennem az a kérdés, hogy a Katonák érettségi szinthez tartozó vezetők nem az erős feladatorientációjukkal kompenzálják-e a gazdasági folyamataik hiányosságát.

- a lehetséges tizenkét esetből hatszor találtam az érettségi szintek közt szignifikáns különbséget. A humánorientáció esetében kétszer, a feladatorientáció esetében négyszer. Mivel az elemzések a humánorientáció esetében csak kétszer mutattak szignifikáns különbséget, ezért a hipotézisnek ezt a részét elutasítom. A feladatorientációnál a próba hatból négy esetben szignifikáns különbséget eredményezett, így a hipotézisnek ezt a felét elfogadom.

A vizsgálatok alapján a kutatási mintára vetítve megállapítható, hogy a vezetők feladatorientációja és karbantartás érettségi szintje között pozitív irányú kapcsolat van.

5. ZÁRSZÓ

A végrehajtott elemzés kapcsán a szakirodalmi állítások, miszerint a vezetői stílus hatással van a hatékonyságra, eleinte igazolódni látszottak. A kérdőívet kitöltők válaszai alapján három vezetői stílust azonosítottam a vezetői rácsban, és arra jutottam, hogy a lehetséges tizenöt esetből tizenhárom esetben a magasabb fejlettségű vezetés magasabb hatékonyságot eredményezett, viszont ez a különbség csak hat esetben volt szignifikáns. Ez a hat eset nem elég ahhoz, hogy tudományos szemüvegen keresztül is bizonyítottnak tekintsem a két változó közti kapcsolatot, de gyakorló vezetőként érdemes elgondolkodni ezen az eredményen.



Szerző:

Dr. Fazekas András István PhD

c. egyetemi docens,
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

VERSENYZŐ VILLAMOSENERGIA-TERMELÉSI TECHNOLOGIÁK

A KÖLTSÉGHATÉKONYSÁG ÖSSZEVETÉSE SZŰRŐGÖRBÉK ALAPJÁN

AZ ÖSSZEFOGLALÓ ÁTTEKINTÉS TÁRGYA, CÉLKITŰZÉSE

Az egyes villamosenergia-termelési technológiák megítélését a közvélemény és a média részéről az esetek túlnyomó többségében „egydimenziós” értékelés jellemzi. „Dimenzió” kifejezés alatt ebben az összefüggésben valamilyen értékelési, jellemzési szempont értendő.

a vízerőművi, a megújuló energiaforrásokat hasznosító, stb.) villamosenergia-termelési technológiák egyszerű és gyors, költségalapú összehasonlítását teszik lehetővé. Másképpen fogalmazva annak a politikában, a gazdaságirányítási döntésekben, szakmai és laikus körökben, a médiában és a mindennapi életben, beszélgetésekben igen gyakran



Nem kapunk azonban objektív és teljes képet az adott villamosenergia-termelési technológiákról, ha azokat például csak az energetikai hatékonyság (műszaki/energetikai hatásfok), vagy csak a fajlagos költségek (költséghatékonyság), a környezetterhelés, ezen belül például a CO₂-kibocsátás, az NO_x-emisszió, a hőszennyezés stb., vagy éppenséggel a katasztrófaveszély alapján ítéljük meg, minősítjük, hasonlítjuk össze. A felsorolt szempontok természetesen a teljesség igénye nélkül, csak véletlenszerűen kiragadott példaként említettek. Jelen cikk célja a különböző villamosenergia-termelési technológiák költséghatékonyság szempontjából történő összehasonlítása során alkalmazott szűrőgörbék elméletének rövid, áttekinthető ismertetése. A szűrőgörbék alkalmazása a külföldi (mindenekelőtt a német és angol nyelvű) szakirodalomban széles körben alkalmazott, ugyanakkor a hazai szakirodalomban kevésbé elterjedt. A szűrőgörbék a különböző (például az atomerőművi, a szénbázisú, a földgázbázisú,

felmerülő kérdésnek az objektív megválaszolásában segít ezen eljárás alkalmazása, hogy „Melyik erőmű termeli a legolcsóbban a villamos energiát?”, illetve ezen kérdéssel szoros összefüggésben a „Milyen erőművet (azaz milyen technológiájú erőművet) célszerű építeni?”. Jelen áttekinthető összefoglaló tárgya tehát azoknak az alapelveknek a bemutatása, amelyek alapján tárgyszerűen és objektíven megválaszolhatók az említett alapkérdések, összehasonlíthatók az egyes villamosenergia-termelési technológiák, egyes erőművek, illetve erőműegységek a költséghatékonyság szempontjából. Azért különösen fontos ennek a témakörnek a tárgyalása, mert a médiában sokszor még szakmai körökben is számtalan esetben elhangzanak e témakörrel kapcsolatosan olyan kijelentések, adatok, amelyek esetében nem definiált, hogy pontosan hogyan is értendők. Ebből következően nagyon félrevezetőek lehetnek az ilyen információk. A vázlatosan ismertetésre kerülő elmélet alapján (többek között) nyilvánvalóvá

válí, hogy miért megalapozatlan a villamos-energia-termelés fajlagos összes költségéről beszélni anélkül, hogy definiált lenne a szóban forgó villamosenergia-termelési technológia, erőmű/erőműegység adott egységköltséghez tartozó teljesítőképesség-kihasználási tényezője, más néven kapacitásfaktora.

A VILLAMOSENERGIA-TERMELES SORÁN FELMERÜLŐ KÖLTSÉGEK CSOPORTOSÍTÁSA

Az erőművek létesítése, üzeme, majd leállításkor követően azok leszerelése során számtalan különféle költség merül fel, és ezek a költségek sokféle szempont szerint csoportosíthatók. Jelen vizsgálat szempontjából annak van középponti jelentősége, hogy a villamosenergia-termelés adott tárgyidőszakbeli (pl. órás, napi, heti, havi, éves, stb.) költségei szétválaszthatók a fejlesztett villamos energia mennyiségével arányos, ún. *változó költségekre* és a termelt villamos energia mennyiségétől független, kizárólagosan az adott energiatermelő létesítmény (erőmű/erőműegység) műszaki kialakításától, annak milyenségétől függő, ún. *állandó költségekre*. A költségek ezen elv szerinti csoportosítása kölcsönösen kizáró és együttesen kimerítő. Ez azt jelenti, hogy minden egyes költségnem egyértelműen besorolható vagy a változó, vagy az állandó költségek csoportjába, és nincs olyan költségnem, amely mindkét csoportba sorolható, továbbá nincsen olyan költségnem, amely egyik csoportba sem sorolható. Ezen alapgonddalnak megfelelően az erőműegységek adott tárgyidőszakban jelentkező összes költsége két fő komponensből tevődik össze:

$$T^{t_2-t_1} = F^{t_2-t_1} + V^{t_2-t_1}.$$

Az összefüggésben szereplő két fő költségösszetevő ($F^{t_2-t_1}$ és $V^{t_2-t_1}$), vagyis az összes állandó költség és az összes változó költség értelemszerűen az adott csoportba sorolt egyes költségek szummájaként adódik, vagyis:

$$F^{t_2-t_1} = \sum_{i=1}^{i=n} F_i^{t_2-t_1};$$

$$V^{t_2-t_1} = \sum_{j=1}^{j=m} V_j^{t_2-t_1}.$$

Az összefüggésekben:

- $T^{t_2-t_1}$: az erőműegység t_2-t_1 időszakban felmerült összes költsége [Ft];
- $F^{t_2-t_1}$: az erőműegység t_2-t_1 időszakban felmerült összes állandó költsége [Ft];
- $V^{t_2-t_1}$: az erőműegység t_2-t_1 időszakban felmerült összes változó költsége [Ft];
- $F_i^{t_2-t_1}$: az erőműegység t_2-t_1 időszakban felmerült i -edik állandó költsége [Ft] ($i = 1, 2, \dots, n$);
- $V_i^{t_2-t_1}$: az erőműegység t_2-t_1 időszakban felmerült i -edik változó költsége [Ft] ($i = 1, 2, \dots, n$);
- n, m : a költségnemek száma [-].

A fenti összefüggések értelemszerűen egy adott erőműegység/erőmű esetében a tárgyidőszakban felmerült (állandó, változó és összes) költségeket adják meg, abszolút értékben. Tehát meghatározott időszakra vonatkoznak, azaz végső soron (ebben az értelemben) ezek is fajlagos (valamilyen rögzített tárgyidőszakra vonatkoztatott) költségek, jóllehet a mindennapi gyakorlatban ezt nem jelölik. Belátható, hogy az így kapott számértékek önmagukban nem alkalmasak az egyes erőműegységek költséghatékonyságának összehasonlítására, hiszen az egyes összehasonlítandó erőműegységek beépített villamos teljesítőképessége, tárgyidőszakbeli villamosenergia-termelése különböző, következésképpen nem teszi lehetővé az összehasonlítást az általunk vizsgált vonatkozásban. Az erőműegységek költséghatékonyságának objektív összevetése csak *egységnyi beépített teljesítőképesség üzemeltetésének időegységre eső összes költségére vetítve*, vagy *egységnyi megtermelt villamos energia összes költségére vetítve* lehetséges.

A TELJESÍTŐKÉPESSÉG-KIHASZNÁLÁSI TÉNYEZŐ (KAPACITÁSFAKTOR) FOGALMA

Mielőtt ismertetnénk ezeket a komplex mutatókat, szükséges a „teljesítőképesség-kihasználási tényező” (más néven „kapacitásfaktor”/„kapacitástényező”) fogalmának pontos definiálása, tekintettel arra, hogy ez (a mérték) mindkét komplex mutatóban szerepel.

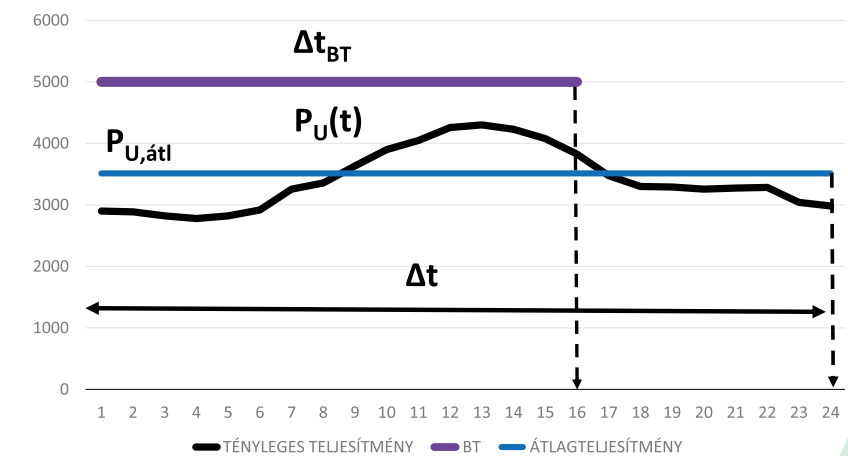
A kapacitástényező, vagyis a teljesítőképesség-kihasználási tényező értéke az alábbi összefüggéssel definiált:

$$cf^{t_2-t_1} = \frac{P_{U, \text{átl}} \cdot (\Delta t = t_2 - t_1)}{BT_{U, \text{max}} \cdot (\Delta t = t_2 - t_1)}.$$

Ebben az esetben

- $cf^{t_2-t_1}$: teljesítőképesség-kihasználási tényező [-];
- $P_{U, \text{átl}}$: az erőműegység $\Delta t = t_2 - t_1$ vonatkoztatási időintervallumbeli átlagos teljesítménye [MW];
- $BT_{U, \text{max}}$: az erőműegység $\Delta t = t_2 - t_1$ vonatkoztatási időintervallumbeli beépített teljesítőképessége [MW];
- $(\Delta t = t_2 - t_1)$ a t_1, t_2 időpontok által definiált vonatkoztatási időintervallum [h].

erőműegység adott időintervallumbeli átlagos teljesítményének és a beépített villamos teljesítőképességének aránya. Az elmondottakat szemlélteti az 1. ábra. Vagyis a teljesítőképesség-kihasználási tényező arra vonatkozóan ad felvilágosítást, hogy (a mutató nevéből következően) mennyire használta ki az adott erőműegység a beépített villamos teljesítőképességét villamosenergia-termelésre. A definícióból következően a $cf^{t_2-t_1} = 1$ teljesítőképesség-kihasználási tényező azt jelenti, hogy az erőműegység az adott tárgy-



1. ÁBRA: A TELJESÍTŐKÉPESSÉG-KIHASZNÁLÁSI TÉNYEZŐ ÉRTELMEZÉSE

A beépített villamos teljesítőképesség (BT) fogalma általánosan ismert. Az adott vonatkoztatási időintervallumon belüli átlagteljesítmény ($P_{U, \text{átl}}$) a következő módon határozható meg:

$$P_{U, \text{átl}} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} P_U(t) dt}{(\Delta t = t_2 - t_1)}.$$

Az összefüggésben $P_U(t)$ az adott erőmű/erőműegység $\Delta t = t_2 - t_1$ időintervallumon belüli, időben változó teljesítményét jelenti. Az erőmű/erőműegység időben változó teljesítményének adott időintervallumbeli integrálja nem más, mint az erőmű/erőműegység által megtermelt villamos energia. Ha ezt a villamos energia mennyiséget elosztjuk az időintervallum hosszával, akkor megkapjuk azt az átlagos teljesítményértéket, amely teljesítményen üzemelve az erőmű pontosan ugyanannyi energiát termelt volna, mint amennyit az időben változó teljesítményen üzemelve termelt az adott időszakban. Mindezek ismeretében a teljesítőképesség-kihasználási tényező nem más, mint az erőmű,

időszakban a beépített teljesítőképességével üzemelt végig, tehát a lehetséges maximális villamosenergia-mennyiséget termelte.¹ A $cf^{t_2-t_1} = 0,5$ teljesítőképesség-kihasználási tényező azt jelenti, hogy az erőműegység a beépített villamos teljesítőképességével csak a tárgyidőszak felében üzemelt, az időszak másik felében állt. Vagyis végső soron ez a mutató a teljes (tehát a beépített villamos teljesítőképességgel azonos) teljesítőképességgel történő üzemelés időtartamának az összes üzemidőhöz viszonyított arányával egyenlő. Vagyis az eredeti definícióból következően a teljesítőképesség-kihasználási tényező értelmezhető két időtartam hányadosaként is:

$$cf^{t_2-t_1} = \frac{\Delta t_{BT}}{(\Delta t = t_2 - t_1)},$$

ahol Δt_{BT} [h] azt az időtartamot jelenti, ameddig az erőműegység a BT-nek megfelelő teljesítő-

¹ Természetesen az erőművek, erőműegységek általában túlterhelhetők rövid ideig, azaz $P_{U, \text{max}} \neq BT$, vagyis $P_{U, \text{max}} > BT$, de ettől a definícióból eltekintenek.

képességgel üzemelve megtermelte volna azt a mennyiségű villamos energiát, amennyit változó teljesítménnyel ténylegesen megtermelt az adott vonatkoztatási időszakban.

A KAPACITÁSKÖLTSÉG FOGALMA

A korábbiakban megállapításra került, hogy a különböző technológiájú erőműegységek/erőművek csak fajlagos költségek összevetése alapján minősíthetők költséghatékonysági szempontból.

Ilyen összehasonlítást tesz lehetővé a külföldi szakirodalomban általánosan elterjedt *kapacitásköltség* (average capacity cost) és az *energiaköltség* (average energy cost) mutató.

A kapacitásköltséget definiáló összefüggés a következő alakú:

$$t_{CAP}^{t_2-t_1} = \left(\frac{F^{t_2-t_1}}{BT} \right) + cf^{t_2-t_1} * \left(\frac{V^{t_2-t_1}}{W^{t_2-t_1}} \right).$$

Az összefüggésben:

$t_{CAP}^{t_2-t_1}$: az erőműegység t_2-t_1 időszakban felmerült kapacitásköltsége [Ft/MWh];

$cf^{t_2-t_1}$: az erőműegység t_2-t_1 időszakbeli kapacitástényezője (teljesítmőképesség-kihasználási tényezője) [-];

$W^{t_2-t_1}$: az erőműegység által termelt villamos energia a t_2-t_1 időszakban [MWh].

Az összefüggés egyszerűbb alakra hozható, mert az összeadandó mennyiségek nem mások, mint a fajlagos állandó költség és a fajlagos változó költség. Ekkor az összefüggés az alábbi alakot nyeri:

$$t_{CAP}^{t_2-t_1} = \left(\frac{F^{t_2-t_1}}{BT} = f^{t_2-t_1} \right) + cf^{t_2-t_1} * \left(\frac{V^{t_2-t_1}}{W^{t_2-t_1}} = v^{t_2-t_1} \right)$$

$$t_{CAP}^{t_2-t_1} = f^{t_2-t_1} + (cf^{t_2-t_1} * v^{t_2-t_1}).$$

Az összefüggésben:

$f^{t_2-t_1}$: az erőműegység t_2-t_1 időszakbeli átlagos fajlagos állandó költsége [Ft/MWh];

$v^{t_2-t_1}$: az erőműegység t_2-t_1 időszakbeli átlagos fajlagos változó költsége [Ft/MWh].

Célszerű pontosan definiálni, hogy miképpen is kell értelmezni ezeket a fajlagos költségeket.

Az erőműegység t_2-t_1 időszakbeli kapacitásköltsége [átlagos fajlagos összes állandó költség ($f^{t_2-t_1}$)], azaz az egységnyi beépített teljesítőképesség (1 MW) fenntartásának és üzemeltetésének 1 h időtartamra eső összes állandó költségét jelenti.

AZ ENERGIÁSKÖLTSÉG FOGALMA

Az erőművi villamosenergia-termelés összes (állandó + változó) fajlagos költségét azonban nemcsak egységnyi beépített villamos teljesítőképességre lehet vonatkoztatni, hanem egységnyi megtermelt villamos energiára is.

Ebben az esetben az alábbi összefüggés adódik:

$$t_{EN}^{t_2-t_1} = \left[\left(\frac{F^{t_2-t_1}}{BT} \right) = f^{t_2-t_1} \right] + \left[\left(\frac{V^{t_2-t_1}}{W^{t_2-t_1}} \right) = v^{t_2-t_1} \right].$$

$t_{EN}^{t_2-t_1}$: az erőműegység t_2-t_1 időszakban felmerült energiaköltsége [Ft/MWh].

Ez az egyenlet is egyszerűbb alakra hozható az átlagos fajlagos összes állandó költség ($f^{t_2-t_1}$) és a fajlagos összes állandó költség ($v^{t_2-t_1}$) alkalmazásával:

$$t_{EN}^{t_2-t_1} = \left[\frac{f^{t_2-t_1}}{cf^{t_2-t_1}} + v^{t_2-t_1} \right].$$

Ez a fajlagos költség nem más, mint az erőműegység t_2-t_1 időszakbeli energiaköltsége, azaz az egységnyi fejlesztett villamos energiára vetített átlagos összes költség.

A FAJLAGOS KÖLTSÉGEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Mindezek alapján úgy tűnik, egyszerű választ kaptunk arra a kérdésre, hogy miképpen lehet összehasonlítani különböző villamosenergia-termelési technológiákat költséghatékonysági szempontból. Egyszerűen össze kell hasonlítani az egyes villamosenergia-termelési technológiák kapacitásköltségét vagy energiaköltségét, s ennek alapján (adott vonatkoztatási időtartam esetében) egzakt választ lehet adni arra a kérdésre, hogy melyik technológia kedvezőbb költséghatékonysági szempontból, vagyis arra az egyszerű, igen gyakran elhangzó kérdésre, hogy melyik erőmű termeli olcsóbban a villanyt.

Ez azonban így nem igaz!

Felvetődik a kérdés, hogy ezek szerint a közölt levezetések nem igazak? Nem erről van szó.

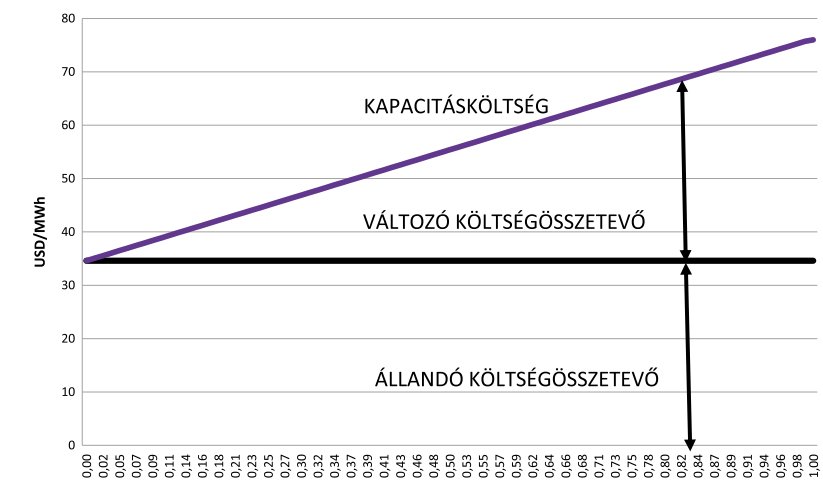
Azok igazak, s alkalmasak a költséghatékonyság objektív megítélésére. Akkor mégis miért állítható, hogy ez így (önmagában) nem igaz?

Azért, mert a fenti összefüggésekben szerepel egy változó mennyiség, nevezetesen a teljesítőképesség-kihasználási tényező (cf), amelynek értelmezési tartománya a $0 \leq cf \leq 1$ intervallumba esik. Vagyis más és más cf értékekhez más és más átlagos kapacitásköltség, valamint más és más energiaköltség tartozik ugyanazon villamosenergia-termelési technológia, erőmű/erőműegység esetében. Másképpen fogalmazva arról

megadott az, hogy milyen teljesítőképesség-kihasználási tényező esetén értelmezettek a fajlagos költségek!

Az eddig elmondottak könnyen beláthatók, ha vizsgálat tárgyává tesszük a kapacitásköltséget, illetve az átlagos energiaköltséget meghatározó függvényeket.

A kapacitásköltséget ($t_{CAP}^{t_2-t_1}$) definiáló függvény képe a 2. ábra szerinti. A függvényt megadó összefüggés ugyanis egy egyenes egyenletét megadó összefüggés, amelyben a szokásos (x) független változó most (cf) néven szerepel.



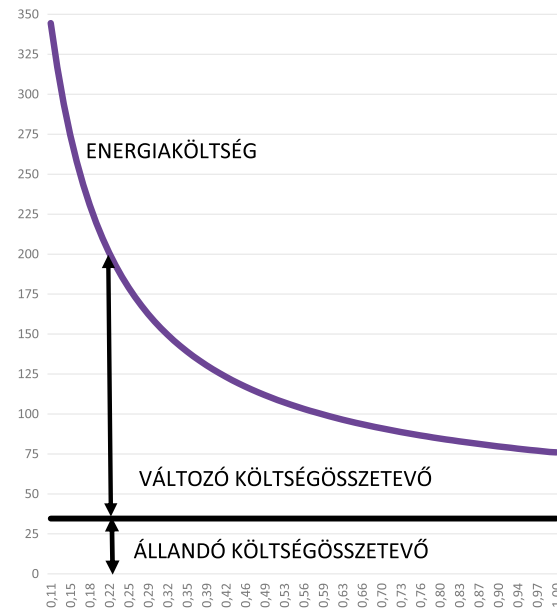
2. ÁBRA: A KAPACITÁSKÖLTSÉG [USD/MWh] ALAKULÁSA A KAPACITÁSTÉNYEZŐ FÜGGVÉNYÉBEN

van szó, hogy az egyes erőműegységek összes költsége, akár egységnyi teljesítőképességre ($t_{CAP}^{t_2-t_1}$), akár egységnyi megtermelt villamos energiára ($t_{EN}^{t_2-t_1}$) vonatkoztatott költségről van szó, függvénye az adott erőműegység (értelmszerűen adott vonatkoztatási időtartamra vetített) teljesítőképesség-kihasználási tényezőjének. Ezért amikor bármely villamosenergia-termelési technológia, erőműegység/erőmű esetében fajlagos költségekről beszélünk, akkor mindig definiálni kell, hogy milyen teljesítőképesség-kihasználási tényezőhöz tartozik az adott fajlagos költség! Egyébként értelmetlen, teljességgel félrevezető az adott információ, alkalmatlan a tárgyilagos összehasonlításra. Ugyanazon erőműegység kapacitásköltsége többszöröse lehet alacsony teljesítőképesség-kihasználási tényező esetén a magas (azaz $cf \approx 1$) teljesítőképesség-kihasználási tényező esetén számított értéknek. Semmitmondók, teljességgel megtévesztők, szakmailag megalapozatlanok az olyan fajlagos költség adatok, amelyek esetében nem

Ezzel szemben az energiaköltséget ($t_{EN}^{t_2-t_1}$) megadó függvény képe (3. ábra), abból következően, hogy a független változó a nevezőben szerepel, hiperbola, méghozzá olyan hiperbola, amely $cf=0$ érték esetében végtelen értéket vesz fel (a nullával való osztás következtében), azaz a végtelenben a függvény „belesimul” az ordináta tengelybe. Ugyanez a függvény a $cf=1$ érték esetében véges értéket vesz fel.

A 2. és 3. ábrákon feltüntetésre kerültek az átlagos fajlagos összes költséget alkotó összetevők. Ennek alapján könnyen belátható, hogy a független változó (cf) minden egyes értékéhez más és más kapacitásköltség és más és más energiaköltség tartozik. Következésképpen ugyanez igaz az átlagos fajlagos összes változó költség összetevőire is.

Így bizonyítást nyert, hogy értelmetlenség összehasonlítani e költségeket különböző villamosenergia-termelési technológiák esetében, ha azok nem azonos (!) teljesítőképesség-kihasználási tényező mellett értelmezettek!



3. ÁBRA: AZ ENERGIAKÖLTSÉG [USD/MWH] ALAKULÁSA A KAPACITÁSTÉNYEZŐ FÜGGVÉNYÉBEN

SZŰRŐGÖRBÉK FOGALMA, ALKALMAZÁSA

A fenti függvények ismeretében további, igen fontos információk nyerhetők az egyes villamosenergia-termelési technológiák költséghatékonyságáról (versenyképességéről). A kapacitásköltséget megadó függvények ugyanis egyenesek, amelyek $cf=0$ érték esetében az $(f^{t_2-t_1})|_{cf=0}$ értéknek megfelelő pontból indulnak, és a meredekségük arányos a fajlagos összes változó költséggel. Ebből következően példaképpen egyszerűen meghatározható, hogy mely érték esetén lesz azonos a két különböző erőmű/erőműegység (vagy villamosenergia-termelési technológia) kapacitásköltsége. Ezt a pontot, vagyis a $cf_1 = cf_2$ pontot egyszerűen meghatározhatjuk, ha megoldjuk a

$$t_{EN1}^{t_2-t_1} = [f_1^{t_2-t_1} + (cf_1^{t_2-t_1} * v_1^{t_2-t_1})] =$$

$$= t_{EN2}^{t_2-t_1} = [f_2^{t_2-t_1} + (cf_2^{t_2-t_1} * v_2^{t_2-t_1})]$$

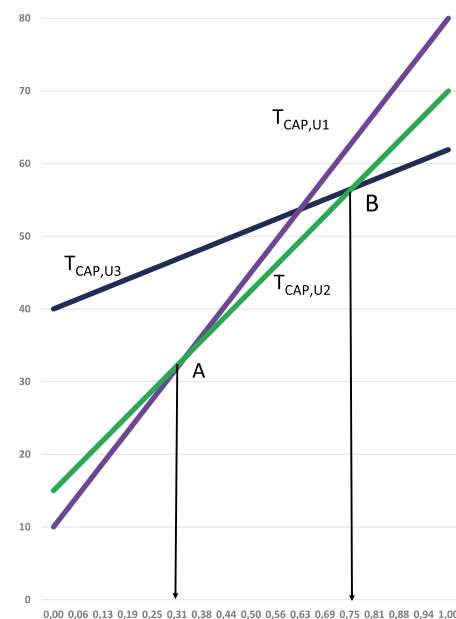
egyenletet.

Közismert, hogy a megoldást, azaz a keresett $cf^{t_2-t_1*}$ értéket az alábbi összefüggés adja:

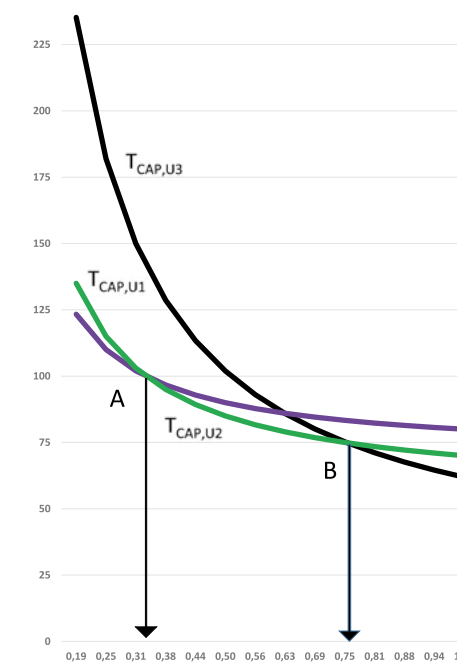
$$cf^{t_2-t_1*} = \frac{(f_1^{t_2-t_1} - f_2^{t_2-t_1})}{(v_2^{t_2-t_1} - v_1^{t_2-t_1})}.$$

TÖBB TECHNOLÓGIA (ERŐMŰ/ERŐMŰEGYSÉG) ÖSSZEHASONLÍTÁSA KÖLTSÉGHATÉKONYSÁG SZEMPONTJÁBÓL

A 4. ábra három különböző villamosenergia-termelési technológia (erőmű/erőműegység) kapacitásköltségének alakulását mutatja a teljesítőképesség-kihasználási tényező függvényében. Az ábrán jelölt „A” és „B” metszéspontokban változik a költségrend, azaz meghatározott cf tartományokban más és más erőmű/erőműegység termeli a legolcsóbban a villamos energiát. Azaz (az ábra szerinti esetben) a $0 \leq cf \leq cf^A$ értéktartományban az „U1” jelű erőműegység kapacitásköltsége a legkisebb, míg a $cf^A \leq cf \leq cf^B$ az „U2”, végül a $cf^B \leq cf \leq 1$ tartományban az „U3” erőmű kapacitásköltsége a legkisebb. Ez azt jelenti, hogy egyszerűen meghatározhatjuk és szemléltethetjük, hogy a teljesítőképesség-kihasználási tényező függvényében melyik erőmű/erőműegység termeli olcsóbban a villamos energiát, vagyis melyik villamosenergia-termelési technológia a hatékonyabb költség szempontból. Vagyis mindebből egyértelművé válik, hogy bármely technológiájú erőműegység esetében az energiaköltség drasztikusan romlik az éves kihasználási óraszám, vagy pontosabban fogalmazva a teljesítőképesség-kihasználási tényező csökkenésével. Ezt szemlélteti az 5. ábra. Értelmetlenség tehát a teljesítőképesség-kihasználási tényező értékének megadása



4. ÁBRA: A KAPACITÁSKÖLTSÉG ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ TECHNOLÓGIÁJÚ ERŐMŰEGYSÉGEK ESETÉBEN A TELJESÍTŐKÉPESÉG-KIHASZNÁLÁSI TÉNYEZŐ FÜGGVÉNYÉBEN



5. ÁBRA: AZ ENERGIAKÖLTSÉG [USD/MWH] ALAKULÁSA A TELJESÍTŐKÉPESÉG-KIHASZNÁLÁSI TÉNYEZŐ FÜGGVÉNYÉBEN

nélkül kapacitásköltségekről vagy energiaköltségekről beszélni! Fontos, általános érvényű következtetésként vonható le, hogy a versenyző villamosenergia-termelési technológiák csak azonos cf értéken hasonlíthatók össze objektíven egymással.

A fenti összefüggések alapján meghatározható, hogy egy adott villamosenergia-rendszerben optimálisan milyen időtartamú villamosenergia-igények elégíthetők ki a legkisebb költségen.

A SZŰRŐGÖRBÉK ALAPJÁN NYERHETŐ TOVÁBBI INFORMÁCIÓK

A szűrőgörbék [Screening Curves (SC)] abszcissa tengelyén a teljesítőképesség-kihasználási tényező értékei szerepelnek, míg az ordináta tengelyen a kapacitásköltségek, illetve az energiaköltségek. A rendszerszintű terhelési tartamdiagram esetében [Load Duration Curve (LDC)] abszcissa tengelyén az éves kihasználási óraszámok, míg az ordináta tengelyen a rendszerszintű terhelés értékei vannak. Amennyiben az LDC görbék esetében az abszcissa tengelyen relatív értékeket szerepeltetünk, példaképpen a teljesítőképesség-kihasználási tényező 0 és 1 közötti értékeit, úgy a két görbe kombinálásából egyszerű módon további fontos információk nyerhetők, hiszen az energia-költségek, illetve a kapacitásköltségek ismeretében meghatározható, hogy milyen időtartamú rendszerszintű

terhelések kielégítésére mely erőművek/erőműegységek a legalkalmasabbak, vagyis melyek termelik az adott tartományban a legolcsóbban a villamos energiát. Ennek a számítási eljárásnak az ismertetésére terjedelmi korlátok miatt e cikk keretében nincsen lehetőség.

A KAPACITÁSKÖLTSÉG ÉS AZ ENERGIAKÖLTSÉG MUTATÓK ALKALMAZÁSÁNAK KORLÁTAI

Az eddig ismertetett számítási eljárásokkal objektíven összehasonlítható a különböző villamosenergia-termelési technológiájú erőművek kapacitásköltsége és energiaköltsége. Így megalapozottan összehasonlíthatók az egyes villamosenergia-termelési technológiák, egyes erőművek költséghatékonysági szempontból. Azonban világosan kell látni, hogy ez a számítási eljárás nem veszi figyelembe a pénz időértékét, márpedig a villamosenergia-iparban igen nagy volumenű és hosszú távon jelentkező költségekről van szó, hiszen az erőművek élettartama több évtized, a korszerű nukleáris erőművek esetében 60-65 év. Ezeknek a műszaki létesítményeknek nemcsak az üzemi élettartamuk (a műszaki és gazdasági élettartamuk) igen hosszú, de megtérülési idejük is számottevő. Következésképpen az előbbieken bemutatott számítási eljárások maximálisan éves, vagy néhány éves előretartással bíró időtartamra adnak csak megbízható eredményeket, abból következően, hogy nem veszik figyelembe a pénz időértékét.

A teljes gazdasági élettartamot, tehát az erőművek teljes életciklusát figyelembe vevő kalkulációkban a pénz időértékét is figyelembe veszik. Az ilyen módon számított fajlagos költségeket „egy szintre hozott (aktualizált), teljes gazdasági élettartamra vonatkoztatott fajlagos költségeknek” nevezik. A nemzetközi szakirodalomban a különböző (technológiájú) erőművek teljes gazdasági élettartamra vetített költséghatékonyságát az ún. LUEC mutatókkal jellemzik. A mozaikszó az angol „Levelized Unit Energy Cost” szavak kezdőbetűiből képzett szó, amely tartalmilag a „teljes gazdasági élettartamra vonatkoztatott, egy szintre hozott (aktualizált) összes fajlagos költség” fogalmat fedi.²

² Sok esetben a LUEC megnevezés helyett az LCOE megnevezést („Levelized Cost of Energy”) használják.

AZ MVM CSOPORT HÍREI

2021. 2. félév

AZ MVM OVIT ZRT. NEHÉZSZÁLLÍTÁSI OSZTÁLYA A 2021-ES ÉVBEN ÖSSZESEN 36 DARAB, 2294 TONNA ÖSSZTÖMEGŰ TRANSZFORMÁTOR SZÁLLÍTÁSÁT VÉGEZTE

Az MVM OVIT Zrt. nagy múltat tudhat magáénak a speciális, túlméretes szállítmányok mozgatásának tekintetében, ennek megfelelően méltán rendelkezik minden szükséges kompetenciával, úgymint az erre szakosodott, tapasztalt munkatársak és a megfelelő állományú géppark. 2021-ben a legnagyobb kihívást és sikert a hazai és az országhatáron átívelő transzformátor szállítási munkálatok jelentették a Nehézszállítási Osztály (NSZO) életében. A pandémia új helyzet elé állította a közúti fuvarozás szereplőit, így a Nehézszállítási Osztályon dolgozó kollegákat is, de az egyes országok

árak közötti, vasúti és vízi szállítási megbízásait követően a pandémiás helyzet ellenére is folyamatosan érkeztek megkeresések a Nehézszállítási Osztályra, a 2021-es esztendő pedig leginkább transzformátorok szállítása jellemezte.

2021 JÚLIUSÁBAN EGY 60 TONNÁS TRANSZFORMÁTOR SZÁLLÍTOTT

2021-ben az NSZO az ABB megbízásából egy lengyelországi szállítási munkát nyert el, amely során egy csaknem 60 tonnás transzformátor került leszállításra Łódź-ból, a közel 700 kilométerre lévő Komárom-Esztergom megyébe, a DOOSAN



60 TONNÁS TRANSZFORMÁTOR SZÁLLÍTÁSA

kormányai és hatóságai mindent megtettek annak érdekében, hogy a szállítmányozás zökkenőmentes legyen. Mindezek ellenére időnként mégis kihívást jelentett, és minden esetben előzetes körülbekérést igényelt az országoként változó, speciális szabályozások megismerése, illetve betartása. A korábbi sikeres nagytömegű

környei gyárába. A szállítást egy 57,5 tonna saját-tömegű, 4 tengelyes vontatóból, 3+5 tengelyes mélybölcsős moduláris trélerből álló szerelvény-nyel hajtották végre. Össztömege a transzformátorral együtt 137,5 tonna volt. A külföldi partnerekkel történő folyamatos egyeztetések mellett zajlott a járható útvonal tervezése,

valamint a szükséges kísérő és rendőri kíséret megszervezése. Csehországban egy híd statikai számítását is el kellett végeztetni, annak érdekében, hogy a szerelvény áthaladása biztonságos körülmények között történjen, károkozás nélkül. A szervezést és a kivitelezést nagyban segítette, hogy a szállítás napján Csehországban ünnepnap volt, így teherautók nem közlekedhettek.

A sikeres átadás-átvételt követően a munkálatok nem fejeződtek be, hiszen az MVM OVIT Zrt. munkatársai a kivitelezésben is segítséget nyújtottak, mivel a transzformátort a Röbel Stadler Kft. megbízásából az üzemi alapra kellett helyezni a lengyelországi gyárban egy daru segítségével. A lerakóhelyen, a környei DOOSAN gyárában némi nehézséget okozott, hogy a szállító tréler a méreténél fogva nem fért be a transzformátor alap elé, ezért át kellett rakodni egy kisebb trélerre.

Az első sikeres kivitelezés után újabb megrendelést kapott az NSZO ugyanerre a feladatra, amelyre november közepén került sor.

EGY HORVÁT TENDEREN TIZENEGY DARAB TRANSZFORMÁTOR SZÁLLÍTÁSI MUNKÁLATÁT NYERTE EL

A 2021-es év eddigi legnagyobb sikerét érte el a nehézszállítási üzletág azzal, hogy egy horvát tenderen szállítóként is sikeresen szerepelt, így a zágrábi gyár megbízásából olyan feladatot nyert el, amire hosszú évek óta nem volt példa: a szállítási feladatok mellett a transzformátor alapra helyezését is az NSZO munkatársai végzik. Az elnyert munkálatok során a 2021-es évben összesen tizenegy darab transzformátort szállít és helyez alapra az MVM OVIT.



TRANSZFORMÁTOR SZÁLLÍTÁSA A ZÁGRÁBI KONCAR GYÁRÁBÓL

Ezek között kiemelendő a nyár végén a zágrábi KONCAR gyárából a több mint 400 kilométerre található, bács-kiskun megyei Tázlára szállított 73 tonnás transzformátor. Nem kis méretekk

rendelkezett, hiszen a teljes szerelvény rakottan 135 tonna, hossza pedig 30,5 méter volt. A szállítást követően a helyszínen a transzformátort a nehézszállító brigád rakodta le a tréler-ről, s helyezte az alapra, mégpedig daru nélkül, egy hidraulikus emelőrendszer segítségével. A KONCAR megbízásából az elkövetkezendő időszakban további transzformátorok alapra helyezése is az MVM OVIT feladata lesz.

101 TONNÁS TRANSZFORMÁTOR SZÁLLÍTÁSÁT TELJESÍTETTE SIKERESEN

A közelmúltban az NSZO a Felbermayr Polska Sp. z o.o. megbízásából szállított egy transzformátort a környei vasútállomásról az oroszlanói MAVIR alállomás területére 8,4 kilométeres útvonalon.



TRANSZFORMÁTOR SZÁLLÍTÁSA AZ OROSZLANÓI MAVIR ALÁLLOMÁS TERÜLETÉRE

A 101 tonna ösztömegű transzformátor szállítását teljeskörű műszaki felülvizsgálat előzte meg, hiszen meg kellett vizsgálatni a szállítási útvonalon található hidak állapotát. Az ellenőrzés során tíz híd került átvizsgálásra, amelyből kettő alátámasztásra is szorult annak érdekében, hogy biztonságban át tudjon haladni rajta a nagytömegű szállítmány. Külsős partner által végzett felülvizsgálat során folyamatosan mérték és jegyzőkönyvezték a híd terheléséből adódó alakváltozást.

A megrendelés teljesítése során az NSZO munkatársai nemcsak a szállítási munkálatot végezték, hanem aktív szerepet vállaltak a vagonból való kirakodásnál, a trélerre történő felrakodásnál is, majd a helyszínre érkezve, a MAVIR alállomásán az alapra is helyezték a transzformátort. Összegezve: 2021-ben különböző megrendelők megbízásából összesen 36 darab transzformátort szállított, és további 9 darabot helyezett alapra a Nehézszállítási Osztály **2294 tonna ösztömegben**.

Szerző: MVM OVIT Zrt.

A 2021-ES ÉV LEGNAGYOBB SIKERÉT ÉRTE EL AZ MVM OVIT ZRT.–MVM TITÁN ZRT. E-TÖLTŐGYÁRTÁSI ÜZLETÁGA A 120 KW DC TÖLTŐBERENDEZÉSÉVEL

Az MVM Csoport piacvezető és piacformáló szerepe a hazai elektromobilitásban is jelentős, melynek egyik mérföldköve – amely az Energia-forrás 2021. 1. számában már olvasható volt –, hogy az MVM TITÁN Zrt. alternatív meghajtású gépjárművek feltöltését szolgáló elektromos töltőberendezések (e-töltő) gyártására rendelkezik kompetenciával. Mindezen gyártási feladatokat az MVM Csoport cégei közül 2020-tól kezdődően az MVM Csoporton belül az in-house elveknek való megfeleléssel az MVM TITÁN Zrt. valósítja meg, míg a külpiai gyártás tekintetében az MVM OVIT Zrt. végzi. Az MVM OVIT–MVM TITÁN e-töltőgyártási tevékenysége többéves szakmai tapasztalattal rendelkező kollégák közreműködésében valósul meg, akiknek már 2016-ban lehetőségük nyílt az MVM Partner Zrt. kötelékében hazánkban az elsők között e-töltők gyártásával, telepítésével és üzembehelyezésével foglalkozni. Az elmúlt évek során hatékony és innovatív műszaki megoldások kerültek kifejlesztésre az elektromos autók elterjedésének érdekében, hiszen mindennek alappillére a megfelelő hatékonysággal működő töltőinfrastruktúra megléte. Az MVM OVIT–MVM TITÁN termékínálatában az otthoni felhasználásra optimalizált 7-11 kW és 22 kW AC wallboxok, valamint a fal és oszlop kivitelű 2x22 kW AC töltők is megtalálhatóak, valamint egy reklám és marketing felületként is szolgáló Mediacharger, amely egy AC gyorstöltő képességeit ötvözi a modern kültéri hirdetési, információs oszlopok képességeivel. A váltóáramú töltők mellett nagyobb teljesítményű DC töltők gyártási kompetenciájával is rendelkezik az e-töltőgyártási üzletág, amelyek lényegesen rövidebb töltési időt biztosítanak, úgymint a 25 kW DC, 50 kW DC töltőberendezések, valamint a HPC-k (High Power Charger), amelyek akár 90 kW–120 kW–150 kW teljesítményű kivitelben is gyárthatóak.

A helyes műszaki megoldások kiaknázását és az előírásoknak megfelelő tesztelési fázis sikerességét követően az MVM OVIT–MVM TITÁN e-töltőgyártási üzletága 2021 nyarán legyártotta



120 KW DC TÖLTŐBERENDEZÉS

az első 120 kW DC csúcsteljesítményű, típusfüggetlen töltőberendezését, ami villanyautók mellett elektromos buszok feltöltését is biztosítja. Minden új típusú töltőberendezés komoly teszteléseket követően kerülhet kereskedelmi forgalomba, hiszen ez egy kulcsfontosságú eljárás valamilyen villamos energiával kapcsolatos berendezés esetében, így ez alól az e-töltők sem jelentenek kivételt. Miután a saját, belső tesztelési fázis sikeresen befejeződött, és a töltőberendezés stabilan teljesítette az elvárt kritériumokat, megkezdődhetett a külső partnerek közreműködésében zajló tesztelés. Az ügyfél elégedett volt, a töltő műszakilag stabilan működött, hiszen az e-töltője nemcsak hogy elérte, hanem meg is haladta az elvárt minimális kimeneti áramtartományt.

A 120 kW DC töltőberendezés műszaki paramétereiről:

- A magyar fejlesztésű 120 kW DC töltőberendezés 250 A maximális töltési áramerősséggel rendelkezik, valamint az elektromos gépjármű típusától függően 150 V és 1000 V közötti töltési feszültségtartományra képes, így maximális hatékonysággal képes új generációs elektromos buszokat feltölteni.
- Minden CCS töltő csatlakozóval rendelkező villanyautóval kompatibilis. Gépjárművek esetén a töltés az autó maximális töltési kapacitásához igazodik, így például egy 90 kWh kapacitású akkumulátort 20 százalékos töltöttségi szintről mindössze 34 perc alatt 70 százalékgig tölt fel.
- A jövőbeni piaci igények maximális kiszolgálására tekintettel olyan 120 kW-os töltőberendezés került legyártásra, ami nagyobb teljesítményre is bővíthető, így a lehető leg szélesebb körben tudja maximálisan kiszolgálni az elektromos gépjárműveket.
- Túlmelegedés ellen elektronikus védelemmel és aktív szellőztető rendszerrel van ellátva, valamint az egyedülálló műszaki megoldásoknak köszönhetően, (a képen is láthatóan) kompakt méretekkel rendelkezik (1300/670/650 mm) a piacon elérhető e-töltőkkel szemben.

- A szállítási és telepítési munkálatok megkönnyítése érdekében a berendezés IP54-es fémszekrényre emelő fülekkel került legyártásra, felszerelése sík betonra javasolt, csavaros kötéssel, alsó megtáplálással (3x225 A biztosítással, 5x150 mm² réz kábelrel).
- A négy méteres CCS DC töltőkábel csatlakoztatása esetén a nyomógombos, az RFID-s vagy az applikációs azonosítást követően a töltés automatikusan elindul.
- A kommunikáció OCPP 1.6 protokollon keresztül történik, ennek köszönhetően a backend rendszere nyilvános felhasználásra is alkalmas.

A tavalyi évben elektromos buszok feltöltését hatékonyan ellátó töltőberendezések gyártási és telepítési munkálataira vonatkozóan pályázati hirdetés került kiírásra, a nyertes ajánlattevő pedig az MVM OVIT–MVM TITÁN Zrt. lett. Az elnyerhető 56 darab töltőberendezésből 52 darab 120 kW DC busztöltő gyártását és telepítését – a berendezések üzembe helyezéséig –, az MVM OVIT–MVM TITÁN Zrt. végzi, 2022. év februári határidővel. Az MVM OVIT–MVM TITÁN e-töltőgyártási üzletága folyamatosan azon dolgozik, hogy innovatív megoldásokkal támogassa az elektromobilitás térnyerését, hiszen olyan üzembiztos e-töltőket gyárt, melyek műszaki megoldásai révén kiemelkedő hatékonyságúak a hazai és a nemzetközi piacon egyaránt.

Szerző: MVM OVIT Zrt.



KÖZEL 600 TONNA ANYAG ÖSSZEÉPÍTÉSÉVEL VALÓSULT MEG A HŐHASZNOSÍTÓ-KAZÁN RÉSZEGYSÉGEK ELŐÁLLÍTÁSA AZ MVM OVIT ZRT. ERŐMŰVI GÉPGYÁRÁBAN

A kiskunfélegyházi üzem a 2011-es újraindítása óta a legnagyobb értékű szerződését kötötte meg tavaly októberben, hiszen a többfordulós verseny során 1,8 millió eurós gyártási feladatot nyert el a német piacon az MVM OVIT Zrt. Erőművi Gépgyártási Osztálya (EGO).



HEGESZTÉSI MUNKÁLATOK A KISKUNFÉLEGYHÁZI ÜZEMEN

A EGO munkatársainak javaslatára a konstrukció egésze megváltoztatásra került, amelynek köszönhetően jelentősen költségkímélőbb megoldás került kialakításra mind az alapanyag, mind a gyártási költségek tekintetében, így az utolsó fordulóban az MVM OVIT Zrt. tudta a nyertes árajánlatot adni. A szlovák és lengyel cégekkel folytatott versenyben elnyert munka során a csehországi UNIS A.S. társaság megbízásából öt HRSG modul (Heat Recovery Steam Generator), azaz hőhasznosító-kazán részegység (beleértve a nyomástartó hőátadó felületek és a körülötte lévő szigetelt csatorna elemek) előállítása volt a feladat, amelyhez csaknem 600 tonna anyagot kellett összeépíteni. Az MVM OVIT hegesztőinek mintegy 16 000 varrat hibátlan lehegesztést kellett elvégezni olyan minőségben, amelyre ma Magyarországon már csak korlátozott számú szakember képes, mint például az erősen ötvöztött, kúszásálló alapanyagok hegesztése P91-es anyagminőséggel. Ezen kúszásálló alapanyagok hegesztése

rendkívül szigorú technológiai fegyelmet és felügyeletet igényel, mivel nem megfelelő technológia alkalmazása esetén a hegesztési varratok, illetve már maga az alapanyag is rendkívüli mértékben hajlamos repedésre. A projekt elnyeréséhez a gyár hegesztőinek kompetenciája mellett hozzájárult a műszaki előkészítő csapat munkája is. A munkafolyamatok alapos megtervezésével, a gyártási kapacitás figyelembevételével, valamint nem utolsósorban, szakmailag kitartó és precíz munkával került előállításra a szerződés szerinti mennyiség. A gyártási munkálatok ez év májusában befejeződtek, a megfelelő minőségben elkészült modulok szállítása pedig sikeresen megtörtént a németországi Dörpenbe, a Nordland Papier GmbH papírgyárába.



HRSG MODULOK (HŐHASZNOSÍTÓ-KAZÁN RÉSZEGYSÉGEK)

Az előzőekben említett sikeres megállapodás is azt bizonyítja, hogy folytatódik a kiskunfélegyházi erőművi gépgyár lendülete. Az üzem a gyártási képességeivel, a munkatársak szakmai alkalmasságával és a megbízható teljesítéssel biztosítja, hogy a felmerülő gyártási feladatokban minőségi és gyors együttműködéssel, az MVM OVIT Zrt. erőművi gépgyára egy megbízható partner a jelenlegi viszontagságos helyzetben nagyobb figyelmet igénylő időszakban is.

Szerző: MVM OVIT Zrt.

A MOBILITI VOLÁNBUSZ IS AKTÍV A ZÖLD BUSZ PROGRAMBAN

A közlekedési szektor felel a magyarországi szén-dioxid-kibocsátás csaknem egyötödéért, így a Klíma- és Természetvédelmi Akcióterv egyik legfontosabb eleme a közösségi közlekedés elektrifikációja a Zöld Busz Program keretében.

A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal legfrissebb elektromobilitási jelentése szerint egy év alatt csaknem 60 százalékkal nőtt az engedélyköteles elektromos töltőállomások száma Magyarországon. Az elektromos járművek és így a töltésükre szolgáló berendezések számának növekedése nemcsak a személyi, de a közösségi közlekedésben is tapasztalható. A Zöld Busz Program célja a helyi közösségi közlekedésben részt vevő autóbusz-állomány cseréje a hazai buszgyártás ösztönzésével, az üzemeltetett buszok átlagéletkorának, a buszos közlekedés károsanyag-kibocsátási értékeinek és fenntartási, üzemeltetési költségeinek csökkentése, továbbá az utazási szolgáltatások minőségének javítása. A Zöld Busz Program keretében 123 darab elektromos autóbusz, illetve 4 önjáró trolibusz beszerzése valósul meg.

Az első 40 elektromos autóbusz már meg is érkezett, ezeket augusztus 31-én mutatták be a nagyközönségnek a Hungexpón. A Mobiliti VOLÁNBUSZ Kft. mint a VOLÁNBUSZ konzorciumi partnere az elektromos töltőállomások létesítésével és üzemeltetésével járul hozzá ahhoz, hogy az üzembe álló elektromos autóbuszokat kiszolgáló speciális infrastruktúra rendelkezésre álljon. A Mobiliti VOLÁNBUSZ Kft. hét helyszínen közel 100 töltőberendezést fog telepíteni. A társaság megkezdte a kivitelezést, a nyár végén átadott buszok is már az új, nagy kapacitású, 100 kilowattos töltőkről veszik fel az energiát. A Hungexpo területén lévő 20 töltőt a Mobiliti VOLÁNBUSZ üzemelteti, illetve biztosítja a háttérszolgáltatást, a karbantartást. Az új buszokat várhatóan 2022 első negyedévében állítják forgalomba a budapesti agglomerációban. A későbbiekben ugyanilyen buszok közlekednek majd az elavult környezetvédelmi besorolású járművek helyett Székesfehérváron, Győrben, Zalaegerszegen, Egerben, Szolnokon és Szegeden is. A járművek az 52. Nemzetközi Eucharisztikus Kongresszuson debütáltak, összesen közel 20 ezer kilométert tettek meg, és 100 ezer látogató utaztatásában vettek részt

a rendezvény ideje alatt. Később menetrend szerinti járatokként közlekedtek az Egy a Természettel Vadászati és Természeti Világkiállításra, a budapesti Hungexpo Kongresszusi és Kiállítási Központhoz. Az esemény kiszolgálása napi szinten mintegy 2200 kilométer teljesítményt jelentett, az üzemeltetési tapasztalatok pozitívak voltak. Az elméleti hatótáv ideális esetben, forgalomtól és egyéb tényezőktől függően 200-240 kilométer, ami a gyakorlatban is kivitelezhető. A 243 kWh összkapacitású lítium-nikkel-mangán-kobalt-oxid (NMC) akkumulátorcsomag feltöltése 100 kW elektromos teljesítmény mellett kb. 2,5-3 órát vesz igénybe, ami elegendő a reggeli újrakezdéshez. A járművezetőknek nagy könnyebbség, hogy az autóbusz a reggeli szolgálatkezdésre automatikus időzítéssel előkondicionálható, időjárástól függően felfűtött vagy lehűtött, szolgálatkész állapotba hozható. Az elmúlt bő másfél év pandémiás kihívásaira reagálva a szellőzőberendezésekbe aktív szűrős antivírusfiltereket építettek, az oldalfalon lévő légbefúvókat pedig pollenszűrővel is ellátták. A Mercedes eCitaro típusú, szóló (nem csuklós), alacsony padlós, kéttengelyes, elektromos hajtású buszok 28 ülő és 50 álló utast szállíthatnak. A légkondicionált járműveken van kialakított hely kerekesszékeknek, illetve babakocsinak, van rajtuk felszállást segítő rámpa, elektronikus utastájékoztató rendszer, fedélzeti és a vezetést segítő kamerarendszer, valamint 13 USB-töltő. Október közepe óta pedig a VOLÁNBUSZ már „élesben”, menetrend szerinti közlekedésben is kipróbálja a Zöld Busz Program támogatásával beszerzett Mercedes-Benz eCitaro autóbuszokat. Egyelőre négy darab elektromos hajtású járművet tesztelnek, a teljes, 40 darabos flotta 2022 első negyedévében áll forgalomba a budapesti agglomerációban.

2021. november 29-től december 5-ig a teljes flotta ismét egy kiemelt rendezvényen, a Planet Budapest 2021 Fenntarthatósági Expón és Világtalálkozón teljesít szolgálatot.

Szerzők: MVM Services Zrt., e-Mobi Nonprofit Kft.

AZ MFRR KIEGYENLÍTŐ SZABÁLYOZÁSI KAPACITÁSOK AKTIVÁLÁSA A 2021. ÉV NYÁRI IDŐSZAKÁBAN

A Magyar Villamosenergia-Ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt. (továbbiakban MAVIR) legfőbb feladata a hazai villamosenergia-rendszer biztonságos üzemeltetési feltételeinek megteremtése. Az üzembiztonság fenntartásának kritikus tényezője a teljesítményegyensúly fenntartása, mely főként a kiegyenlítő szabályozási kapacitások aktiválása révén történik. Az elmúlt évek során a magyar villamosenergia-rendszerhez nagy számban csatlakozó fotovoltaikus berendezések termelési bizonytalansága jelentős szabályozási igények megjelenésével járt. Főként ezen hatás

következtében, valamint az időnként a rendszeres karbantartások mellett is elkerülhetetlen erőművi üzemzavarok fellépése miatt az mFRR kiegyenlítő szabályozási kapacitások aktiválási gyakorisága is növekedett, sokszor e tartaléktípus legfontosabb szerepét, az ún. forgótartalékok (aFRR kiegyenlítő szabályozás) tehermentesítését elősegítve. A leírtakat jól szemléltetik az MVM Balance Zrt. (korábbi nevén MVM GTER Zrt.) által üzemeltetett nyílt ciklusú tartalék gázturbinás erőművek rendszerirányító általi igénybevételét összefoglaló táblázatok adatai.

Szerző: MVM Balance Zrt.

1. TÁBLÁZAT: LITÉR GT ERŐMŰ MFRR+ INDÍTÁSOK 05.01-TŐL 09.30-IG

Termelt villamos energia (MWh)	Rendszerirányítói terhelés-választás (MW)	Tüzelőolaj-felhasználás (m³)	Indítások száma (db)	Üzemidő (óra)
51,060	50	20,127	1	1,28
362,928	50/100/135/140	119,758	2	3,38
413,988		139,885	3	4,66

2. TÁBLÁZAT: LŐRINCI GT ERŐMŰ MFRR+ INDÍTÁSOK 05.01-TŐL 09.30-IG

Termelt villamos energia (MWh)	Rendszerirányítói terhelés-választás (MW)	Tüzelőolaj-felhasználás (m³)	Indítások száma (db)	Üzemidő (óra)
75,851	60	32,756	1	1,33
168,668	60/100	69,488	2	2,78
404,824	60	167,174	2	6,80
451,998	60/143	158,407	3	4,90
172,666	140	61,807	1	1,90
194,963	60/120/130	65,257	1	1,80
192,213	60/135	64,284	1	1,70
382,909	60/100/130	138,83	2	4,62
128,326	120	42,671	1	1,40
91,784	100	33,417	1	1,10
331,663	60/100	116,37	1	3,53
277,776	100/168	87,773	1	2,03
398,658	60/169	132,708	1	3,43
176,040	60/100	65,786	1	2,28
3448,339		1236,728	19	39,60

3. TÁBLÁZAT: SAJÓSZÖGED GT ERŐMŰ MFRR+ INDÍTÁSOK 05.01-TŐL 09.30-IG

Termelt villamos energia (MWh)	Rendszerirányítói terhelés-választás (MW)	Tüzelőolaj-felhasználás (m³)	Indítások száma (db)	Üzemidő (óra)
67,860	50/100	24,558	1	1,12
232,550	128	75,888	1	2,15
89,772	50/100	39,325	2	2,32
54,192	100	20,775	1	1,07
486,552	50/127	161,064	1	4,57
53,148	50/120	20,969	1	1,07
52,284	130	17,647	1	0,75
34,704	60	13,966	1	0,87
196,944	50	76,636	1	4,15
82,704	80	29,334	1	1,32
51,084	60	19,871	1	1,13
74,940	50	27,215	1	1,75
9,204	50	8,586	1	0,45
166,308	50/60/100/130	59,323	2	2,87
52,320	50	22,655	2	1,56
208,560	50/122	73,159	1	3,02
91,860	100	33,405	1	1,60
2004,986		724,376	20	31,77

AZ MVM MOBILITINÉL NINCS MEGÁLLÁS



A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) elektromobilitás-jelentése szerint egy év alatt közel 60 százalékkal nőtt az országban az engedélyköteles elektromos töltőberendezések száma. A hivatal nyilvántartásai és az engedélyesek adatszolgáltatása alapján 2021 első negyedének végén 1471 darab nyilvános, engedélyköteles tevékenység keretében üzemeltetett töltőberendezés működik Magyarországon, melyből közel 700 darabot az MVM Mobiliti üzemeltet. A Mobiliti folyama-

tosan fejleszti szolgáltatásait, és keresi azokat a szakmai partnereket, akiknek segítségével kielégítheti a növekvő igényeket. Ősztől a cég több újdonsággal szolgál nemcsak az egyéni felhasználóknak, hanem a közösségi közlekedést preferálók számára is. A Mobiliti a budapesti őszi, kiemelt rendezvények helyszínén, a Hungexpón 20 db 100 kilowattos töltőt telepített. A Zöld Busz Program keretén belül beszerzett első 40, a főváros vonzáskörzetében közlekedő, Mercedes-Benz eCitaro típusú autóbusz már ezekről a töltőkről veszi fel az energiát. Szeptembertől immár a Tesco áruházlánc parkolóiban is a Mobiliti töltőberendezésin tölthetik autójukat a villanyautó-tulajdonosok. Így az Auchan, Decathlon és Spar áruházak mellett új, országos hálózattal bővült a Mobiliti partneri köre. A Hyundai-jal való együttműködés eredményeképpen 2021 őszén egy speciális programot vezetett be a Mobiliti az új ügyfelek számára. Szerzők: MVM Services Zrt., e-Mobi Nonprofit Kft.

AZ MVM MOBILITI TÖLTŐI MÁR AZ ALLEE BEVÁSÁRLÓKÖZPONTBAN IS ELÉRHETŐK

A zöldközlekedés támogatására az Allee mélygarázsában összesen 24 e-töltőpontot alakított ki az MVM Mobiliti Kft. Az AC töltők mellett DC töltőberendezést (kis villámtöltőt) is telepített a cég, mellyel óránként akár 150 kilométer hatótávolságra elegendő áramot vehetnek fel a felhasználók.

A töltés a Mobiliti alkalmazáson keresztül indítható és fizethető, amelynek révén az elektromos autót vezetőket most már országszerte közel 1500 ponton tudnak töltést kezdeményezni. Az MVM Csoport számára a fenntartható jövő megteremtése és az elektromobilitás támogatása kiemelten

fontos, így különösen büszkék vagyunk, hogy hozzájárulhattunk az Allee zöldberuházásához. Szerzők: MVM Services Zrt., e-Mobi Nonprofit Kft.



ÚJABB INTEGRÁCIÓS LÉPÉS AZ MVM TERMELÉSI PORTFÓLIÓJÁBAN

Az MVM Csoport termelési portfólió optimalizálási stratégia megvalósításának újabb lépéseként – amely a rendszerszintű szabályozási feladatokat ellátni képes (rugalmas) erőművi kapacitások üzemeltetésének (a csoporton belüli szinergiák kihasználásával biztosítottan) egy üzemeltető társaságba történő szervezését tűzte ki célul – az MVM MIFŰ Kft. Kombinált Ciklusú Erőmű blokkja 2021. 09. 30. hatállyal beolvadt az MVM Balance Zrt.-be.

A fentebb leírt koncepció megvalósításának első eleme 2020-ban történt meg, mikor is az Észak-Budai Erőmű Kft., illetve maga a fűtőerőmű integrálódott, akkor még az MVM GTER Zrt. szervezetébe, melyet 2021-ben követett a miskolci telephelyen lévő, 39,6 MWe kapacitású Miskolci Kombinált Ciklusú Erőmű (MKCE) beolvadása. Az MKCE integrációját érintő jogi és stratégiai feladatok két lépésben történtek meg. Első lépésként 2020-ban az MVM Zrt. kivásárolta a MIHŐ Miskolci Hőszolgáltató Kft. 0,4%-os tulajdonrészét, így a MIFŰ 100%-ban az MVM Csoport tulajdonává vált. Második lépésben az MKCE beolvadásos kiválással átkerült

az MVM GTER Zrt. jogutódjának, az MVM Balance Zrt.-nek a tulajdonába.

Az MVM MIFŰ Kft.-ben dolgozó 40 munkavállaló jogutódlással lépett be az MVM Balance Zrt. szervezetébe. Ezen a kollégák – egy hosszú távú üzemeltetési és karbantartási szerződés hatálya alatt – továbbra is ellátják a maradó MIFŰ Kft. azon üzemeltetési feladatait, melyek a Miskolc város távhő ellátását biztosító berendezések üzemeltetését, illetve ezen eszközök rendelkezésre állásának folyamatos biztosítását valósítják meg. Az MVM mint tulajdonos azt várja a már megvalósított projektjeitől, hogy az MVM Balance Zrt. a rendelkezésére álló rugalmas termelői és szabályozói kapacitásaival még inkább meghatározó szereplője legyen a villamosenergia-rendszer szekunder (aFRR) és a tercier (mFRR) szolgáltatási piacának, ugyanakkor az ETR rendszer felhasználásával megfelelő háttérrel biztosítson a Csoport megújuló energiastratégiája meghatározó részét képező, a jelenleg is már működő PV erőművek üzemeltetésének, valamint a jövőbeli, nagy volumenű bővítési elképzeléseknek is.

Szerzők: MAVIR Zrt., MVM Balance Zrt.

1150+ NAP, 90 000+ MUNKAÓRA, 2 ÚJ LABOR, 3 ÚJ TERMÉKFEJLESZTÉS ÉS EGY HOSSZÚ TÁVON IS GYÜMÖLCSÖZŐ KUTATÁSI KAPCSOLAT KIÉPÍTÉSE – SIKERESEN TELJESÍTETTÜK A 4 ÉVES FIEK PROJEKT CÉLKITŰZÉSEIT

2021. október 31-én zárult le a 2017 tavaszán indult, széles körű, eredményorientált, és újszerű ipari-egyetemi együttműködést kiépítő, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által támogatott FIEK projekt. A BME vezette, sokoldalú, ambiciózus célkitűzéseket megvalósító konzorciumban az egyetemmel közösen négy fejlesztési területen öt iparvállalat vett részt: a Richter, a Nokia, a Siemens és a Rolls-Royce mellett az MVM Zrt. köteleződdott el a kutatás-fejlesztés mellett. Az energetikai részterület pályázati feladatainak elvégzésébe az MVM Zrt. bevont több tagvállalatot is az MVM Csoportból (Grape Solutions, SFL, MVM Optimum, MAVIR, HUPX). A BME-vel közösen végrehajtott energetikai pillér kutatás-fejlesztési munkája a kiemelkedő aktualitással bíró megújulóenergia-termelői integráció témakörében zajlott, így az eredmények hasznosítása messze túlmutat a projekt időtartamán és keretein.

A négy és fél éven át tartó együttműködés az MVM és a BME között két, egymással szorosan összefüggő területre bontható: kutatási infrastruktúra fejlesztés és szakmai kutatás-fejlesztés. A BME-n létesített két laboratórium közül az MVM Smart Power laboratórium egy olyan, valós idejű villamos hálózat-szimulációs, ún. power-hardware-in-the-loop (PHIL) környezetet jelent, amely lehetővé teszi az energiarendszerek innovatív megoldásainak fejlesztését, összekötve az elméleti-szimulációs környezetet a hardveres megvalósítással, fizikai teszteléssel. A fejlesztéssel új eszközök szabványossági

előminősítését, átviteli és elosztói rendszer-irányítók számára új eszközök és megoldások bevezetése előtti tesztelését is el lehet végezni a „digitális iker” koncepció alkalmazásával. A második egység, a Mikro CHP labor magas hatásfokú kapcsolt hő- és villamosenergia-termelő berendezések tanulmányozásával segíti a nem ipari méretű fogyasztók hatékony energiaellátási lehetőségeinek vizsgálatát. Szakmai innovációs feladatként pedig a megújuló termelők, tárolók, új típusú szereplők rendszerintegrációs kérdéseinek átfogó vizsgálatát végeztük, amely több komplex piaci eredménytermék bázisul tud szolgálni. Ezek közül a ko-optimalizált és close-to-real time villamosenergia- és rendszerszintű szolgáltatási piacmodell, valamint a GO (guarantees of origin) termékek piaci aukciójának menedzselésére alkalmas keretrendszer, illetve a METEO kv-k részére alkalmas megújuló energia menedzsment (előrejelzési, menetrendezési) szolgáltatás fejlesztésére már a projekt keretein belül sor került. A közös laboratóriumokban végzett munkával, illetve a létrehozott szoftveres eredménytermékekre építve a projekt lezárultát követően is tovább folytatódik az MVM és a BME közötti együttműködés, ezzel bizonyítva a felsőoktatási és (energia)ipari szféra folyamatos szakmai együttműködésének fontosságát és létjogosultságát. Köszönjük szépen Sörös Péter Márknak, Fülöp Annamáriának és Szoboszlai Beátának az MVM oldali szakmai-szervezeti operatív feladatok önkéntes munkában történő, kifogástalan lebonyolítását a teljes projekt időtartama alatt, Bertalan Zsolt csoportszintű technológiai innovációs igazgatónak a projekt szakmai szponzorációját, és minden, a projektben közreműködő MVM-es munkatársnak a közös sikerhez történő hozzájárulását!

Szerző: MVM Zrt.

/// 2021. 09. 01.

AZ MVM CSOPORT ADJA AZ ORSZÁG ENERGIAFELHASZNÁLÁSÁNAK FELÉT

Az MVM Next Energiakereskedelmi Zrt. megkezdte a korábban ELMŰ-ÉMÁSZ által ellátott ügyfelek részére a villamos energia egyetemes szolgáltatás biztosítását. A szolgáltatóváltással az ELMŰ-ÉMÁSZ közel 2 millió ügyfele került az MVM Nexthez. A hazai energetikai szektorban ez példa nélküli tranzakció.

„2019 őszén olyan átfogó megállapodást kötöttünk, amelynek eredményeként az MVM Csoport az E.ON Hungáriában 25%-os tulajdonrészt szerez, illetve megvásárolta az ÉMÁSZ villamosenergia-hálózatát és átvette az ELMŰ-ÉMÁSZ egyetemes szolgáltatási ügyfeleit, ezzel az MVM Csoport az ország energiafelhasználásának felét biztosítja. A mostani tranzakciók eredményeként a teljes hazai energetikai értékláncot lefedő társaságcsoporthoz regionális szerepe is tovább erősödött” – mondta Kóbor György, az MVM Csoport elnök-vezérigazgatója.

Az átvevő MVM Next és az átadó ELMŰ-ÉMÁSZ munkatársai is megfeszített erővel dolgoznak annak érdekében, hogy a szolgáltatóváltás zavartalan legyen. Egy ekkora léptékű változásnál nem kizárható, hogy kisebb kellemetlenségek előforduljanak, ezért ügyfeleink türelmét és megértését kérjük. A villamosenergia-ellátás biztosítása folyamatosan garantált.

A szolgáltatóváltással a villamos energia ára nem változott, ugyanakkor módosultak az ügyfélszolgálati elérhetőségek, valamint elváltak a hálózati elosztó társaságok is. A szolgáltatóváltás miatt az érintett ügyfelek 2021. augusztus 31-ei dátummal mindannyian végszámlát kaptak az ELMŰ-ÉMÁSZ-tól. A villamosenergia-törvény alapján a szerződés az átadó szolgáltatónál megszűnt, míg az átvevő MVM Nexttel létrejött, így az ügyfeleknek nincs teendőjük.

A 2021. szeptember 1-jétől kezdődő időszak ügyeit már az MVM Next ügyfélszolgálat intézi. Az áram egyetemes szolgáltatási ügyekkel foglalkozó állandó ügyfélszolgálati irodák helyszíne nem, de nyitvatartása változik. Az MVM Csoporthoz került az ELMŰ-ÉMÁSZ ügyfélszolgálati társasága, amely 2021. szeptember 1-jétől MVM EÉ Ügyfélkapcsolati Kft. néven folytatja az ügyfelek kiszolgálását. A telefonos ügyfélszolgálat az MVM Next hívószámain érhető el. A szolgáltatóváltásban érintett ügyfelek áramügyeiket kizárólag a ker.mvmnext.hu címen elérhető online

ügyfélszolgálaton és az MVM Next EnergiApp (volt ELMŰ) néven elérhető mobilapplikáción tudják intézni. Az MVM Next további mobilalkalmazásait és online ügyfélszolgálatait az érintett ügyfelek áramszolgáltatással kapcsolatos ügyeik intézésére egyelőre nem tudják igénybe venni. Kérjük az ügyfeleket, hogy a villamosenergia-fogyasztásról szóló számláikat annak a szolgáltatónak fizessék be, amelyik azokat kiküldte, átutalás esetén pedig figyeljenek a számlán szereplő bankszámlaszámra. A 2021. augusztus 31-éig tartó időszakra vonatkozó kérdésekben a szolgáltatóváltás után is az ELMŰ-ÉMÁSZ-t kell keresniük az ügyfeleknek.

A szolgáltatóváltás nem vonatkozik az ELMŰ-ÉMÁSZ-szal jelenleg is versenypiaci szerződés alapján ellátott ügyfelekre – számukra továbbra is az ELMŰ-ÉMÁSZ biztosítja a villamosenergia-szolgáltatást.

2021. szeptember 1-jén az MVM Csoporthoz került, valamint nevében és arculatában is megújult az ÉMÁSZ Hálózati Kft., amely MVM Émász Áramhálózati Kft. néven folytatja a villamosenergia-hálózat üzemeltetését Nógrád, Borsod-Abaúj-Zemplén, Heves megyében, illetve Pest megye keleti és Jász-Nagykun-Szolnok megye északi részein. Budapesten és Pest megye legnagyobb részén a villamosenergia-hálózat fenntartója és üzemeltetője ezentúl is az E.ON Hungária Csoporthoz tartozó ELMŰ Hálózati Kft., amely szeptembertől két önálló ügyfélszolgálati irodát működtet Budapesten és Érden.

Együttal új ügyfeleink figyelmét is felhívjuk arra, hogy ismeretlen csálók az MVM Next nevében – számla elkészülésére hivatkozva – újra félrevezető e-mailekkel vették célba a magyarországi internethasználók széles körét, ezért figyelmesen olvassa el a kapott e-mailt, és ha az abban szereplő adatok nem pontosak, vagy a levél helyesírási hibákat tartalmaz, ne adja meg személyes vagy banki adatait!

Forrás: mvm.hu

/// 2021. 09. 01.

ÚJ VILLAMOSENERGIA-ELOSZTÓVAL BŐVÜLT AZ MVM CSOPORT

Lezárult a mai naptól már MVM Émász Áramhálózati Kft. nevet viselő villamosenergia-hálózati elosztó társaság 100%-os tulajdonrészének megvásárlására irányuló tranzakció. A hálózati társaság megvásárlásával az MVM Csoport már közel másfél millió ügyfélnek garantálja a biztonságos műszaki hátteret a villamosenergia-szolgáltatás igénybevételéhez.



„Az MVM Csoport életében ez a tranzakció kiemelkedően fontos lépés, hiszen ezzel stratégiai jelentőséggel bír, a lakossági és üzleti ügyfelek közvetlen ellátását biztosító infrastruktúrában erősítettük tovább iparági pozíciónkat. Együttal egy olyan szakmai csapat érkezett a cégcsoportba, akik az elmúlt évtizedekben a magyar villamosenergia-szektorban meghatározó szerepet töltöttek be. Így nemcsak egy hálózattal, hanem kiemelkedő know-how-val és szakértelemmel is bővül az MVM Csoport” – mondta Alkér Zoltán, az MVM Csoport infrastruktúra vezérigazgató-helyettese.

A most zárult tranzakció eredményeként az MVM Csoport biztosítja a 22 000 km hosszú villamosenergia-elosztó hálózat üzemeltetését Nógrád, Borsod-Abaúj-Zemplén, Heves, illetve Pest és Jász-Nagykun-Szolnok megye egyes részein több mint 400 település és 740 ezer ügyfél részére.

Az MVM Émász Áramhálózati Kft. operatív ügyvezetője 2021. szeptembertől Fodor József, míg a társaság Felügyelőbizottságának tagjai Alkér Zoltán, Liszák Gábor, Pálmai Antal és Tóth József lettek, illetve a munkavállalók képviselőjében további két fő.

Az MVM Émász Áramhálózati Kft. feladata egyebek mellett a mérőórák felszerelése, cseréje, ellenőrzése és szükség szerint helyszíni leolvasása is. A tulajdonosváltás kapcsán

– a név- és arculatváltással egy időben – a társaság egyes elérhetőségei is megváltoztak.

Telefonszám: +36 20/30/70/1 474-9999

Hibabejelentés: +36 80 424-344

E-mail cím: eloszt@mvmemaszhalozat.hu

Mérőállás bejelentése: +36 20 888-1260,

+36 30 818-1260, +36 70 801-1260,

+36 1 238-1260, +36 80 424-526

Ügyfélszolgálati irodák: a <https://mvmemaszhalozat.hu> oldalon az Ügyintézés menüpont alatt

Web: <https://mvmemaszhalozat.hu>

Online ügyfélszolgálat: <https://eloszto.mvm-emaszhalozat.hu>

A bejelentkezéshez az eddig használt felhasználónevet és jelszót kell megadni.

Mobilapplikáció: MVM Next EnergiApp (volt ELMŰ)

A bejelentkezéshez az eddig használt felhasználónevet és jelszót kell megadni.

A nagy múltú, stabil, folyamatosan fejlődő és innovatív MVM Csoport jelenleg már 110-nél is több vállalatból áll, amelyek az energiaszektor értékláncának minden elemét felölelik. Több mint 17 000 szakértő munkatárs dolgozik az energia-termelés, tárolás, kereskedelem, elosztás, szolgáltatás, a tervezés, az építés, a szállítás, az adatátvitel és a startup-inkubáció területén is.

Forrás: mvm.hu

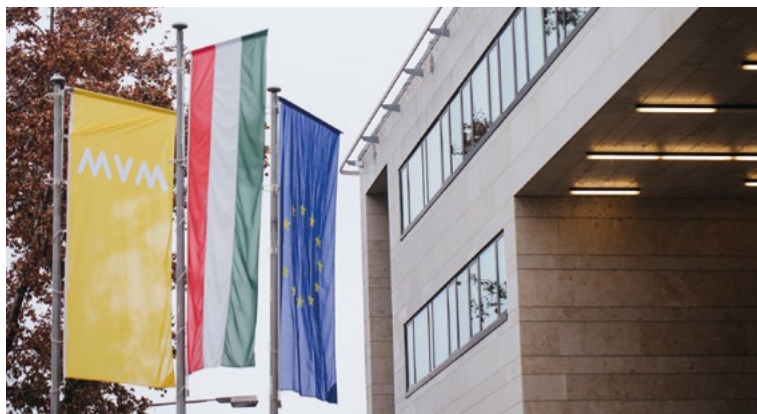
/// 2021. 09. 01.

SIKERES KÖZVÁLLALATI KÖTVÉNY-KIBOCSÁTÁS AZ MVM ZRT.-NÉL

Első közvállalatként 55 milliárd forint névértékű aukciót hajtott végre a Magyar Nemzeti Bank által meghirdetett Növekedési Kötvényprogram (NKP) keretében az MVM Zrt. Az aukció sikeresen zárult, a piaci befektetők 3,48 százalékos éves átlagos hozammal vásárolták meg a fix kamatozású, 10 éves futamidejű, amortizálódó kötvényeket. A friss forrást az MVM Csoport meglévő finanszírozási bázisának diverzifikálására, valamint tervezett beruházásai, illetve potenciális akvizíciók finanszírozására fordítja.

– mondta Fazekas László, az MVM Zrt. gazdasági vezérigazgató-helyettese.

A Magyar Nemzeti Bank a 2019-ben elindult Növekedési Kötvényprogramot 2021. március 16-tól kezdődően a magánvállalatoktól különböző feltételrendszer mellett a nem pénzügyi közvállalkozásokra is kiterjesztette a közvállalati szektor forrásbevonás diverzifikálásának elősegítése érdekében. A lehetőséggel élve, a tőkepiaci forrásbevonás első lépéseként az MVM Zrt. az NKP keretében első közvállalatként



Az MVM Zrt. sikeres első kötvénykibocsátását megalapozta, hogy 2021 júniusában a 100%-ban állami tulajdonú vállalatok közül elsőként és eddig egyetlenként szerzett nemzetközi hitelminősítést. A társaságot a Standard and Poor's (S&P) és a Fitch Ratings nemzetközi hitelminősítő ügynökségek is befektetési kategóriába sorolták. A kötvény minősítését a Fitch nemzetközi hitelminősítő végezte, amely a kibocsátó minősítésével azonos, a befektetési kategóriába tartozó BBB besorolású. „A mostani – történelminek mondható – NKP kötvénykibocsátás is kimondottan jó visszajelzés arra, hogy jó úton haladunk az MVM Csoport finanszírozásának diverzifikálása tekintetében, illetve megerősít minket abban, hogy a tervezett stratégiánk mentén haladunk a tőzsdékapesség elérése felé. Büszkéek vagyunk arra, hogy a hazai tőkepiac szerint is stabil a gazdálkodásunk, illetve hogy a nemzetközi hitelminősítők révén az MVM Csoport, ahogyan a kibocsátott kötvény is, befektetésre javasolt kategóriába került”

55 milliárd forint névértéken kínált fel vállalati kötvényeket a kötvényaukción. Az aukció keretében 67,6 milliárd forint összegű ajánlat érkezett a befektetők részéről, melyből a kibocsátó 55 milliárd forint névértékű ajánlatot fogadott el. Az 1100 darab, egyenként 50 millió forint névértékű, fix kamatozású, 10 éves futamidejű, a hetedik évtől amortizálódó kötvény éves átlagos hozama 3,48 százalék, a kupon mértéke 3,25 százalék. Az MVM megítélése szerint az aukción mutatott jelentős érdeklődés bizonyítja a társaságcsoporthoz folyamatos eredményes és hatékony működését, továbbá igazolja a bemutatott stratégiájába vett piaci bizalmat. Az MVM Csoport az új forrást a tervezett beruházások és akvizíciók finanszírozására, továbbá a finanszírozási bázis diverzifikálására használja fel azzal, hogy a kibocsátás ellenértékét nem fordítja szén alapú termelő kapacitásainak működtetésére, illetve bővítésére.

Forrás: mvm.hu

/// 2021. 09. 28.

A JÖVŐ ENERGIATÁROLÓIT TESZTELI AZ MVM CSOPORT

Az MVM Démász hálózatán három, összesen 2000 kilowattóra kapacitású energiatárolót tesztel az MVM Csoport.

Három energiatárolási pilotprojektet indított el az MVM Démász Áramhálózati Kft. Az MVM Csoport hálózati cégében alkalmazott kísérleti rendszerek célja, hogy javítsák a szolgáltatásminőséget, illetve stabilizálják a villamosenergia-hálózatok feszültségét.

A társaság két energiatárolója kisfeszültségű (0,4 kilovoltos – kV) hálózatra, egy pedig közepesfeszültségre (22 kV) csatlakozik. A kisfeszültségű tárolók Kecelen és Zsombón létesültek, 30 kilowatt (kW) teljesítményű és 140 kilowattóra (kWh) kapacitású egységek. Céljuk a kisfeszültségű hálózatra csatlakozó, mind több háztartási méretű kiserőmű (HMKE) okozta hálózati anomália stabilizálása. A közepesfeszültségű tároló Földeák település külterületén épült, 500 kW teljesítményű és 1600 kWh kapacitású berendezés, amelyen keresztül a nagyobb teljesítményű naperőművek hálózati energiacsúcsai simíthatók ki.

kezésre állása, illetve a piaci környezet változása esetén ezek széles körű kiterjesztése megvalósítható. Mindenképpen áttörést jelenthetnek a megújuló alapú termelésben is” – mondta Alkér Zoltán, az MVM Zrt. infrastruktúra vezérigazgató-helyettese.

A villamos hálózati társaságoknak jelentős többlet feladatot és költséget jelent a napelemes termelő kapacitások hálózatra csatlakoztatása. Az így megtermelt energiát úgy kell fogadni és elosztani, hogy az ellátás színvonala ne csökkenjen, a fogyasztók számára ne okozzon semmilyen változást a megújuló áram rendszerbe kerülése. Az időjárástól függően termelő, megújuló egységek sok esetben nehezen előre jelezhető termelése a klímaváltozás hatásai miatt még inkább hullámzóvá válik, ami kihívást jelent a kiegyensúlyozott szolgáltatás biztosításában. Mindeközben a világ – és benne Magyarország – áramfogyasztása folyamatosan emelkedik. A problémára az energiatárolás lehet az egyik leghatékonyabb megoldás, az elméletben vagy gyakorlatban rendelkezésre álló technológiák nagy volumenű



„A tárolók egyelőre kísérleti jelleggel épültek, szélesebb körű alkalmazásukról a működési tapasztalatok begyűjtése és értékelése alapján dönt majd társaságunk. Az eddigi eredmények biztatók, megfelelő finanszírozási forrás rendel-

alkalmazását azonban széles körű teszteknek kell megelőzniük. Az MVM innovatív pilotprojektje a teljes iparág számára komoly tanulságokkal szolgál a következő időszakban.

Forrás: mvm.hu

/// 2021. 11. 18.

SIKERES, 500 MILLIÓ EURÓ ÉRTÉKŰ NEMZETKÖZI KÖTVÉNYKIBOCSÁTÁS AZ MVM-NÉL

2021. november 10. és 18. között sikeresen végrehajtotta története első nemzetközi kötvényaukcióját az MVM Csoport, amely egyre bővülő portfóliójával lefedi a teljes energetikai értékláncot, illetve Közép- és Kelet-Európában is meghatározó piaci részesedéssel bír. A vállalatcsoport életében ez már a második sikeres kibocsátás, mivel az MVM Zrt. 2021 során első állami vállalként 55 milliárd forint névértékű aukciót hajtott végre a Magyar Nemzeti Bank által meghirdetett Növekedési Kötvényprogram keretében, azonban a mostani benchmark méretű, 500 millió euró összegű, 6 éves lejáratú vállalati kötvénykibocsátás a nemzetközi tőkepiacokon is megalapozza az MVM Csoport jelenlétét. A befektetők az MVM Csoport kötvénye iránti jelentős érdeklődését mutatja, hogy az aukció több mint 2,6-szoros túljegyzés mellett zárult. A fix, évi 0,875 %-os kamatozású 2027. november 18-i lejáratú kötvények 1,077%-os hozamszint mellett kerültek értékesítésre. A kötvénykibocsátás sikeréhez hozzájárult, hogy az MVM Zrt. 2021 júniusában a 100%-ban állami

tulajdonú vállalatok közül elsőként és eddig egyetlenként szerzett nemzetközi hitelminősítést. A társaságot a Standard and Poor's (S&P) és a Fitch Ratings nemzetközi hitelminősítő ügynökségek is befektetési kategóriába sorolták. A most kibocsátott euró kötvény minősítése mindkét hitelminősítőnél a kibocsátó minősítésével azonos, szintén befektetési kategóriájú (S&P: BBB-, Fitch: BBB). A kibocsátásban a BNP Paribas, az Erste Bank, a Goldman Sachs, a J.P. Morgan, az OTP Bank és az UniCredit Bank támogatták a társaságot. Dr. Czepek Gábor, az MVM Csoport elnök-vezérigazgatója elmondta: „Büszkék vagyunk rá, hogy az MVM Csoport történetének első euró-kötvény-kibocsátását jelenthetjük be, amely jelentős mérföldkő a Csoport életében. A sikeres kötvénykibocsátás tükrözi a nemzetközi befektetők által az MVM Csoport jövőjébe vetett bizalmat és tovább erősíti az MVM jelenlegi üzleti stratégiájában foglaltak megvalósítása iránti elkötelezettségünket.”

Forrás: mvm.hu

/// 2021. 11. 19.

SZÁZMILLIÓ FORINTTAL TÁMOGAT GYERMEKEKET SEGÍTŐ ALAPÍTVÁNYOKAT AZ MVM

Az MVM Csoport 2021-ben tizennegyedik alkalommal adott át a gyermekek oktatását, fejlesztését és gyógyítását célzó adományokat komoly segítő munkát végző civil szervezeteknek. A „Legszebb napom!” Élménynap kezdeményezés keretein belül már több mint egymilliárd forint támogatást osztottak ki. A rendezvény a pandémia miatt ugyan 2021-ben is elmaradt, a kicsik azonban nem maradtak szórakoztató, sztárokat felsorakoztató program nélkül.

Összesen 100 millió forint támogatást juttat az MVM 21 civil szervezetnek a „Legszebb napom!” Élménynap elnevezésű kezdeményezés keretében. A támogatásban részesülő, hátrányos helyzetű és tartósan beteg gyermekek fejlesztését, gyógyítását és oktatását segítő alapít-

ványokat 2021-ben az energetikai holding dolgozói választhatták ki szavazás útján. Csak az Élménynap program keretén belül az elmúlt közel másfél évtizedben így már egymilliárd forint forrást biztosított jótékonyági szervezeteknek az MVM.

„A pandémia ellenére is mindent meg kell tennünk azért, hogy a rászoruló, beteg és fogyatékkal élő gyerekek a lehető legjobb ellátásban, gondozásban részesüljenek. Ezért fontosnak tartjuk, hogy a már nagy hagyományra vált Élménynappal és az ehhez hasonló jótékony akciókkal támogassuk a gyermekeket és családjaikat segítő szervezeteket” – mondta Jákó Eszter, az MVM csoportszintű kommunikációs igazgatója.



Az MVM 14 éve rendezi meg a „Legszebb napom!” szlogent viselő Élménynap elnevezésű rendezvényét. Az esemény célja, hogy évente több mint 800 fogyatékkal élő, rászoruló és hátrányos helyzetű gyermek számára biztosítson egy emlékezetes, programokkal, szórakozással teli napot. A járványhelyzet miatt a Millenárison elmaradt az esemény, de azokhoz az intézményekhez, ahol arra lehetőség volt, kisebb létszámban a szervezők házhoz vitték a gyerekeknek a programokat. Az adományokat a megszokott módon eljuttatták a szavazáson kiválasztott szervezeteknek. A szórakoztató programot pedig a kimondottan az intézmények gondozásában lévő gyerekek részére, külön erre az alkalomra készült Élménynap kisfilm helyettesítette. Az egyórás műsorban olyan hazai fellépők szórakoztatták a gyerekeket, mint a The Biebers zenekar, Csatai Gergő lufizsoglőr, Kristály Márton vízgömbművész, illetve Végh Lajos homokanimációs művész.

A 2021-ben támogatásban részesülő szervezetek:

- A Tűzoltó utcai Gyermekklinika Betegieirért Alapítvány

- Heim Pál Gyermekkorház Fejlesztéséért Alapítvány
- Bethesda Kórház Alapítvány
- Gyermekleukémia Alapítvány
- SOS - Gyermekfalu Magyarországi Alapítványa
- „Bice-Bóca” Alapítvány a Mozdogászért Gyermekéért
- Gyermekkori Autizmus Alapítvány
- Az Értelmi Fogyatékosok Fejlődését Szolgáló Magyar Down Alapítvány

- Nemzetközi Gyermekmentő Szolgálat Magyar Egyesület
- Zenével a Rákos Gyermekéért Alapítvány
- Csodalámpa Óhaj-Sóhaj Kívánságteljesítő Alapítvány
- Lovasterápia a Fogyatékkal Élőkért Egyesület
- Kovács Csongor Alapítvány a Gyengénlátó Gyermekéért
- „Nem maradsz egyedül” Alapítvány (Sztehlo Gábor Gyermekotthon és Fogyatékosokat Befogadó Otthon)
- Szent Márton Gyermekmentő Szolgálat Közhasznú Alapítvány
- „Tölösi Péter” Alapítvány a leukémiás- és tumoros megbetegedésű gyermekek gyógyításáért
- Életmentő a Beteg Gyermekéért és a Nagycsaládosokért Alapítvány
- „Kézenfogva” Összefogás a Fogyatékosokért Alapítvány
- Gyermekotthonunkban Élő Gyermekünk Jövőjéért Alapítvány
- Korai Fejlesztő Központot Támogató Alapítvány
- Bókay Gyermekklinikaért Közhasznú Alapítvány

Forrás: mvm.hu

/// 2021. 11. 22.

AZ ADATVEZÉRELT JÖVŐBEN ETIKAI KÉRDÉSEKKEL IS SZEMBE KELL NÉZNIÉ AZ EMBERISÉGNEK

A legelismertebb hazai és nemzetközi sztárszakértők science fiction határát súroló témákról vitáztak a második MVM Future Talkson

Több tízezer ember követte élőben az év legjelentősebb virtuális eseményét, amelyen sztárszakértők az adataink jövőjéről, valamint az adatalapú technológiák ipari, üzleti, orvosi, munkaerőpiaci és geopolitikai felhasználhatóságáról cseréltek eszmét. A résztvevők a jövő technológiáihoz kapcsolódó komoly etikai problémákról vitáztak, és választ kerestek arra a kérdésre is, vajon lehetségessé válik-e egyszer, hogy az emberi tudatot a felhőbe töltsük fel. A második MVM Future Talkson a világ vezető szakértői, így Neil deGrasse Tyson, Andy Weir, Jamie Woodruff, magyar részről pedig Meskó Bertalan és Balogh Péter vettek részt.

Az MVM Future Talks idei kerekasztalát Andy Weir világhírű amerikai bestselleríró, a Mentő-expedíció című film alapjául szolgáló A marsi, valamint A Hail Mary küldetés című művek szerzője, Neil deGrasse Tyson amerikai asztrofizikus, Jamie Woodruff, Európa egyik vezető etikus hackere és kiberbiztonsági szakértője, valamint Meskó Bertalan orvosi jövőkutató és Balogh Péter, az NNG alapítója, startupper, angyalbefektető ülték körül. A külföldi résztvevők virtuálisan,

műsorvezető, Ördög Nóra és Szirmai Gergely itt Dallos Bogi énekesnőt, Danny Blue mentalistát és Bagi Renáta pszichológust látta vendégül. Az adatok jövőjével kapcsolatos legégetőbb kérdéseket járták körül nemzetközi és hazai sztárszakértők csütörtök este, az MVM Future Talks talk show-n. Vajon mennyit érnek a jövőben a ma beláthatatlan mennyiségben keletkező adataink? Hogyan hasznosíthatja az orvostudomány az egyre nagyobb mértékben



NEIL DEGRASSE TYSON, ANDY WEIR, JAMIE WOODRUFF, MESKÓ BERTALAN, BALOGH PÉTER, ÖRDÖG NÓRA ÉS SZIRMAI GERGELY AZ MVM FUTURE TALKSON

a hazai vendégek pedig a budapesti stúdióból, Ördög Nóra és Szirmai Gergely vendégeiként vettek részt az adásban. Az online beszélgetésben kérdéseikkel a nézők is bekapcsolódhattak. Az angol nyelvű szakmai beszélgetést egy látványos és izgalmas showműsor előzte meg. A két

rendelkezésre álló biológiai adatmennyiséget? Lehetséges-e, hogy a jövőben tisztán önvezető járművekkel közlekedjünk? Mit kezdhetünk az „algoritmusok elfogultságával”, és elképzelhető-e, hogy a vállalatok kiválasztási folyamataiban kizárólag adatalapú rendszerek vesznek

majd részt? Elképzelhető-e a jövőben, hogy a legfontosabb diplomáciai és katonai döntéseket adatvezérelt technológiákra alapozzák? A beszélgetés középpontjában az adatok üzleti, ipari, orvosi, munkaerő-piaci és akár katonai, geopolitikai felhasználhatósága állt, a résztvevők számos olyan példát említettek, ahol az adatvezérelt rendszerek már a jelenben vagy akár a közeljövőben is helyettesíthetik az embert. A műsor elején az adataink ingyenes hozzáférhetősége és üzleti felhasználhatósága kapcsán bontakozott ki vita. Neil deGrasse Tyson világhírű amerikai asztrofizikus és Jamie Woodruff kiberbiztonsági szakértő egyetértettek abban,

szont feltöltenénk a tudatunkat valahova, akkor az már nem mi lennénk” – tette hozzá Andy Weir. Az adatok jelenlegi használatával kapcsolatban Balogh Péter startupper, befektető kifejtette: „Ha nem tudjuk megfelelően használni, akkor az adat nem lehet az »új olaj«, csupán értéktelen »trágya«. Mindannyian hagyunk digitális nyomokat, de ezek nagy része értéktelen, ha nem tudjuk, hogyan kell felhasználni őket, hogyan hajthatunk belőlük hasznot.” Meskó Bertalan orvosi jövőkutató állításával, amely szerint az adatalapú orvostudomány fejlődésének köszönhetően az embereknek egy jobb és egészségesebb jövőre van lehetőségük, a részt-



DALLOS BOGI, DANNY BLUE, ÖRDÖG NÓRA ÉS SZIRMAI GERGELY AZ MVM FUTURE TALKSON

hogyan ma, amikor mindenhol adatok veszik körül az embereket, a fogyasztók biztonságának új módjáról kell gondolkoznunk, Andy Weir sci-fi író azonban kifejtette: ma még elképzelhetetlen, hogy az anonim adatok pénzbe kerüljenek. A műsorban a résztvevők már-már a science fiction határát súroló kérdéseket is feszegettek: lehetséges-e a tudatunk egy felhőalapú rendszerbe való feltöltése, és ha ez megtörtént, ugyanazok az emberek maradunk-e? „Ma még nem igazán tudjuk, mi a tudat, tehát mit lehetne feltölteni a felhőbe, ezért korai még ezzel foglalkozni. De ha fel is tudnánk tölteni, az a tudat nem lenne képes ugyanazt megtagasztalni, amit mi itt a Földön” – magyarázta Neil deGrasse Tyson. „Elképesztően keveset tudunk arról, hogy miként működik az emberi agy. Olyan, mintha a Microsoft forráskódját az alapján próbálnánk megérteni, hogy hogyan működik az adott hardver. Ahhoz, hogy a tudatot fel tudjuk tölteni valahova, tudnunk kéne, mi a forráskódja az adott entitásnak. Ha vi-

vevők mind egyetértettek, a technológiában rejlő lehetőségek kapcsán azonban a beszélgetőpartnerek erkölcsi, etikai problémákat vetettek fel. Jamie Woodruff többek között azt fejtegette, hogy a technológiai fejlődésben meddig lehet elmenni: „A nagy kérdés, mikor jutunk el arra a pontra, hogy egy robot közölje egy hozzátartozónk halálhírét. Miért van szükségünk ennyi online eszközre? Ezek persze nagyon fontosak, de van egy határvonal, amelyen túl azt mondom: ez az én személyes terem, és ne tovább! Ne csatlakoztassuk a mosógépet az internetre!” A beszélgetés végén kiderült, a résztvevő szakértők optimistán tekintenek a jövőbe: a jövő társadalmában elengedhetetlen, hogy a technológia bizonyos morális és etikai határvonalakon belül maradjon. Ezzel nemcsak egyéni, de civilizációs szinten is jobba tehetjük az életünket. Abban pedig minden résztvevő egyetértett, hogy a véleménycserét a jövő évi MVM Future Talkson mindenképpen érdemes lenne folytatni.

Forrás: mvm.hu

/// 2021. 11. 24.

A ZENEMŰVÉSZET FIATAL TEHETSÉGEIT DÍJAZTA AZ MVM

Ismét a zeneművészet tíz legkiválóbb fiatal képviselőjét díjazta az MVM. A Junior Prima Díj magyar zeneművészet kategóriájának kétmillió forinttal járó elismeréseit tizennegyedik alkalommal adták át 2021. november 23-án.

Közel másfél évtizede díjazzák a legkiemelkedőbb, harminc év alatti fiatal tehetségeket a Junior Prima Díj magyar zeneművészet kategóriájában. A szakmai zsűri döntése nyomán az MVM Zrt. minden évben a tíz legjobbat részesíti támogatásban.

2021-ben **Balázs-Piri Soma** zongoraművész, **Bene Róza** csembaloművész, **Devich Benedek** nagybőgőművész, **Dobos Dániel** zeneszerző, **Egri János Jr.** jazz-zongoraművész, jazz-ének előadóművész, **Kökény Eszter** hegedűművész, **Magyar Valentin** zongoraművész, **Oláh Kálmán** jazz-szaxofonművész, **Seidl Dénes** trombitaművész és **Szeleczi Artúr Norbert** operaénekes vehette át a fejenként kétmillió forint támogatással járó Junior Prima Díjat.

„Nagy örömmel tölt el minket, egyben óriási büszkeség, hogy az MVM Zrt. az elmúlt közel másfél évtizedben 140 kiemelkedő, fiatal zenei tehetség munkáját ismerhette el. A díj különleges jelentőségét mutatja, hogy a díjazott ifjú művészek nemcsak itthon, hanem a zenei élet nemzetközi színpadain is hatalmas sikereket érnek el. Mindez egybeesik az MVM hosszú távú céljaival, amely a jövő generációi mellett a kultúra támogatását is fókuszba helyezi” – mondta Jákó Eszter, az MVM csoportszintű kommunikációs igazgatója. A Junior Prima Díj zsűrijének tagjai minden évben a magyar zeneművészet szaktekintélyei közül kerülnek ki. A testület elnöke 2021-ben is **Dr. Vigh Andrea** Liszt- és Prima-díjas hárfaművész, Érdemes Művész, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem rektora. A grémium tagjai továbbá **Marton Éva** Prima Primissima-, Kossuth- és Szent István Rend-díjas operaénekes, a Nemzet Művésze, Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem professor emerita; **Dráfi Kálmán** Liszt-díjas zongoraművész, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem zongora tanszékének vezetője; **Fekete Gyula** Erkel- és Bartók-Pásztory-díjas zeneszerző, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem zeneszerzés tanszékének vezetője; **Fülei Balázs** Liszt-, Junior Prima- és



JUNIOR PRIMA DÍJÁTADÓ 2021

Artisjus-díjas zongoraművész, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem kamarazene tanszékének vezetője; **Binder Károly** Erkel-díjas zongoraművész, zeneszerző, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem jazz zongora és jazz zeneszerzés tanára; **Szakcsi Lakatos Béla** Kossuth- és Liszt-díjas zongoraművész és zeneszerző, a Nemzet Művésze, Érdemes Művész; **Balázs János** Liszt- és Kossuth-díjas zongoraművész, Junior Prima-díjas, Érdemes Művész, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem docense; **Boldoczki Gábor** Liszt-, Bartók-Pásztory- és Junior Prima-díjas trombitaművész, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem tanára; **Szentpáli Roland** többszörös nemzetközi versenygyőztes és Artisjus-díjas tubaművész, zeneszerző, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem adjunktusa; **Fazekas Gergely** zenetörténész, a Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem habilitált egyetemi docense; valamint **Jakobi László** gordonkaművész, Cziffra Életműdíjas hangversenyrendező.

„A Junior Prima Díj az egyik legnagyobb presztízsű elismerés a hazai zeneművészetben. A díjat kapott művészek fiatal koruk ellenére már most nagyon sokat bizonyítottak. Eddigi eredményeik előrevetítik, hogy a jövőben valóban képesek lesznek átvenni a stafétabotot, azaz a komolyzenei élet élvonalába kerülhetnek. Ahogy számos, egykori Junior Prima Díjban részesült művész példája bizonyítja már ezt” – mondta Dr. Vigh Andrea.

Forrás: mvm.hu

/// 2021. 10. 21.

A MÁTRA LEGSZEBB RÉSZÉN MÁR NEM ZAVARJÁK LÉGVEZETÉKEK A KÖRNYEZETET

Ünnepélyes keretek között adta át az MVM Émász Áramhálózati Kft. a Mátra hegységben zajló kábelesítési projekt első ütemét. A Mátraszentimre és Mátrakeresztes közötti, közel 6 km-es középvezetékű szakaszon a szabadvezetékek helyett immár földkábelekkben fut az energia. Az eredmény pedig nemcsak az ellátásbiztonság növekedésével jár, hanem a környezetre gyakorolt hatása is jelentős.

A szeptember 1-je óta az MVM Csoporthoz tartozó MVM Émász Áramhálózati Kft. hálózati beruházási stratégiája kiemelt figyelmet fordít a szabadvezetékek földkábelekkkel való kiváltására, főként Magyarország egyes hegyvidéki területein, például a Bükkben és a Mátrában. A kábelesítés elsődleges célja a fogyasztók zavartalan villamosenergia-ellátásának biztosítása és a települések közötti hálózaton fellépő üzemzavarok számának csökkentése, ez pedig a jövőben egy kiemelkedően magas rendelkezésre állású hálózatot eredményez. A beruházással az MVM Émász a környezetvédelmi szempontokat is figyelembe vette, hiszen a kábelesítéssel jelentős területek kerülnek vissza a természethez a hegyvidéken. A vezetékek nyomvonalán a földkábelekknek köszönhetően megszűnik, illetve szélességében jelentősen csökken az erdőnyiladék, ennek eredményeként a fák koronája összeérhet, így egységes lesz az erdő, a pozitív környezeti hatások pedig megjelennek az élővilágban is. A kábelesítéssel az MVM Émász a madárvédelemre is figyelmet fordít, mivel így elkerülhetők a szabadvezeteki hálózat esetében előforduló áramütéses madárhalálos esetek.

A projekt 3 ütemben valósul meg, az egyes ütemek során az MVM Émász modernizálja, illetve biztonságosabbá és környezetbaráttá teszi a Mátra térségét ellátó középvezetékű hálózatot. Ez azt jelenti, hogy a társaság összesen 46,5 km-en végzi el a kábelesítést, ehhez pedig 50 km hosszan bontja le a középvezetékű szabadvezetékes hálózatot. A több mint 1,2 milliárd Ft értékű beruházás 2. üteme még 2021-ben megvalósult, a 3. ütem részeként készülő utolsó 15 km-es szakasz kábelesítése várhatóan jövő ősszel zárul.

A projekt most átadott első ütemét a kormány nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű üggyé nyilvánította, ezzel elősegítve mielőbbi megvalósítását. Az MVM Émász Áramhálózati Kft. saját erőforrásból fedezte a Mátraszentimre–Mátrakeresztes szakasz kivitelezési munkáit, összesen 247 millió Ft-ot. A következő időszakban a Mátraháza–Kékestető és a Parád–Parádsasvár nyomvonalon folytatódik a munka.

Az első ütemben a villamos hálózat fejlesztésére készült tervezés után a jogerős vezetékjogi engedélyt rövid időn belül megkapta az MVM Émász. Az 5,5 km-es kábelhálózat építése 2020 októberében indult és 2021 júliusában állt üzembe. Az MVM Émász a kábelfektetéssel párhuzamosan 4 db betonházas transzformátor-állomást is telepített, ezt követően elbontott közel 14,5 kilométernyi elavult, középvezetékű szabadvezetékes hálózatot. Az MVM Nettel együttműködve az MVM Émász Mátraszentimre és Fallóskút között közel 4 km hosszan, a középvezetékű kábelekkkel megegyező nyomvonalon új kábeles optikai hálózatot épített ki. Az MVM Émász Áramhálózati Kft. ezúton is köszönetét fejezi ki a közreműködő szervezeteknek és személyeknek a kormányzat, a hatóságok és az önkormányzatok részéről, akik a tervezés és kivitelezés folyamatában aktívan segítettek a munkát, valamint hozzájárultak a projekt sikeres megvalósításához.

2021. szeptember 1-je óta már 4 elosztótársaság tartozik az MVM Csoporthoz. Az MVM Émász biztosítja a 23 000 km hosszú villamosenergia-elosztó hálózat üzemeltetését Nógrád, Borsod-Abaúj-Zemplén, Heves, illetve Pest és Jász-Nagykun-Szolnok megye egyes részein, több mint 700 település és 740 ezer ügyfél részére.

Forrás: mvmhalozat.hu

A JÖVŐ SZAKEMBEREI NÁLUNK TANULNAK

MVM ENERGETIKAI ÁGAZATI KÉPZŐKÖZPONT NONPROFIT KFT.

Az MVM Csoport tagjaként működő MVM Energetikai Ágazati Képzőközpont Nonprofit Kft. az energetika szempontjából nélkülözhetetlen szakmák utánpótlásának biztosítása érdekében jött létre. Felkészíti a szakképzésben tanulókat a munkaerő-piaci érvényesülésre, biztosítva, hogy választott szakmájukban magas szintű kompetenciákat szerezzenek. A tanulók a szakképző iskolákban, az ágazati alapoktatásban megszerzett tudásukat a Képzőközpont képzéseiben, az MVM tapasztalt oktatóinak irányításával mélyíthetik el.

A Képzőközpontban a tanulók megismerhetik az MVM Csoportot, vállalati ösztöndíjra pályázhatnak, és tanulmányaik végén munkalehetőség várja őket.

Az MVM Csoport a szakmai oktatáshoz szükséges támogató környezet és megfelelő infrastruktúra megteremtésével nem csak saját munkaerőbázisának magas szintű utánpótlásáról kíván gondoskodni.

A Képzőközpont küldetése, hogy oktatási tevékenységén keresztül hozzájáruljon a magyarországi szakképzés feltételeinek és minőségének folyamatos fejlesztéséhez, illetve széles körben megismertesse az oktatott szakmákat, növelve azok presztízsét.

Az MVM duális szakképzési programjában a műszaki pálya iránt érdeklődők elsajátíthatják a villanyszerelő (villamoshálózat szakmairány), a központifűtés- és gázhálózatrendszer-szerelő, a hegesztő, a bányaművelő vagy az ipari gépész szakmát, és korszerű, biztonságos körülmények között tehetnek szert valós, piacképes iparági tudásra.

Az MVM Képzőközpont több lépésben nyitja meg tanműhelyeit és tanpályáit a szakképzésben tanulók számára.

2021 szeptemberétől elsőként Kiskunfélegyházán nyílt meg a hálózati villanyszerelő és a hegesztő tanműhely. A villanyszerelők képzését a tanműhely mellett tanpálya is támogatja. 2022 őszétől további tanműhelyek és tanpályák állnak a tanulók rendelkezésére.

MIT NYÚJT AZ MVM CSOPORT A TANULÓINAK A 2021/2022-ES TANÉVBEN?

Elkötelezték vagyunk abban, hogy tanulóinknak szakértői támogatást biztosítsunk, és valós, piacképes iparági tudást adjunk át biztonságos környezetben. A képzés résztvevőinek végzettségük megszerzése után biztos munkahelyet kínálunk. Fiatal szakembereinknek folyamatos fejlődési és előrelépési lehetőséget nyújtunk.

- Versenyképes juttatás
- Utazási támogatás
- Munkaruha, védőfelszerelés
- Biztos munkahely, karrierlehetőség
- Tanpálya használat
- Üzemlátogatás
- Ösztöndíj-lehetőség
- Valódi tudás

Az MVM Csoport számára kiemelten fontos a tanműhelyek térségében lévő szakképző iskolákkal történő partneri kapcsolatok kiépítése és működtetése. Az egyes szakmák képzési programjait részletesen egyeztetjük a partner intézményekkel, így a tanulók iskolai és MVM Képzőközpont-beli képzése szervesen kapcsolódik egymáshoz.

Jelenlegi partnerintézményeink:

- Kiskunhalasi Szakképzési Centrum Kossuth Lajos Szakképző Iskola és Kollégium (Kiskunfélegyháza)
- Szegedi Szakképzési Centrum Móravárosi Szakképző Iskola (Szeged)
- Kecskeméti Szakképzési Centrum Tiszakécskei Kiss Bálint Szakképző Iskola (Tiszakécske)
- Hódmezővásárhelyi Szakképzési Centrum Kalmár Zsigmond Szakgimnázium és Szakközépiskola (Hódmezővásárhely)
- Kecskeméti SZC Kandó Kálmán Technikum (Kecskemét)

Alapító tagvállalatok:

- MVM Services Zrt.
- MVM XPert Zrt.
- MVM OVIT Zrt.
- MAVIR Zrt.
- MVM Démász Áramhálózati Kft.
- MVM Főgáz Földgázhálózati Kft.
- MVM Égáz-Dégáz Földgázhálózati Zrt.
- MVM Mátra Energia Zrt.

Forrás: mvm.karrierportal.hu

A jövő szakemberei nálunk tanulnak

Téged is várunk hegesztő, villanyszerelő és gázszerelő duális szakmai képzéseinkre!

SZAKMA / KARRIER / MVM

mvm.karrierportal.hu/dualis-szakkepzes





HÍREK AZ ATOMENERGETIKÁRÓL

Mayer György
újságíró

VÁLTOZÁS AZ OAH ÉLÉN

2021. április 29-i hatállyal lemondott Fichtinger Gyula, az Országos Atomenergia Hivatal főigazgatója. Lemondását Miniszterelnök úr elfogadta, majd szeptember 29-ei határidővel a hivatal vezetőjévé Kádár Andreát nevezte ki.

Fichtinger Gyula főigazgató feladatkörét az új vezető kinevezéséig az OAH Szervezeti és Működési Szabályzata szerint Hullán Szabolcs főigazgató-helyettes látta el.

A hivatal vezetőjének Orbán Viktor miniszterelnök 2021. szeptember 29-étől Kádár Andreát nevezte ki. Az új vezető tevékenységének elsődleges célja a hazai nukleáris felügyeleti rendszer megerősítése – tájékoztatott a sajtótárca.

Az Országos Atomenergia Hivatal a függetlenségének megerősítése érdekében jövő januártól kikerülne a kormány közvetlen ellenőrzése alól, és önálló szabályozó szervként működne tovább. Az átalakulás egy már működő és nemzetközileg is hatékynak ítélt modellnek megfelelően történne, amely a lehető legnagyobb személyi és szervezeti függetlenséget biztosítja a hivatal számára, garantálva egy erős, befolyásoktól mentes szabályozási és hatósági rendszer kiépítését – ismertette az Innovációs

és Technológiai Minisztérium az MTI-hez szeptember 29-én eljuttatott közleményében. Kádár Andrea 2003-tól a Külügyminisztériumban és Magyarország Állandó Képvisletén dolgozott Brüsszelben, majd a Miniszterelnökség Nemzetbiztonsági Irodát vezető helyettes államtitkára volt. 2014-től látta el az energiaügyért, illetve az energiapolitikáért felelős helyettes államtitkári feladatokat. Fő munkaterületét a bányászati, a villamosenergia- és földgázellátással, távhőszolgáltatással kapcsolatos kérdések mellett az atomenergia békés célú alkalmazását és a radioaktív hulladékkezelést érintő szabályozási, stratégiai ügyek határozták meg, valamint részt vett a Paks II. projekthez kapcsolódó jogszabályi keret megteremtésében, hazai és uniós egyeztetésében is. 2014 óta képviseli Magyarországot a párizsi székhelyű Nemzetközi Energiaügynökség kormányzótanácsában.

Forrás: Országos Atomenergia Hivatal és MTI

A ROSZATOM HIDROGÉNT GYÁRT A KOLAI ATOMERŐMŰBEN

Hidrogéngyártásba kezd a Roszatom az észak-oroszországi Kolai Atomerőműben. Várhatóan 2023-ban helyezik üzembe az 1 MW kapacitású vízbontó üzemet. A későbbiekben az elektrolízáló kapacitás várhatóan eléri a 10 megawattot.

Az oroszországi hidrogéngyártás kísérleti telephelyeként azért esett a választás a Kola-félszigeten működő atomerőműre, mert az alacsony egységköltségű többletenergiát állít elő, ren-

delkezik a hidrogéngyártáshoz szükséges teljes infrastruktúrával, illetve van már tapasztalata a saját szükségletet kielégítő, kis mennyiségű hidrogéngyártásban.

A Kolai Atomerőművel kapcsolatos az a hír is, hogy két új erőművi blokkal bővítik a jövőben a kapacitását. A kivitelezés várhatóan 2028-ban indul. A két új atomerőművi blokk közül az első előreláthatólag 2034-ben helyezik üzembe. „A Kolai Atomerőmű első két blokkjának üzemideje 2033-2034-ben lejár, és ezért van szükség az üzemén kívül helyezett kapacitások pótlására. A Kola II. Atomerőmű megépítésére vonatkozó

korábbi döntés alapján az építési területet már kiválasztották, és az előzetes felméréseket is elvégezték” – mondta Vaszilij Omelcsuk, a Kolai Atomerőmű igazgatója.

A két új atomerőművi blokk egyenként 600 MW kapacitású VVER reaktorról fog üzemelni.

A projekt jelenleg az előkészítő fázisban van. Az atomerőmű a paksihoz hasonló, négy VVER-440-es blokkal épült.

Forrás: Roszatom közlemény

AZ ÉPÜLŐ AKKUYUI ATOMERŐMŰBEN HELYÉRE KERÜLT AZ 1-ES BLOKK REAKTORTARTÁLYA

A Roszatom által Törökországban épített Akkuyui Atomerőműben június elején beemelték a helyére az 1-es blokk reaktortartályát. Előzőleg beszerelték alá a zónaolvadék-csapdát, elvégezték a támasztó és távtartó konzolok betonozását, valamint felvitték a reaktortartály hengeres részét védő szigetelést, illetve a tartály hőszigetelését. A reaktortartály beszerelése előtt már beépítették azt a támasztógyűrűt, amely felveszi a berendezés tömegének zömét.

A 330 tonna tömegű, 4,5 méter átmérőjű és 12 méter magas reaktortartályt egy speciális, Liebherr LR 13000 típusú, 3000 tonna teherbírású, önjáró, lánctalpas daru segítségével emelték a helyére, miután a reaktortartályt vízszintesből függőleges helyzetbe állították.

A reaktortartály beszerelését a török nukleáris hatóság, a Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) képviselői mellett a francia Assystem mérnöki vállalat független szakértői, továbbá a reaktortartály tervezője, az orosz Hidroprossz, illetve a gyártómű, a szintén orosz AEM-Tyehnologii szakemberei ellenőrizték.

A reaktortartály beépítése Open Top eljárással történt. Ez azt jelenti, hogy a reaktorépület, a hengeres konténment nyitott tetején keresztül emelték be a berendezést. Ez lehetővé teszi az építési és szerelési műveletek optimális kivitelezését, a berendezések és a csővezetékek telepítését a reaktorépület betonozásának befejezése előtt. Az eljárást már számos atomerőmű-építési projektben használták: Kínában, Japánban és Oroszországban, ahol a szintén

VVER-1200 típusú reaktorokkal szerelt Lenin-grádi Atomerőmű építése során is így emelték a helyére a reaktortartályt. Hasonlóképpen Open Top eljárással emelik be és szerelik majd az Akkuyui Atomerőmű gőzfejlesztőit, a nyomáskiegyenlítőket, a fő keringtetőszivattyúkat és a többi technológiai berendezést.

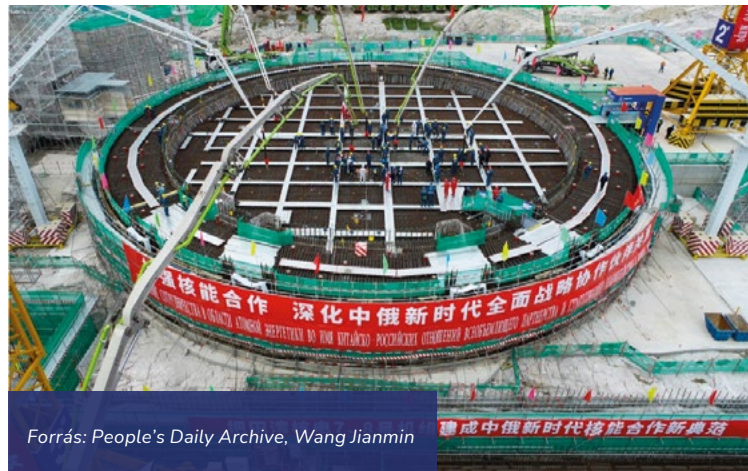
Az Akkuyui Atomerőmű 1-es blokk reaktortartályának beemelése után folytatódik még a reaktoraknában a betonozás, kialakítják a fő keringtető csővezeték és a gőzfejlesztők támasztékait. A reaktor gőzfejlesztőinek és a fő keringtetőszivattyúk házának beszerelése után kezdődhet a fő keringtető csővezeték hegesztése, amely az atomerőmű primer körének fő berendezéseit köti össze egymással.

Az Akkuyui Atomerőmű 1-es blokk reaktortartályát 2020 novemberében tengeri úton szállították Oroszországból az építési területre. A reaktortartályt a helyszínen ellenőrizték, megállapítva annak épségét és minőségének magas színvonalát.

Forrás: Roszatom közlemény

KÉT HELYSZÍNEEN NÉGY BLOKKOT ÉPÍT KÍNÁBAN A ROSZATOM

A Roszatom orosz állami atomenergetikai konszern megkezdte a kínai Tianwani Atomerőmű 7. és 8., valamint a Hszidapu Atomerőmű 3. és 4. blokkjának építését. Ebből az alkalomból ünnepséget tartottak 2021. május 19-én, amelyen Vlagyimir Putyin orosz és Hszi Csin-ping kínai elnök távkapcsolás keretében vett részt.



Forrás: People's Daily Archive, Wang Jianmin

Az építési munkálatok kezdete alkalmából Alekszej Lihacsov, a Roszatom vezérigazgatója hangsúlyozta: „A Tianwani Atomerőmű már elkészült blokkjai megbízhatóan működnek, és jelentősen hozzájárulnak Kína energiabiztonságához. Azok az egységek, amelyek Oroszország részvételével épültek meg, eddig több mint 270 milliárd kilowattóra villamos energiát termeltek.”

A Tianwani Atomerőmű 7. és 8. blokkja, valamint a Hszidapu Atomerőmű 3. és 4. blokkja egyaránt VVER-1200 típusú reaktorokkal üzemel majd. A VVER-1200 blokk típusa a Roszatom 3+ generációs nyomottvízes technológiájának zászlóshajója. Jelenleg már négy VVER-1200 típusú blokk üzemel Oroszországban, illetve egy Fehéroroszországban. A Roszatom nemzetközi megrendelésállománya 35 atomerőművi blokkra szól, amelyek 12 országban a kivitelezés különböző fázisában vannak. Oroszország és Kína közös nukleáris energetikai projektje a 2018-ban aláírt stratégiai együttműködési megállapodások részeként valósul meg.

A kínai Jiangsu tartomány Lianyungang városa mellett működő és tovább épülő Tianwani Atomerőmű az orosz-kínai gazdasági együttműködés legnagyobb projektje. Az első kettő, VVER-1000 típusú reaktorral felszerelt atomerőművet orosz szakemberek építették, és

2007-ben kezdték meg a kereskedelmi üzemeltetést. A Roszatom és a Kínai Nukleáris Ipari Vállalat 2010-ben írta alá a tianwani atomerőművi projekt következő szakaszára, a 3. és a 4. blokk építésére vonatkozó szerződést, amelyeket 2018-ban sikeresen kereskedelmi üzembe helyeztek. 2019 márciusában Pekingben a Tianwani Atomerőmű 7. és 8. egységeire, az egyenként 1200 MW-os teljesítményű blokkok építésére vonatkozó államközi szerződést írtak alá. A projekt keretében 3+ generációs VVER-1200 reaktorokkal készülő blokkok épülnek. A szerződéssel összhangban az orosz fél tervezi a reaktorszigetet és szállítja a főberendezéseket, továbbá nukleáris üzemanyaggal látja el a két blokkot. A tervek szerint 2026-2027-ben állítják üzembe az új blokkokat.

A Liaoning tartományban lévő Huludaóban található Hszidapu Atomerőmű új blokkjai is az orosz-kínai atomerőművi együttműködés részeként valósulnak meg. A felek 2019-ben írtak alá szerződést, ennek részeként a 3. és a 4. blokkot VVER-1200 típusú reaktorral szerelik, valamint az orosz fél ugyancsak vállalja a nukleáris üzemanyag-szállítást. A szerződések szerint itt is az orosz fél tervezi a reaktorszigetet, gyártja és szállítja a főberendezéseket.

Forrás: Roszatom közlemény

ÚJABB SZAKASZBA LÉPETT A DUKOVANY II. ATOMERŐMŰ PROJEKT

A Cseh Ipari és Kereskedelmi Minisztérium az előminősítő pályázaton való részvétellel három céget választott ki: az EDF-et, a Westinghouse-t és a Korea Hydro & Nuclear Power-t. Megkezdődött a lehetséges pályázók biztonsági értékelése, amely kiterjed többek között a tulajdonosi struktúrára, a beszállítói láncra, az érdekeltek és az állam közötti kapcsolatokra, a projektek megvalósításával kapcsolatos kérdésekre, a technológiaátadásra és a know-howra.

A cseh kormány 2020 júliusában keretmegállapodást írt alá a ČEZ és az Elektrárna Dukovany II projektcéggel új blokkok megépítéséről. A megállapodás arról szól, hogy a ČEZ 2024-ig pályázatot írjon ki a reaktor szállítójára, tárgyaljon a szerződésről és megkapja az összes szükséges engedélyt, hogy a blokk 2036-ban üzembe

helyezhető legyen. A kormány vállalta, hogy garanciákat nyújt a projekt esetleges politikai vagy jogalkotási kockázataira. 2021 március 8-án az Állami Nukleáris Biztonsági Hivatal kiadta a telephelyengedélyt a két új reaktorblokk létesítésére a meglévő dukovanyi atomerőmű mellett.

Forrás: world-nuclear-news.org

A ROSZATOM KUTATÓREAKTORT ÉPÍT BOLÍVIÁBAN

Luis Alberto Arce Catacora, a Bolíviai Többszempetiségű Állam elnöke és Kirill Komarov, a Roszatom orosz állami atomenergetikai konszern vezérigazgatójának nemzetközi üzletfelesztésért felelős első helyettesének részvételével tartották meg július végén a bolíviai El Alto városában a Kutatóreaktor Komplexum alapkőletéti ünnepségét, és ezzel megkezdődött a Nukleáris Technológiai Kutató-Fejlesztő Központ kulcslétesítményének építése.

A Roszatom bolíviai projektje egyedülálló a nukleáris iparban: a központ 4000 méterrel a tengerszint felett épül meg, így a világon a legmagasabban fekvő nukleáris létesítmény lesz. Megvalósítása nagymértékben hozzájárul a különböző tudományágak, köztük a nukleáris medicina, valamint a mezőgazdaság, az ipar és az oktatás fejlesztéséhez Bolíviában. A Nukleáris Technológiai Kutató-Fejlesztő Központ 500 magasan képzett szakember számára biztosít munkahelyet El Altóban és Bolívia fővárosában, La Pazban. A Nukleáris Technológiai Kutató-Fejlesztő Központ radiofarmakon készítményeket fog előállítani, és lehetővé teszi évente több mint 5000 onkológiai diagnosztikai vizsgálat és sugárkezelés elvégzését. A létesítmény részeként működő Többcélú Besugárzó Központban a mezőgazdasági termékek és élelmiszerek besugárzását végzik majd, eltarthatóságuk növelése és a mezőgazdasági és élelmiszerexport jelentős bővítése érdekében. Az élel-

miszerek besugárzása nincs hatással azok ízére és más jellemzőjére. A fogyasztók számára teljes mértékben biztonságos eljárásról van szó, e technológia iránt jelentős kereslet mutatkozik szerte a világban. A kutatóreaktor és a laboratóriumok lehetővé teszik a magasan képzett személyzet számára a fejlett kutatásokat és a továbbképzést. A bolíviai El Altóban épülő Nukleáris Technológiai Kutató-Fejlesztő Központ az egészségügy, a mezőgazdaság és számos iparág igényeit kielégítő, fejlett nukleáris technológiákon alapuló, innovatív projekt. A Központ kivitelezését a Bolíviai Atomenergia-ügynökség, az ABEN végzi a Rusatom Overseas Rt. projektcéggel, a GSPI Rt.-vel. Jelenleg a Központ építésének 1. és 2. szakasza zajlik. Még 2021-ben elkészül a Nukleáris Technológiai Kutató-Fejlesztő Központ két fő létesítménye: a Ciklotron Radiofarmakológiai Preklinikai Komplexum és a Többcélú Besugárzó Központ.

Forrás: Roszatom közlemény

MEGKEZDTEK AZ ÚJ, BALESETÁLLÓ ATF-ÜZEMANYAG HASZNÁLATÁT A ROSZTOVI ATOMERŐMŰBEN

Beemelték szeptember közepén a Rosztovi Atomerőmű 2. blokk VVER-1000-es reaktorába a TVEL, a Roszatom üzemanyaggyártó vállalata által fejlesztett kísérleti balesetálló „toleráns” üzemanyag, angol rövidítéssel ATF (Advanced Technology Fuel vagy az orosz megnevezés után Accident Tolerant Fuel) első kötegeit. A délnyugat-oroszországi Rosztovi Atomerőmű 2. blokkja a tervezett karbantartás és friss üzemanyaggal történt feltöltés után újraindult – közölte a Roszatom.

A TVSZ-2M típusú üzemanyag-kazetták mind-egyikébe tizenkét, kísérleti üzemanyaggal töltött pálcát helyeztek el. Közülük hatnak a burkolata króm-nikkel ötvözetből készült, a másik haté pedig a hagyományos cirkónium ötvözetből, amelyre krómbevonatot vittek fel.

változatába a szokásos urán-dioxid üzemanyagot töltötték. Ez megfelel a globális gyakorlatnak. A balesetálló nukleáris üzemanyag-fejlesztési programokat világszerte úgy alakítják, hogy az új, hasadó- és szerkezeti anyagok használatát fokozatosan vezetik be.



A TVEL BALESETÁLLÓ ATF-ÜZEMANYAGPÁLCÁI Forrás: Roszatom

Ezek az új technológiai megoldások lehetővé teszik, hogy a reaktorban esetlegesen bekövetkező baleset során ne tudjon a cirkónium és a vízgőz reakciója miatt robbanásveszélyes hidrogén felszabadulni.

A biztonságnövelő műszaki megoldás alkalmazása előtt a Roszatom konszern Üzemanyag, Gépgyártási és Erőművi részlegének szakembereiből álló csoport alaposan ellenőrizte az innovatív üzemanyagkötegeket, mielőtt azok a kereskedelmi üzemben termelő blokk reaktorába kerültek volna. Az újfajta üzemanyagkötegeket előzetesen meg kellett feleltetni az orosz atomhatóság, a Szövetségi Környezetvédelmi, Technológiai és Nukleáris Felügyeleti Hatóság (Rosztjehnadzor) vonatkozó engedélyének. A balesetálló üzemanyagpálcák konzervatív

A Roszatom 2018 óta teszteli az orosz nyomott-vizes VVER és a nyugati PWR reaktorokhoz tervezett balesetálló üzemanyagot. A MIR kutatóreaktorban két teljes besugárzási ciklust teljesítő kísérleti kazetták olyan üzemanyagpálcákat tartalmaznak, amelyekben négy különböző burkolat- és üzemanyag-összetétel kombinációját alkalmazzák. A kutatási eredmények alapján azt tervezik, hogy a műszaki és gazdasági teljesítményt figyelembe véve választják ki a szerkezeti anyagok és az üzemanyagok optimális kombinációját. Két besugárzási ciklust követően is hermetikusan zárt maradt az összes üzemanyagpálca. A TVEL balesetálló üzemanyagának kutatását, tervezését és tesztelését a Bocsvár Intézet biztosítja és koordinálja.

Forrás: Roszatom közlemény

MEGALAKULT A NAÜ ÉS A NUKLEÁRIS IPAR EGYÜTTMŰKÖDÉSÉNEK KERETET ADÓ BÉCSI CSOPORT

A Nemzetközi Atomenergia-ügynökség (NAÜ) és az atomenergia-ipar több mint egy tucat vezető vállalata szeptember végén megállapodott abban, hogy együtt dolgoznak a nukleáris technológia szerepének előmozdításán a világ legégetőbb kihívásainak kezelésében. Átfogó céljuk, hogy maximalizálják az atomenergia használatát, amit Rafael Mariano Grossi, a NAÜ főigazgatója „az atom elképesztő képességének” nevez az éghajlatváltozás elleni küzdelemben, a betegségek kezelésében, az éhezés megelőzésében és még sok más területen.

A NAÜ kezdeményezésére létrejött Bécsi Csoport 13 prominens cég, illetve áramszolgáltató vezérigazgatóját és elnökét foglalja magában. Az alakuló ülést az osztrák fővárosban tartották, a NAÜ közgyűlésének egyik kísérőrendezvényeként. A résztvevők közös nyilatkozatot fogadtak el, amely körvonalazza a Csoport céljait. A brazil bányászati és energiaügyi miniszter, Bento Costa Lima de Albuquerque Júnior meghívott vendégként vett részt az ülésen.

A Bécsi Csoport magas szintű fórumot biztosít a bécsi székhelyű ENSZ-szervezet és az ipar közötti rendszeres megbeszélésekhez a nukleáris terület fontos fejleményeiről és innovációs folyamatairól, valamint arról, hogyan lehet ezeket az eszközöket hatékonyabban kiaknázni, például a tiszta energián alapuló gazdaságra történő átmenet érdekében. A Csoport tagjai azon fognak dolgozni, hogy feltárják a magánszektor és a befektetők együttműködésének lehetőségeit NAÜ-vel a nukleáris-technológiák békés célú alkalmazásának elősegítésében.

A következő vállalatok a NAÜ-vel együtt a Bécsi Csoport alapító tagjai: China National Nuclear Corporation, Électricité de France, Eletronuclear, NAC Kazatomprom JSC, Mitsubishi Heavy Industries, Nucleoeléctrica Argentina, NuScale Power, Rolls Royce SMR, ROSATOM, SNC-Lavalin, Teollisuuden Voima Oyj, Urenco és Westinghouse Electric Company.

Az atomenergia kulcsfontosságú hajtóerő a tiszta és korszerű energiatermelés felé való átmenetben, és része lehet az éghajlatvédelem megoldásának. Mint az alacsony szén-dioxid-kibocsátású energia megbízható és fenntartható forrása, fontos szerepet játszik az egyre sürgetőbb erőfeszítésekben, amelyek célja, hogy korlátozzák a Föld hőmérsékletének folyamatos

emelkedését, ami gyakoribb szélsőséges időjárási eseményeket okoz. A folyamatosan rendelkezésre álló villamos energia biztosításával az atomenergia megteremti az elektromos hálózatok stabilitását, lehetővé téve továbbá az olyan időjárásfüggő, megújuló energiaforrások használatát, mint például a nap és a szél.



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

Nukleáris technikákat alkalmazva robusztusabb növényeket lehet termesztetni, amelyek képesek ellenállni az aszálynak és a felmelegedő bolygó egyéb súlyos következményeinek, ami fontos az élelmezésbiztonság megerősítése szempontjából. Az egészségügyben a nukleáris módszerek nagyon hatékonyak a rákos megbetegedések esetében, főleg a mell-, a méhnyak-, a vastagbél- és a tüdőrák kezelésében.

Még sok helyen alkalmaznak eredményesen nukleáris technikákat, például a víz- és talajgazdálkodás és talajvédelem területén, a műanyag-szennyezés kezelésére és a betegségeket hordozó rovar kártevők elleni küzdelemre.

A Bécsi Csoport évente kerekasztal találkozót tart majd, a megvitatandó témáktól függően további érdekelt felek meghívásával, a konkrét együttműködési lépések kimunkálására.

Forrás: Magyar Atomfórum Egyesület

AZ AKKUYUI ATOMERŐMŰ 4-ES BLOKKJA IS MEGKAPTA A LÉTESÍTÉSI ENGEDÉLYT

A törökországi Nukleáris Szabályozó Hatóság október végén jóváhagyta az Akkuyui Atomerőmű 4. blokkjára vonatkozó létesítési engedély kiadását az engedélyes Akkuyu Nuclear JSC vállalat számára. Az engedély kiadása azt jelenti, hogy a 4. blokkhoz kapcsolódó összes építési és szerelési munka megkezdődhet, beleértve a nukleáris biztonsági berendezésekkel kapcsolatos munkákat is.

Az engedélyezési dokumentációt 2020. május 12-én nyújtották be a török Nukleáris Szabályozó Hatósághoz (NDK). A kérelem részeként az Akkuyu Nuclear JSC beterjesztette az Akkuyui Atomerőműre vonatkozó előzetes biztonsági jelentést (EBJ) és a valószínűségi biztonsági elemzés (VBE) másolatát, valamint számos egyéb dokumentumot, amelyek alátámasztják az megépítendő, új atomerőművi blokk biztonságosságát és megbízhatóságát.

A 4-es blokk építési területén a 2021. június 30-án kelt elvi létesítési engedély alapján a létesítési engedély kiadását megelőzően már előkészítő munkálatok folytak, ezen belül méréseket végeztek, illetve munkagödör földmunkáit végezték. 2021 végére várhatóan megkezdődik a beton öntése a 4-es blokk reaktor- és turbinaépület alaplemezeibe. Ma az Akkuyui Atomerőmű a világ legnagyobb nukleáris építkezése. Az atomerőmű építési



Forrás: Roszatom

Az Akkuyui Atomerőmű 4. blokkjára vonatkozó létesítési engedélyt azt követően adták ki, hogy a Nukleáris Szabályozó Hatóság bizottsága kiértékelte az engedélyezési dokumentációt. Az engedély lehetővé teszi a blokk reaktorának és turbinaszigetének megépítését.

területén naponta 12 000 munkás, valamint több mint 1 000 építőipari berendezés és jármű, valamint 70 különböző daru dolgozik. Minden munkálatot a török kormányhivatalokkal és független ellenőrző hatóságokkal szoros együttműködésben és a felügyeletük alatt végeznek a kivitelezők.

Forrás: Roszatom közlemény

ELKÉSZÜLT AZ ELSŐ, TELJES EGÉSZÉBEN REMIX ÜZEMANYAGOT TARTALMAZÓ TESZTKAZETTA

Elkészült és a gyártást követő novemberi ellenőrzésen megfelelt az első, teljes egészében urán-plutónium (REMIX) üzemanyagot tartalmazó üzemanyagköteg, amellyel folytatják a teszteket egy orosz atomerőmű VVER-1000-es reaktorában. A REMIX üzemanyag jelentősége abban áll, hogy a jelenleg működő atomerőművek kiegészített nukleáris üzemanyaga a tárolás helyett újrahasznosíthatóvá válik, és lényegesen megnő az atomerőművek számára a jövőben rendelkezésre álló üzemanyag mennyisége.



Forrás: Roszatom

A VVER-1000-es típusú atomreaktor számára készült első REMIX üzemanyagköteget a Roszatomhoz tartozó TVEL üzemanyaggyártó vállalat Szibériai Vegyi Kombinát nevű üzemében állították elő. A VVER-1000-es reaktor szabványos TVSZ-2M üzemanyagkötegében a hagyományos, dúsított urán-dioxid helyett REMIX üzemanyaggal, azaz urán-plutónium tablettákkal töltött fűtőelempálcákat használnak. (A szabványos VVER-1000 fűtőelemköteg 312 pálcát tartalmaz.) Magukat a tablettákat a krasnojarszki területen lévő zseleznogorszki bányászati-vegyi üzemben gyártották.

A REMIX üzemanyagköteget egy teljes cikluson keresztül fogják tesztelni a VVER-1000-es reaktorban. Korábban, 2021-ben tesztelési céllal már három, egyenként hat REMIX fűtőelempálcát tartalmazó fűtőelemköteget helyeztek be a Balakovói Atomerőmű reaktorának aktív zónájába, ezúttal viszont mind a 312 pálcát REMIX üzemanyagot tartalmaz.

A REMIX (regenerált üzemanyag-keverék) egy olyan orosz innovatív fejlesztés, amely a világon jelenleg működő atomerőművek többségét adó termikus neutronos, könnyűvízes reaktorok számára biztosít üzemanyagot.

Az üzemanyagmátrix újrafeldolgozott urán és plutónium keverékéből áll, amely komponenseket a kiegészített nukleáris üzemanyag feldolgozásával nyerik ki. A gyorsneutronos reaktorok urán-plutónium (nitrid) üzemanyagától (mint például az MNUP és MOX fűtőanyagok) eltérően a REMIX üzemanyag plutóniumtartalma alacsony. Neutronspektruma nem tér el a dúsított uránt tartalmazó hagyományos üzemanyagétól, ezért az aktív zónában a fűtőelemkötegek viselkedése és a maghasadás során keletkező plutónium mennyisége általában hasonló. Az atomerőművek üzemeltetői számára ez azt jelenti, hogy a REMIX üzemanyag használatához nem kell a reaktor konstrukcióján változtatni, és nincsen szükség további biztonsági intézkedésekre sem.

Az ilyen üzemanyag bevezetése lehetővé tenné az atomerőművek számára rendelkezésre álló üzemanyag mennyiségének exponenciális növelését a zárt nukleáris üzemanyagciklusnak köszönhetően, illetve megoldhatóvá válik az atomerőművek működése nyomán felhalmozódott, kiegészített nukleáris üzemanyag újrahasznosítása az eddigi tárolás helyett.

Forrás: Roszatom közlemény

BEFEJEZŐDÖTT AZ ÖRMÉNYORSZÁGI ATOMERŐMŰ KORSZERŰSÍTÉSI ÉS ÜZEMIDŐ-HOSSZABBÍTÁSI PROJEKTJE

Alekszej Lihacsov, a Roszatom orosz állami atomenergetikai konszern vezérigazgatója november 16-án látogatást tett az Örményországi Atomerőműben abból az alkalomból, hogy befejeződött a 2. blokk korszerősítése, és lezárult a blokk üzemidő-hosszabbítási projektje.



Forrás: Roszatom

Az atomerőmű üzemidejét 2026-ig hosszabbították meg, amelynek során átalakításokat, biztonság- és hatékonyságnövelő intézkedéseket hajtottak végre. A Roszatom szakemberei által végzett kutatások és vizsgálatok alapján az atomerőmű 2. blokkjának műszaki paraméterei lehetővé teszik, hogy azt 2026 után akár további 10 évig működtessék még.

Az atomerőművi blokk korszerősítése 2015-ben kezdődött, azóta rengeteg munkát végeztek el

a biztonság növelése, a berendezések ellenőrzése és cseréje során. Mindez lehetővé tette a blokk kapacitásának 15%-os növelését. Az atomerőműben elvégzett egyik legfontosabb feladat a reaktortartály hőkezelése volt, amelynek köszönhetően sikerült a fém eredeti állapotát 85%-ban helyreállítani, miután a fémötvözetből készült reaktortartály falának mechanikai tulajdonságai a folyamatos neutronfluxus miatt az üzemeltetés során megváltoztak.

Forrás: Roszatom közlemény

VIZSGÁLJÁK A LOVIISA ATOMERŐMŰ ÜZEMIDŐ HOSSZABBÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGÉT

A FORTUM benyújtotta a finn Gazdasági és Foglalkoztatási Minisztériumhoz azt a hatástanulmányt, amely alapján döntést lehet hozni a Loviisa Atomerőmű két blokkjának üzemidő hosszabbításáról vagy bezárásáról.

A Loviisa Atomerőmű két, VVER-440 típusú reaktora 1977-ben, illetve 1981-ben kezdte meg működését, és azóta is a finn villamosenergia-rendszer megbízható és környezetkímélő forrása. A két blokk üzemeltetési engedélye 2027-ben, illetve 2030-ban jár le. A további működéshez a nukleáris biztonsági hatóság engedélye szük-

séges. A környezeti hatástanulmány két változatot vizsgál, az egyik az atomerőmű működésének folytatása 2050-ig, a másik a létesítmény leállítása és leszerelése.

A hatástanulmány értékelte az egyes változatok hatásait az emberek életkörülményeire, kényelmére és egészségére, valamint a környezetre,

a vízrendszerekre, a felszín alatti vizekre, a halászatra, a természeti területekre, a tájra és a kulturális környezetre. Figyelembe vették továbbá a közösség szerkezetére és a regionális gazdaságra gyakorolt hatásokat is. Az elemzések



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

kitértek a berendezések öregedési folyamatának kezelésére, a radioaktív hulladékok feldolgozására és elhelyezésére, valamint az esetleges vészhelyzetek kezelését szolgáló intézkedésekre. A Fortum teljes tulajdonában lévő Loviisa Atomerőmű kapacitás kihasználási mutatója 87,7% volt 2020-ban, amely nemzetközi szinten a legjobbak között van a nyomottvízes reaktorok között. Ezt a kiváló eredményt az erőmű folyamatos fejlesztése és korszerősítése teszi lehetővé. Az elmúlt öt évben a Fortum beruházásai a Loviisa erőműbe összesen mintegy 450 millió eurót tettek ki. 2020-ban az erőmű összesen 7,8 terawattóra (nettó) villamos energiát állított elő, ami a finn villamosenergia-termelés több mint 10%-a. A Fortum mintegy 700 nukleáris ágazati szakembert foglalkoztat, közülük 530 a Loviisa erőműben dolgozik. Emellett minden nap más vállalatok közel 100 állandó alkalmazottja dolgozik az erőmű területén.

Forrás: Magyar Atomfórum Egyesület

ÜZEMBE HELYEZTÉK AZ EGYESÜLT ARAB EMÍRSÉGEK BARAKAH ATOMERŐMŰVÉNEK 2. BLOKKJÁT

Az Emirates Nuclear Energy Corporation (ENEC) üzemeltetési és karbantartási leányvállalata, a Nawah Energy Company (Nawah) szeptemberben megkezdte a Barakah Atomerőmű 2. blokkjának üzemeltetését az Egyesült Arab Emírségekben. A 2. blokk egy évvel az 1. blokk indulása után készült el. Ezzel újabb fontos lépést tettek, hogy az Emírségek villamosenergia-fogyasztásának csaknem egy negyedét az atomenergia biztosítsa, segítve a fenntartható növekedést és az ország klímavédelmi céljainak teljesítését.

Az üzembehelyezést hosszú tesztelési folyamat előzte meg, amelyet a Nukleáris Szabályozási Hatóság (FANR) folyamatos felügyelete mellett végeztek. Az indítás előtt a Nukleáris Üzemeltők Világszövetsége (WANO) előzetes felülvizsgálatot (PSUR) folytatott, és meggyőződött, hogy a blokk összhangban van az atomenergia-ipar nemzetközi, bevált gyakorlatával. Következik a blokk teljesítményének fokozatos emelése folyamatos tesztelés és ellenőrzés mellett, amelynek végén a blokk megkezdheti a kereskedelmi működést.

A 20 milliárd dolláros Barakah Atomerőmű építése 2011-ben kezdődött, miután Dél-Korea 2009-ben nyert pályázatot a projektre. A Korea Electric Power Company (KEPCO) vezeti a négy APR1400 típusú reaktorból álló erőművet építő konzorciumot. Az 1. blokk építését 2012 júliusában, a 2. blokkot 2013 májusában, a 3. blokkot 2014 szeptemberében és a 4. blokkot 2015 szeptemberében kezdték meg. Jelenleg a 3. reaktor készültsége 94%, a negyedik pedig 87%.

Forrás: Magyar Atomfórum Egyesület

BEFEJEZŐDÖTT A BRESZT-OD-300-AS BLOKK ALAPJÁNAK BETONÓZÁSA

Elkészült a nukleáris sziget alaplemezeének betonozása, és ezzel újabb mérföldkőhöz érkezett a BRESZT-OD-300-as, gyorsneutronos, ólomhűtésű reaktorral készülő, orosz, innovatív atomerőművi blokk építése a Roszatom TVEL üzemanyaggyártó vállalatához tartozó Szibériai Vegyi Kombinát telephelyén – közölte november végén a cég.

A 90x82 méteres nagyságú alaplemez 2,5 méter vastag és kilenc különálló egységből áll. Az alapbeton elkészítésével kapcsolatos munkálatokat fővállalkozóként az orosz Titan-2 vállalat végezte a szentpétervári székhelyű Vasbeton-szerkezetek Kutatóintézetének tudományos támogatásával.



Forrás: Roszatom

A nukleáris sziget alaplemezébe csaknem 19 ezer köbméter betont öntöttek be, és 4,3 ezer tonna betonacélt használtak fel hozzá. A BRESZT-OD-300-as blokk alaplemezeének szilárdsága lényegesen nagyobb, mint a hagyományos termikus neutronos atomerőműveké. Az alaptest betonozását körültekintő kutatás előzte meg, a beton tulajdonságait előzőleg alaposan vizsgálták, hogy biztosítsák az előírt minőséget. 2021 májusában ehhez elkészítették az alaplemez modelljét, hogy a szakemberek tesztelhessék a különálló egységek közötti összeköttetések minőségét. Az alaplemez 6,4 méter mélyen helyezkedik el a terepszint alatt. A kivitelező jelenleg a határolófalak építésén dolgozik. A BRESZT-OD-300-as ólomhűtésű, gyorsneutronos blokk teljesítménye 300 MW lesz. A betonozás 2021. június 8-án kezdődött a Szibériai Vegyi Kombinát telephelyén, az oroszországi Tomszki területen található Szeverszkben.

A reaktor kifejezetten az ehhez a létesítményhez kifejlesztett vegyes urán-plutónium (nitrid) üzemanyaggal működik majd (ezt tartják az optimális üzemanyagnak az ilyen gyorsneutronos reaktorok számára). Az erőmű részét képezi majd annak a Kísérleti Demonstrációs Energetikai Komplexumnak, amely három, egymással

összekapcsolt létesítményből áll. A BRESZT-OD-300-as blokk mellett helyet kap a komplexumban egy, a kiegészítő fűtőelemek újrafeldolgozására szolgáló létesítmény, illetve egy üzemanyagot gyártó egység is. A létesítmény azért különleges, mert az atomenergetika történetében most először létesül egy olyan gyorsneutronos reaktorral működő atomerőmű, amellyel a csatlakozó, a zárt nukleáris üzemanyagciklust megvalósító létesítmények egy telephelyre kerülnek. A működés során a gyorsneutronos reaktorban keletkező, kiegészítő üzemanyagot feldolgozzák (reprocessálják), ami lehetővé teszi, hogy a rendszer fokozatosan önellátóvá váljon. A Kísérleti Demonstrációs Energetikai Komplexum a Roszatom Proriv (Áttörés) projektjének keretében épül, amelynek célja a nukleáris ipar új technológiai platformjának kifejlesztése.

Forrás: Roszatom közlemény



HÍRVILÁG – KITEKINTŐ

Mayer György
újságíró

BŐVÜLT A MAGYAR-SZLOVÁK HATÁRKERESZTEZŐ KAPACITÁS

Április végén Szijjártó Péter külgazdasági és külügyminiszter a Győr-Moson-Sopron megyei Gönyűn Igor Matovič szlovák miniszterelnök-helyettessel és pénzügyminiszterrel átadták a Duna felett átívelő, két országot összekötő távvezetékét.

A Gönyű és Bős (Gabčíkovo) közötti, másfél kilométeres, valamint a Sajóivánka és Rimaszombat (Rimavská Sobota) közötti, 23 kilométeres távvezetékekkel két ponton kötötte össze a két országot a távvezetékét, amelyek egyenként 400 kilovoltosak.

Szijjártó Péter szerint ezek a távvezetékek nemcsak Magyarország, hanem egész Közép-Európa biztonságos energiaellátását javítják, hozzájárulnak a villamosenergia-átviteli rendszerű stabilitásának növeléséhez, támogatják a megújuló forrásokból származó villamos energia észak-déli irányú áramlását, és elősegítik a nemzetközi villamosenergia-piac fejlődését. Magyar oldalon a beruházás összege elérte a 13 milliárd forintot. A fejlesztéseknek köszönhetően a bővülő nemzetközi összeköttetések legforgalmasabb észak-kelet-déli áramlási útvonalán biztosítják

az egységes európai villamosenergia-rendszer egyensúlyát, emellett garantálják az északkelet-magyarországi térség hosszú távú ellátásbiztonságát is. Hozzátette, hogy az autóipar átalakulása és a klímacélok elérése is azt vetíti előre, hogy növekedni fog a villamosenergia-igény a következő időszakban, ezért fontos, hogy Magyarország a nukleáris és a megújuló energiaforrások kapacitásának növelésével biztosítsa az ország és a gazdaság működéséhez szükséges villamos energiát.

Biczók András, a Mavir Zrt. elnök-vezérigazgatója elmondta, hogy a két ország összeköttetésének célja az volt, hogy növekedjen az ellátás biztonsága. Hozzátette, hogy ez a hálózat Portugáliától Törökországig tart, és minden egyes változást minden ország megérzi az ellátásban.

Forrás: mti.hu

A VILÁG LEGNAGYOBB SZÉLPARKJA KÉSZÜL

A világ egyik legnagyobb szélerőmű-parkját készül felépíteni az Északi-tengeren a német BASF vegyipari konszern és az RWE energiaipari konszern közös beruházással. A 2 gigawatt áramtermelési kapacitásával a világ egyik legnagyobb szélerőmű parkja a BASF ludwigshafeni üzemét látja majd el zöldenergiával 2030-tól. A megtermelt áram egyötödét a BASF a zero szén-dioxid-kibocsátási mérlegű üzemanyagcellás meghajtásokhoz szükséges hidrogén előállítására használja majd fel.

A szélerőmű-park és a hidrogén előállításához szükséges elektrolízis üzem létesítésének a beruházási költségét több mint 4 milliárd euróra becsülik az együttműködő felek.

A BASF vezérigazgatója, Martin Brudermüller szerint a projekt „világítótornyoként” jelzi majd a Németország fenntartható termelőipari telephelyként játszott ígéretes jövője felé vezető utat.

„Elektromosítással és szén-dioxid-kibocsátás mentes hidrogén alkalmazásával együtt kívánjuk felgyorsítani a szén-dioxid-semleges vegyipar megteremtését” – fogalmazott.

Az együttműködő felek azonban a közleményükben jelezték, hogy a projekt csak a politika hathatós támogatásával lesz megvalósítható. Meg kell teremteni ugyanis a kivitelezés feltételeit az áramelosztó hálózat kapacitásbővítési terveinek a módosításával, a tengeri szélérőmű parkok tenderkiírásainak a bővítésével. Hangsúlyozták egyúttal, hogy a beruházás megvalósításához nem lesz szükség költségvetési támogatások igénybe vételére.



A KÉP ILLUSZTRÁCIÓ

Forrás: basf.com

AZ ABB MEGERŐSÍTI A SZÉN-DIOXID-KIBOCSÁTÁS CSÖKKENTÉSE IRÁNTI ELKÖTELEZETTSÉGÉT

Az ABB a tudományosan megalapozott, ambiciózus céljai elérését szolgáló lépései részeként arra vállalt kötelezettséget, hogy 2030-ra a járműflottáját elektromos hajtású járművekre cseréli, kizárólag megújuló forrásból származó villamos energiát szerez be, és új, energiahatékonysági célokat határoz meg, köztük az energiagazdálkodási rendszerek szisztematikus alkalmazását.

Az új Fenntarthatósági Stratégiája (Sustainability Strategy) részeként, és összhangban az alacsony szén-dioxid-kibocsátású társadalom megvalósítására irányuló törekvéseivel, a cég elkötelezte magát, hogy partnerként együttműködik ügyfeivel és a beszállítóival kibocsátásuk csökkentése érdekében, és hogy 2030-ra saját tevékenységeiben karbonsemlegességet érjen el. A június 5-ei környezetvédelmi világnap előtt, az ABB bejelentette, hogy csatlakozik a nemzetközi nonprofit szervezet, a Klímacsoport (The Climate Group) három kezdeményezéséhez is, összhangban saját kibocsátásának csökkentését célzó cselekvési tervével és fókuszterületeivel:

A vállalat saját kibocsátáscsökkentési céljait az SBTi (Science Based Targets initiative) kezdeményezés keretében is megerősítették, így alátámasztva, hogy azok összhangban állnak a Párizsi Éghajlatvédelmi Egyezményben rögzített azon törekvéssel, hogy a hőmérsékletemelkedés mértékét 1,5 °C alatt tartsák. Az SBTi kezdeményezésben partnerként nem kormányzati szervezetek, a CDP, az ENSZ Global Compact (UNGC),

a World Resources Institute (WRI) és a World Wildlife Fund (WWF) vesznek részt. Az SBTi a tudományos megalapozottságú célok kitűzése terén meghatározza és támogatja a jó gyakorlatokat, illetve független szervezetként értékeli a vállalatok célkitűzéseit.

Az ABB csatlakozott a globális hőmérséklet-emelkedés 1,5 °C alatt tartását célzó „Business Ambition for 1,5 °C Campaign”-hez is. Ez egy globális koalíció, amelyet ENSZ-szervezetek, vállalatok és az iparágak vezető képviselői alkotnak. Vezetését az UNGC látja el.

Az ABB fenntarthatósági stratégiája egyértelműen a legnagyobb hatást gyakorló területekre összpontosít: a kibocsátások csökkentésével és az erőforrások megőrzésével támogatja az alacsony szén-dioxid-kibocsátású társadalom kialakítását, illetve az integritás és az átláthatóság iránti erős elköteleződésével támogatja a társadalmi haladást. A stratégia részeként 2021-től kezdődően az ABB a felsővezetői javadalmazásába konkrét, a fenntarthatósággal összefüggő célokat épít be.

Forrás: abb.com

EURÓPA EGYIK LEGNAGYOBB AKKUMULÁTOROS ENERGIATÁROLÓJÁT ÉPÍTI A SIEMENS

A Siemens és a ZukunftsEnergie Nordostbayern GmbH (ZENOB) augusztus elején szándéknyilatkozatot írt alá Wunsiedelben egy 100 megawattos akkumulátoros energiatároló létesítmény kulcsrakész felépítéséről.

A 200 megawattóra tárcapacitású telep rendeltetése lesz, hogy a megújuló forrásból származó energiatöbblettel szolgálja ki a keresletet a villamosenergia-hálózatban jelentkező csúcsidőszakokban.

Az ötezer négyzetméteren felépülő energiatároló létesítmény húszezer átlagos háztartás egy éven át történő áramellátására lesz képes. A lítiumion-akkumulátoros tárolórendszert a Fluence, a Siemens és az AES vegyes vállalata szállítja. A projektet a Siemens vezeti, beleértve a koncepció technológiai megvalósítását,

valamint a közép feszültségű kapcsolórendszer kiépítését és a telep magasfeszültségű energiahálózattal való összekapcsolását is.

Az energiatároló létesítmények segítenek a villamosenergia-hálózat stabilizálásában és a megújuló forrásból származó energia jobb hasznosításában. A Fluence készülő tárolórendszerét nagy mennyiségű zöldenergia tárolására és kibocsátására tervezték. A tiszta energia ennek köszönhetően az előállítástól eltérő időszakokban, többek között a drága csúcsterhelés idején is rugalmasabban felhasználhatóvá válik.

Forrás: Siemens közlemény

CSAKNEM HÁROMEZREN VOLTAK ERŐMŰLÁTOGATÁSON

Az erőművek és a fűtőművek október 8-án országszerte 35 helyszínen nyíltak meg a látogatók előtt, az Erőművek Éjszakája idei programjaira csaknem háromezren regisztráltak – tájékoztatta az esemény főszervezője, a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal (MEKH) az MTI-t.

Az esemény megnyitóján, a Paksi Atomerőmű Tájékoztató és Látogatóközpontjában Scherer Zsolt, a MEKH szóvivője a közlemény szerint elmondta, hogy az Erőművek Éjszakája nemcsak a technológiáról, hanem a fenntartható környezetről és a tudatos felhasználóról is szól. Az energia- és távhőtermelés kulisszatitkainak bemutatásával a MEKH arra kívánja felhívni a figyelmet, hogy környezetünk védelme érdekében érdemes okosan bánni erőforrásainkkal. Kovács Antal, az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. kommunikációs igazgatója a megnyitón arról beszélt, hogy az Európai Unió tudományos szervezete a megújuló energiaforrások közt ismerte el az atomenergiát, ugyanakkor a személyes benyomások is nagyon fontosak az atomerőmű kapcsán. Hozzátette, hogy az atomerőmű évente közel 40 ezer látogatót fogad, akik a helyszínen

győződhetnek meg arról, hogy az atomerőmű biztonságosan és szén-dioxid kibocsátása nélkül állítja elő Magyarország villamosenergia-termelésének felét.

Az Erőművek Éjszakáján a látogatókat számos érdekes programmal, közelről is megtekinthető berendezésekkel és szakértő idegenvezetéssel várták a szervezők, többek között a Paksi Atomerőműben és az MVM Csoport erőműveiben is. 2021-től a Távhőszolgáltatás Napja és az Erőművek Éjszakája szorosan kapcsolódik egymáshoz, így amellet, hogy az érdeklődők megismerhetik a városi fűtőművek működését, részesei lehetnek azoknak a közösségi programoknak is, amelyekkel a távhőszolgáltatók az ország számos pontján várják a látogatókat – írták a közleményben.

Forrás: mti.hu

EZ LESZ A VILÁGON A LEGNAGYOBB NAPELEM FARM

Tovább bővíülhet a világ legnagyobb napelemes és energiatárolási projektje – írta október közepén a PV Magazine. A szingapúri székhelyű Sun Cable bejelentette, hogy növelni akarja az Észak-Ausztráliába tervezett, 26 milliárd dolláros Australia–ASEAN Power Link (AAPL) termelékenységét és tárolási kapacitását.

A koncepció lényege, hogy az ausztrál Outback nevű régióban egy gigantikus napelemparkot építsenek fel, az itt megtermelt energiát pedig egy víz alatti hálózattal vezessék Szingapúrba. A ritkán lakott Outbackre, amely az ország nagy részét elfoglalja, isten háta mögötti vidékként is szoktak hivatkozni. A projekt eleve példátlan-nak számít a napelemes piacon, David Griffin, a Sun Cable vezérigazgatója azonban bejelentette, hogy tovább akarják bővíteni a rendszert. Mint mondta, a napelemes technológia fejlődésének köszönhetően az AAPL jelentősen nagyobb lesz az eredetileg tervezett 14 gigawattos rendszernél. Griffin hozzátette, ez bizonyosan költségnövekedéssel is jár majd, a pontos

számokról azonban csak szeptember végén fognak tudni tájékoztatást adni.

A 14 gigawattos, az ausztrál 5B által gyártott panelekből felépülő park már eleve az AAPL része. A telephez a tervek szerint egy 33 gigawattórás tárolót is kapcsolnak majd. A parkot egy 12 ezer hektáros területen akarják kialakítani Powell Creeknél, a telepről az ausztráliai Darwinba, valamint Szingapúrba küldenék az áramot egy 4500 kilométer hosszú, hol felszín feletti, hol víz alatti hálózat segítségével. A projekttel a számítások alapján több mint 3 millió háztartás éves energiaszükségletét elégíthetik majd ki.

Forrás: alternativenergia.hu

MÁR MŰKÖDŐKÉPES A VILÁG LEGNAGYOBB ÚSZÓ SZÉLERŐMŰPARKJA

A Kincardine tengeri szél erőműpark 15 km-re található a kelet-skóciai Aberdeenshire partjaitól, 60 és 80 méter közötti vízmélységben. 50 MW-os beépített kapacitásával jelenleg ez a világ legnagyobb úszó szél erőműparkja – közölte októberben az nrgreport.com.

Szintén különleges, hogy a valaha úszó platformokra telepített szélturbinák közül az alábbi projekthez telepítettek a legnagyobb kapacitásúak. A Kincardine park évente több mint 200 GWh-nyi zöldáramot fog termelni, ami több mint 50 000 skót háztartás ellátásához elegendő megújuló villamos energiát jelent. A projekt megvalósításáért az ipari infrastruktúra- és energiaprojektek fejlesztésére specializálódott Cobra Group leányvállalata, a Cobra Wind felelt, beleértve a tervezést, a kivitelezést, a telepítést és az üzembe helyezést.

Jaime Altolaquirre, a Cobra KOWL (Kincardine Offshore Windfarm Ltd.) projektigazgatója szerint a Kincardine tengeri szél erőműpark bemutatja, hogy a rendelkezésre álló legnagyobb és legfejlettebb szélturbinákat úszó platformokra is lehet telepíteni a kihívásokkal teli, északi-tengeri környezetben. A projekt bizonyítja, hogy az úszó szél erőművek nemcsak Skóciában és az Egyesült Királyságban, hanem az egész világon létfontosságú szerepet játszhatnak az éghajlatváltozás elleni küzdelemben.

Forrás: nrgreport.com

