

# ENERGIAPIACI PUZZLE A TECHNOLÓGIAI ALKALMAZKODÁS FONTOSSÁGA

XXIX. KAPCSOLT HŐ- ÉS VILLAMOSENERGIA-  
TERMELÉS KONFERENCIA

Mátraháza, 2026.03.10.

**Dr. Kiss Csaba**

MKET Elnökségi tag

Termelési vezérigazgató-helyettes, MVM Zrt.



# VILÁGMÉRETŰ ENERGIAÉHSÉG: GYORSULÓ FOGYASZTÁS

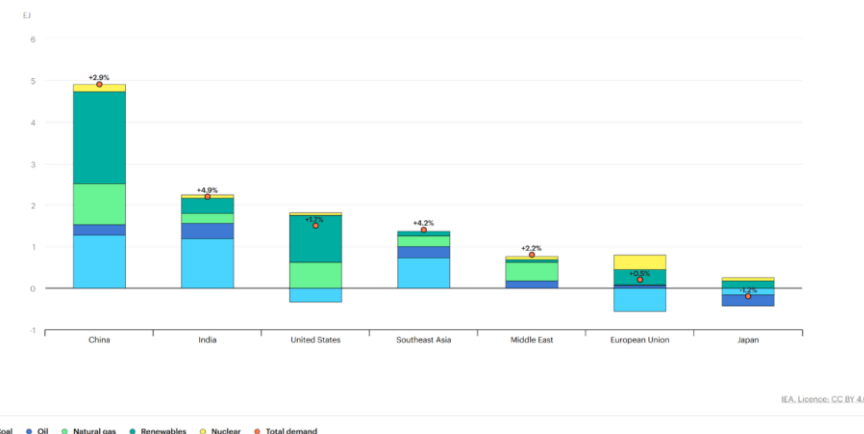
## Globális energiafogyasztás növekedése:

- 2024-ben +2.2% növekedés, gyorsabb, mint az elmúlt 10 év átlaga (1.3%)
- A villamos energia iránti kereslet +4.3%-kal nőtt – rekord szintű növekedés

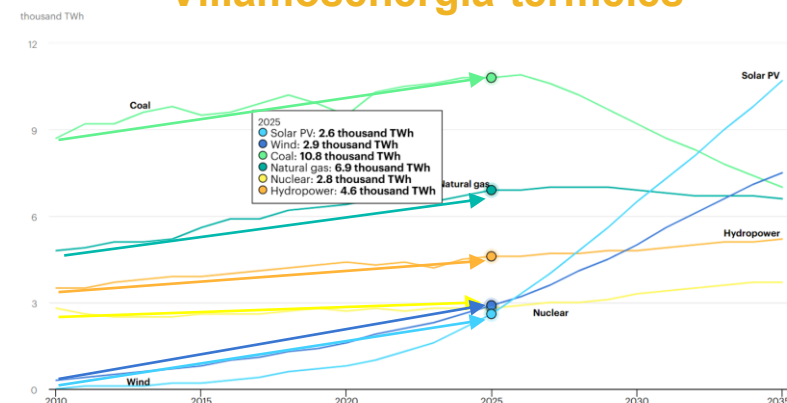
## Fő hajtóerők:

- Digitalizáció, AI adatközpontok (ChatGPT: 2,9 Wh/keresés (LED-es fényforrás 1 óra!))
- Elektromos járművek és hőszivattyúk terjedése
- Növekvő lakossági igény (pl. légkondicionálás, elektromos eszközök)
- Fejlődő országok iparosodása

## Az energiaigény növekedése régiónként



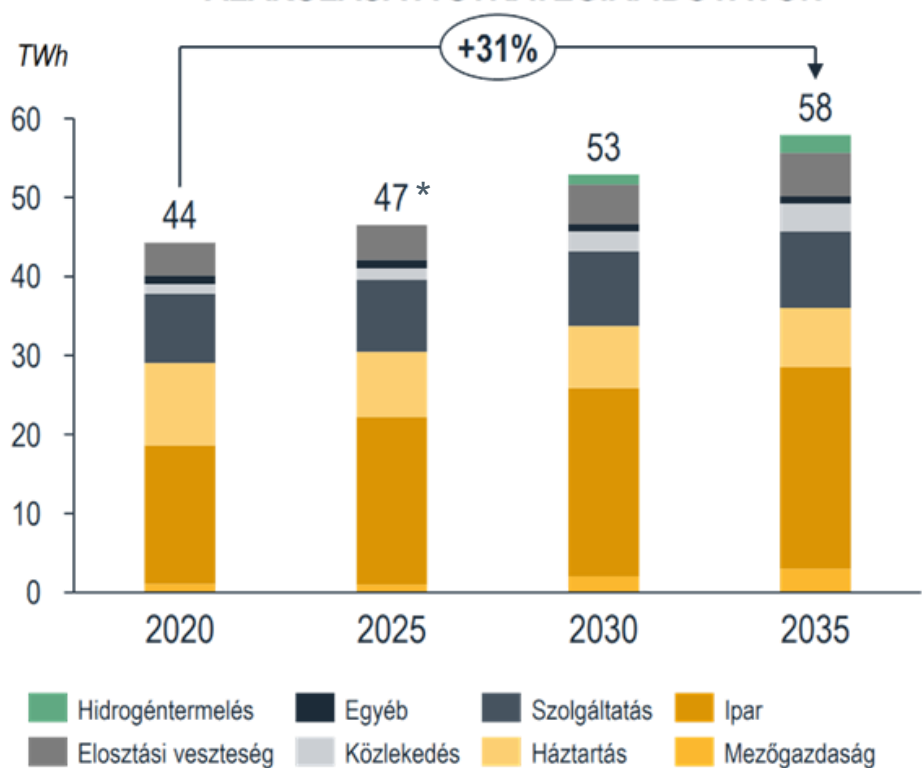
## Villamosenergia-termelés




# MAGYARORSZÁGI VILLAMOSENERGIA PIACI HELYZETKÉP




VÁRHATÓ VILLAMOSENERGIA-KERESLET  
ALAKULÁSA A STRATÉGIAI IDŐTÁVON

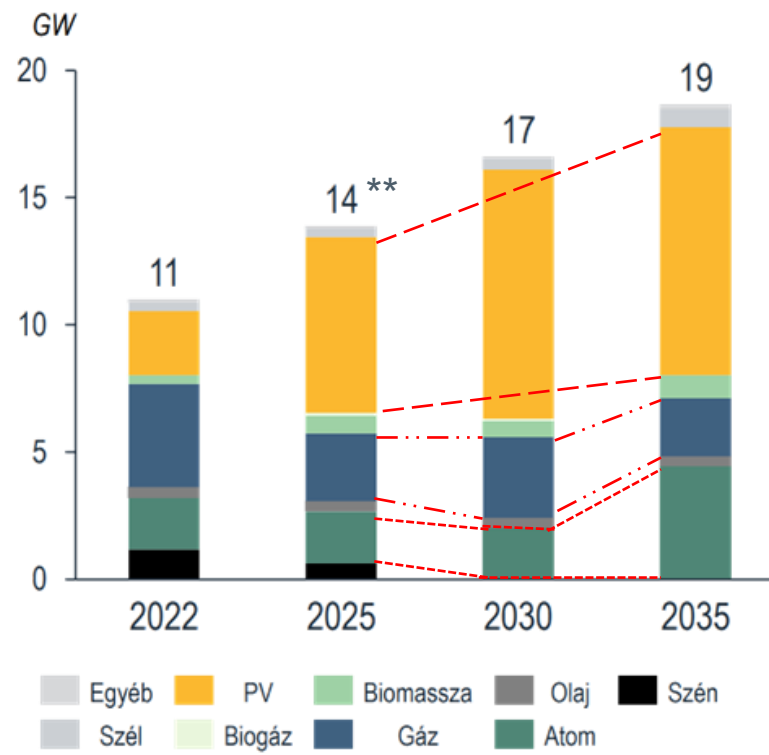



Jelentős PV  
kapacitás  
növekedés 


Szénalapú  
termelés  
kivezetése 

A földgáz-  
tüzelésű  
erőművek  
rugalmassága  
a megújulók  
szolgálatában 

A HAZAI NETTÓ BEÉPÍTETT  
KAPACITÁS VÁRHATÓ ALAKULÁSA 2035-IG



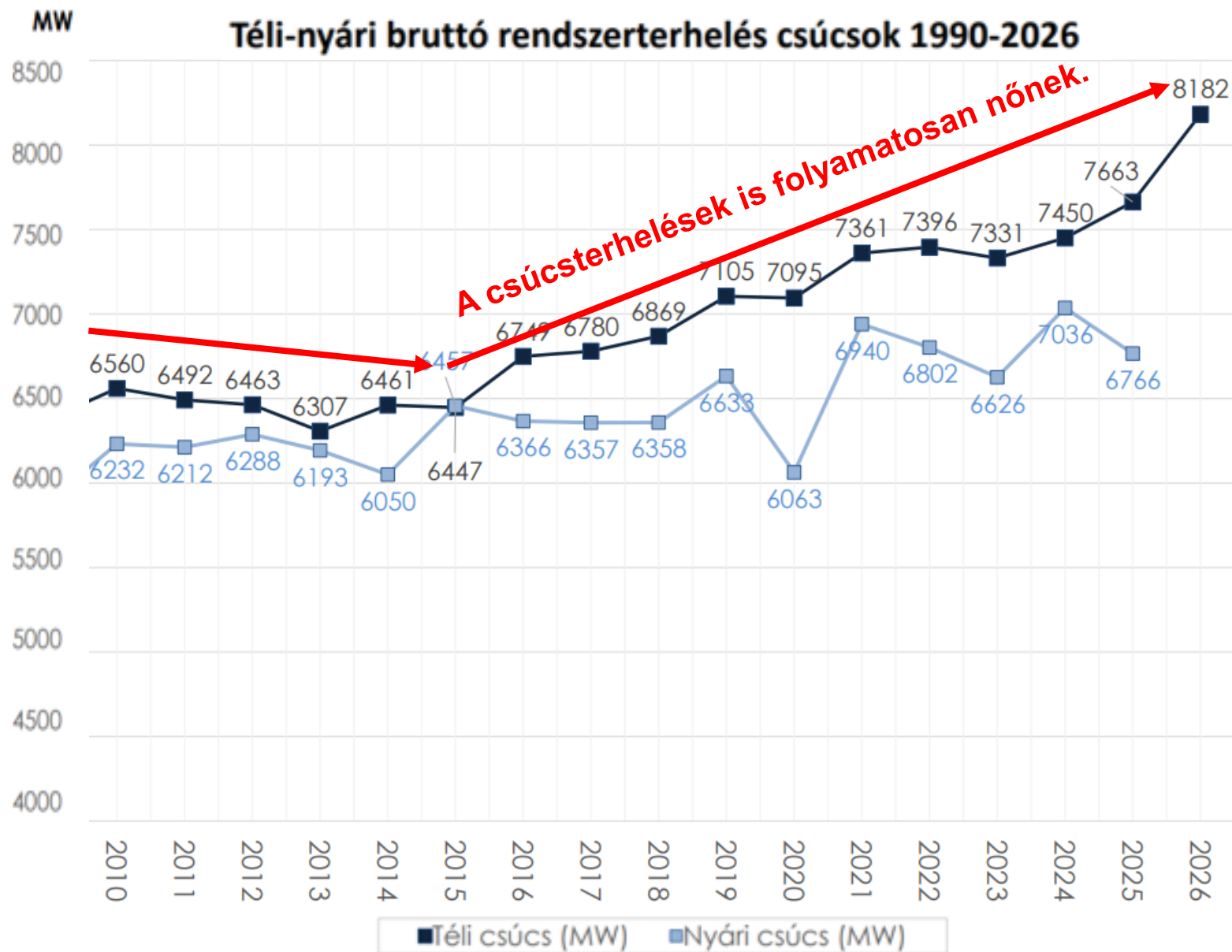
**Paks 1**  
működése  
következő  
évtizedekben  
biztosított lesz 

**Paks 2**  
belépése  
a következő  
évtized elejére  
tervezett 

\*Tény: 48 TWh

\*\*Tény: 16 TWh

# TÉLI ÉS NYÁRI TERHELÉS CSÚCSOK



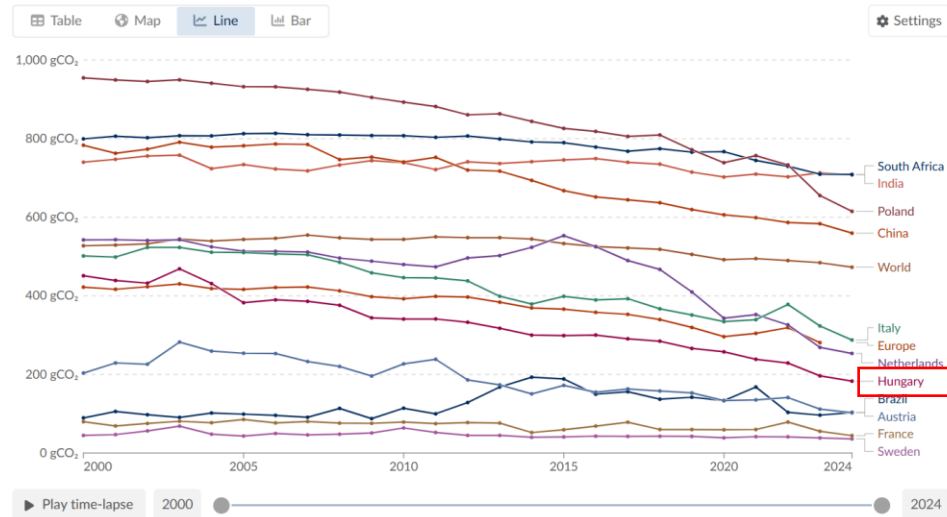
# KIBOCSÁTÁSI REKORDOK DŐLNEK, A KLÍMA NEM VÁR!

## CO<sub>2</sub> kibocsátás 2024-ben:

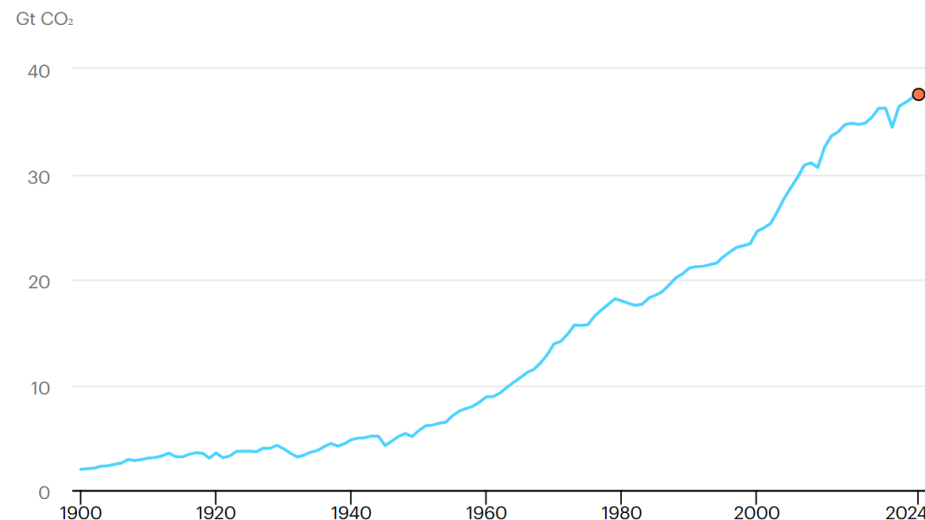
- Rekord: 37,8 milliárd tonna CO<sub>2</sub>
- Légköri CO<sub>2</sub> koncentráció 50%-kal magasabb, mint az iparosodás előtt
- Kína (~29%), USA (~14%), EU (~7%), India (~7%)

### Carbon intensity of electricity generation, 2000 to 2024

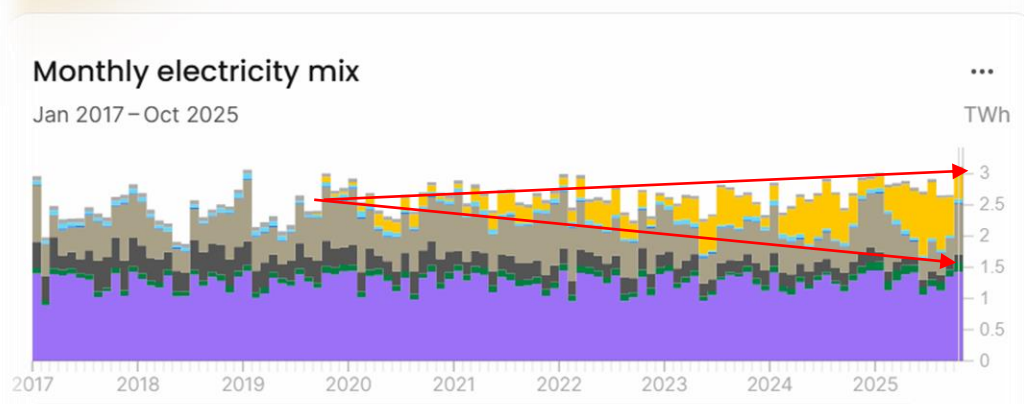
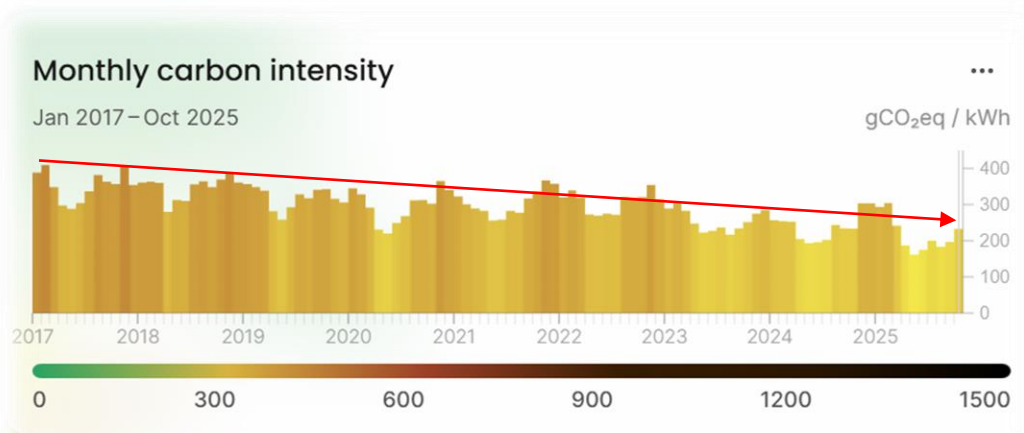
Measured in grams of carbon dioxide-equivalents emitted per kilowatt-hour of electricity generated. Emissions are estimated on a lifecycle basis, including upstream, supply-chain and manufacturing stages, and cover all greenhouse gases.



## A szén-dioxid kibocsátás növekedése

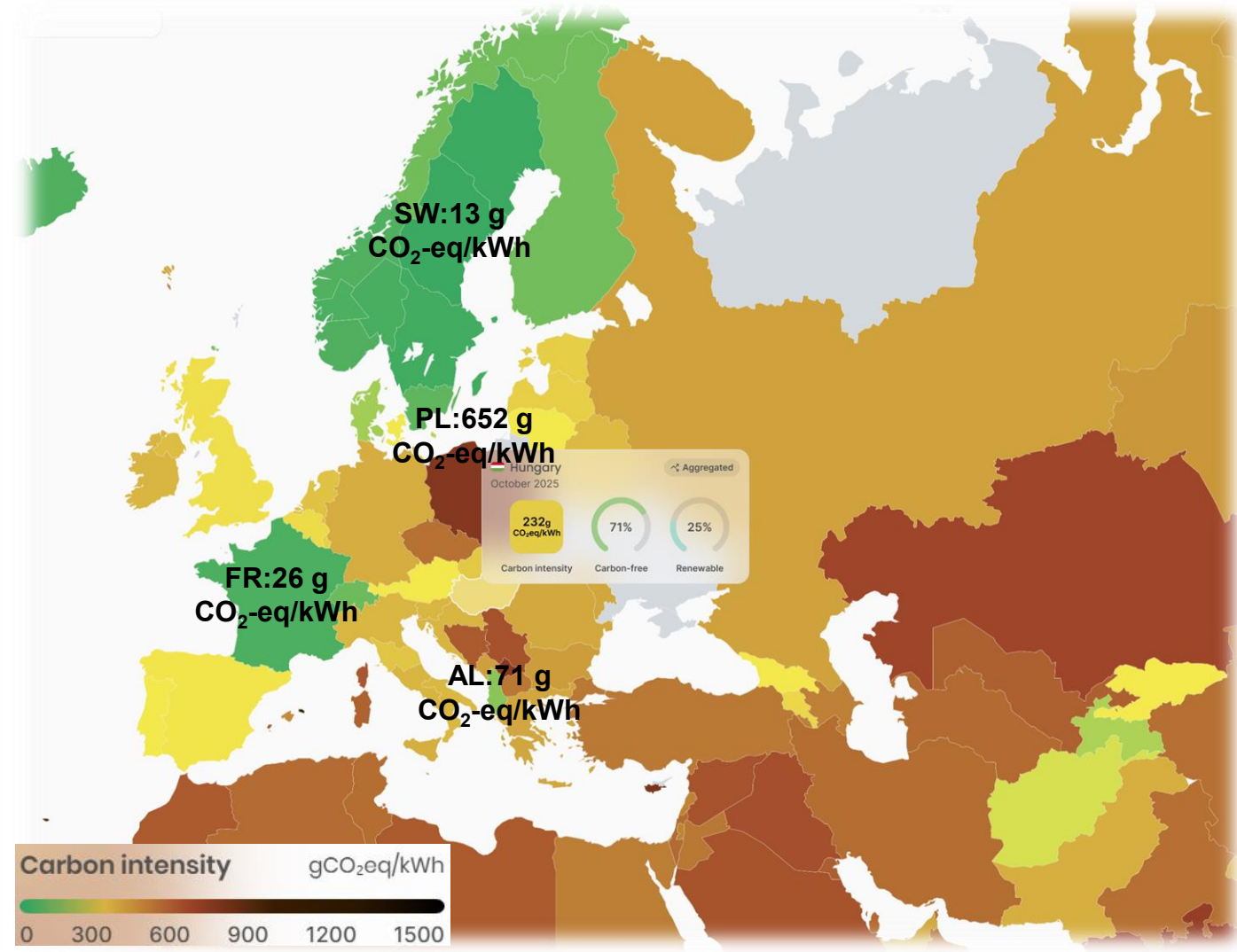


# CO<sub>2</sub> INTENZITÁS MAGYARORSZÁGON



This chart does not include flow data. Flows are visible in hourly views. Read more about our historical aggregations [here](#).

- Nuclear
- Geothermal
- Biomass
- Coal
- Gas
- Oil
- Hydro
- Wind
- Solar
- Unknown





# ENERGETIKAI PUZZLE, AHOL MINDEN DARAB MOZOG

## Régen voltak a nagy erőművek:

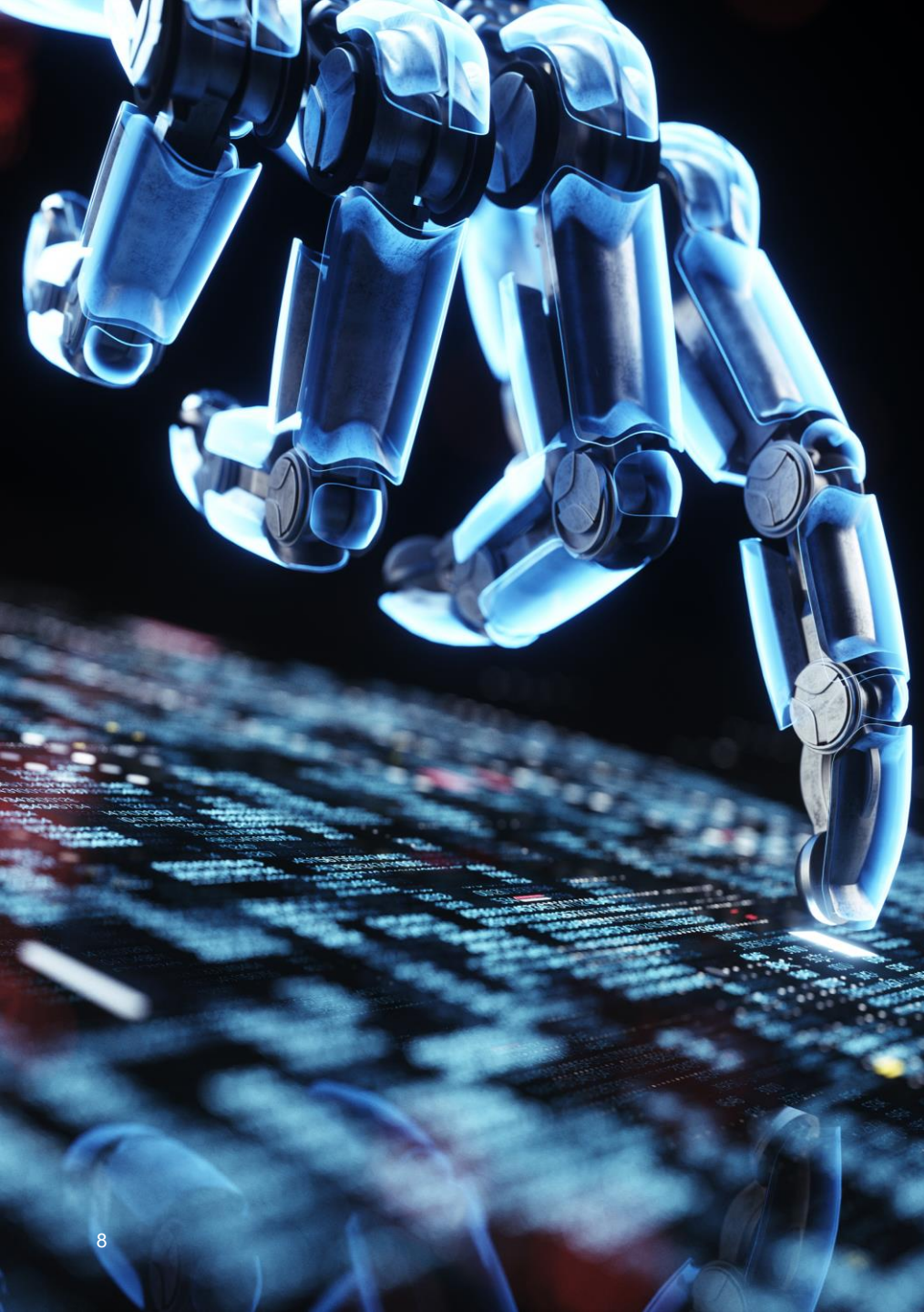
- szén, gáz, atomerőmű, import
- ha 1 kiesett, lehetett pótolni vagy kezelni a problémát
- a kép nem változott gyorsan

## Van-e elég darab a kép kitöltéséhez?

## Ma van 1–2 millió mini puzzle-darab:

- Napelemek
- Akkumulátorok
- e-autók
- Fogyasztók
- ipari háttértárak, adatközpontok
- rugalmas fogyasztás
- új piacok (FCR, aFRR, mFRR)

**A darabok vajon a jó helyen lesznek-e a következő időpillanatban?**



# KIBERBIZTONSÁG AZ ÚJ SZEREPLŐ

## **A digitalizáció nem opció: kötelező (és sérülékeny) realitás**

- minden inverter, akkumulátor, okosmérő, mini számítógép → távoli irányítás → távvezérlés → új támadási felületek a rendszer tele van IoT eszközökkel

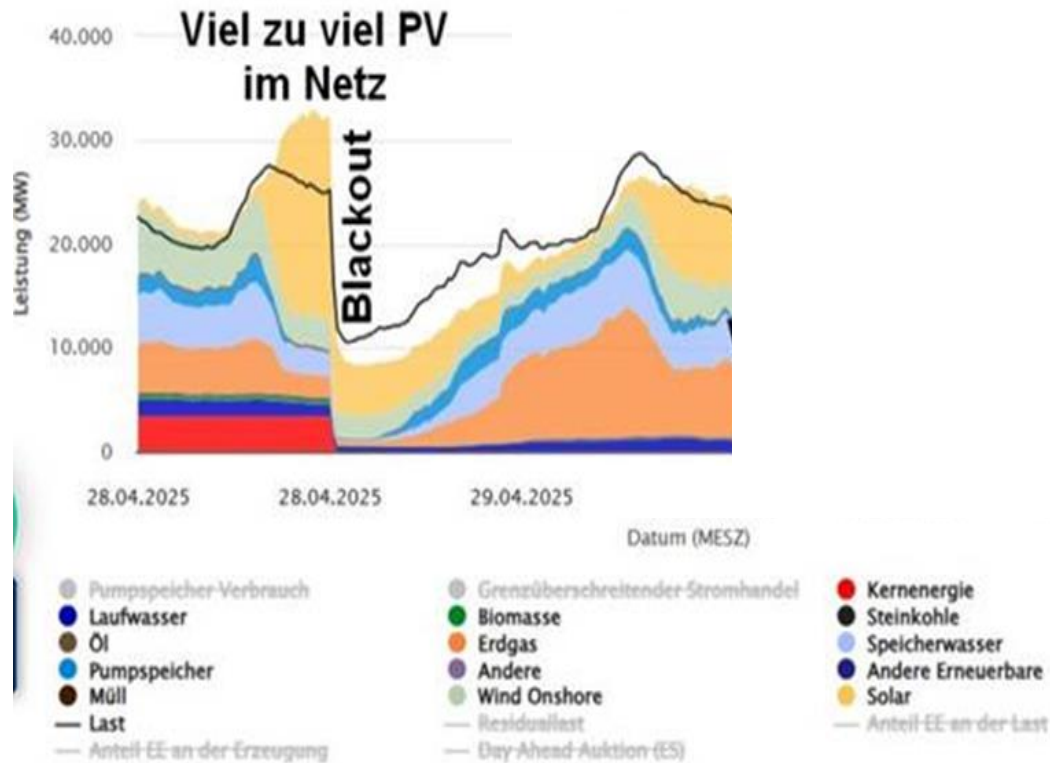
## **A támadások célja sokszor nem a leállítás – hanem a bizonytalanság keltése**

- Adatmásítás
- ütemezés megzavarása
- frekvencia és terhelés ingadoztatása
- kereskedelmi pozíciók befolyásolása

## **A decentralizált rendszer új kockázatot hozott**

- Régen elég volt pár erőmű szerverét védeni.
- Ma több millió eszközt kell — invertereket, okosotthonokat, autótöltőket, mérőket.

# A FŐSZEREPLŐ, AKIT AKKOR VESZÜNK ÉSZRE, AMIKOR NINCS

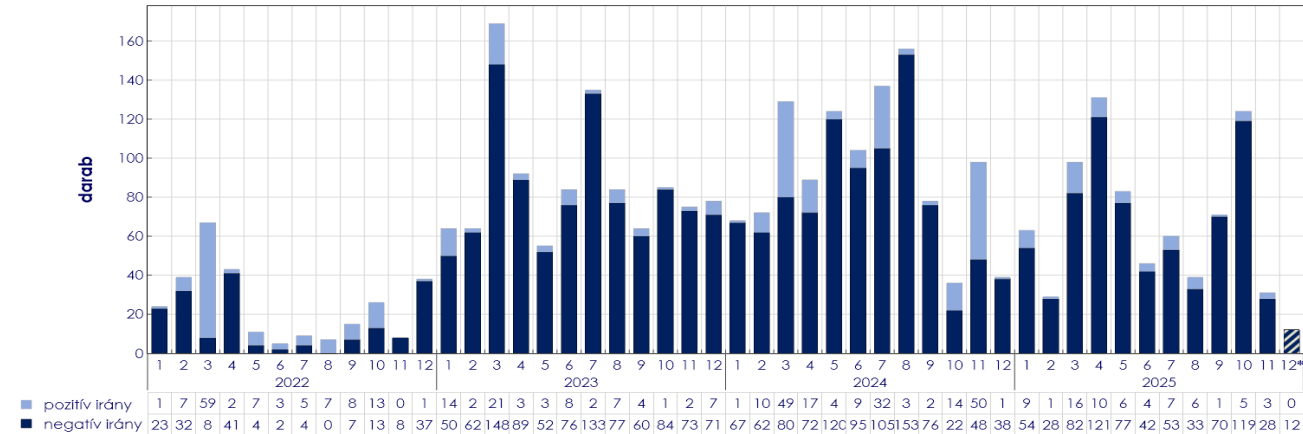


- 2025. április 28-án Spanyolország és Portugália nagy részén példátlan áramszünet bénította meg az életet.
- Több mint 50 millió ember maradt áram, internet, telefon és víz nélkül.
- Leállt a metró, a vonatközlekedés, a repülőjáratok, nem lehetett bankkártyával fizetni.
- A blackout öt másodperc alatt omlasztotta össze a hálózatot, miután 20 GW termelés tűnt el a rendszerből.

# NÖVEKVŐ KIEGYENLÍTLENSÉGEK

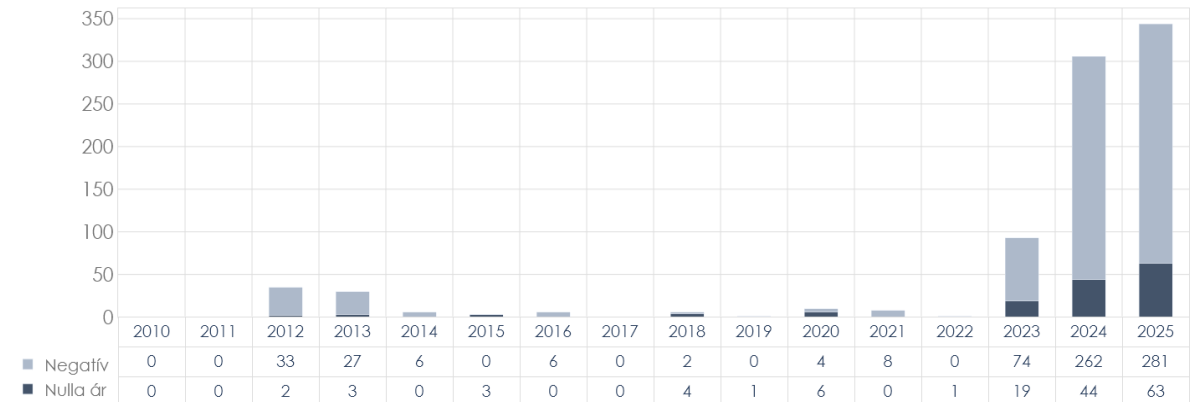
- Növekszik a tervezhetőség bizonytalansága, az időjárásfüggő megújulók elterjedésével.
- Egyre gyakoribbá válnak a nagy, akár 400 MW-ot is meghaladó negyedórás kiegyenlítőtlenségek.
- A rendszernek fel kell készülni a megfelelő tartalékok biztosításával.
- Egyre gyakoribbak a negatív áras időszakok.

400 MW-ot meghaladó negyedórás kiegyenlítőtlenségek darabszáma



\*2025. 12. 19-ig

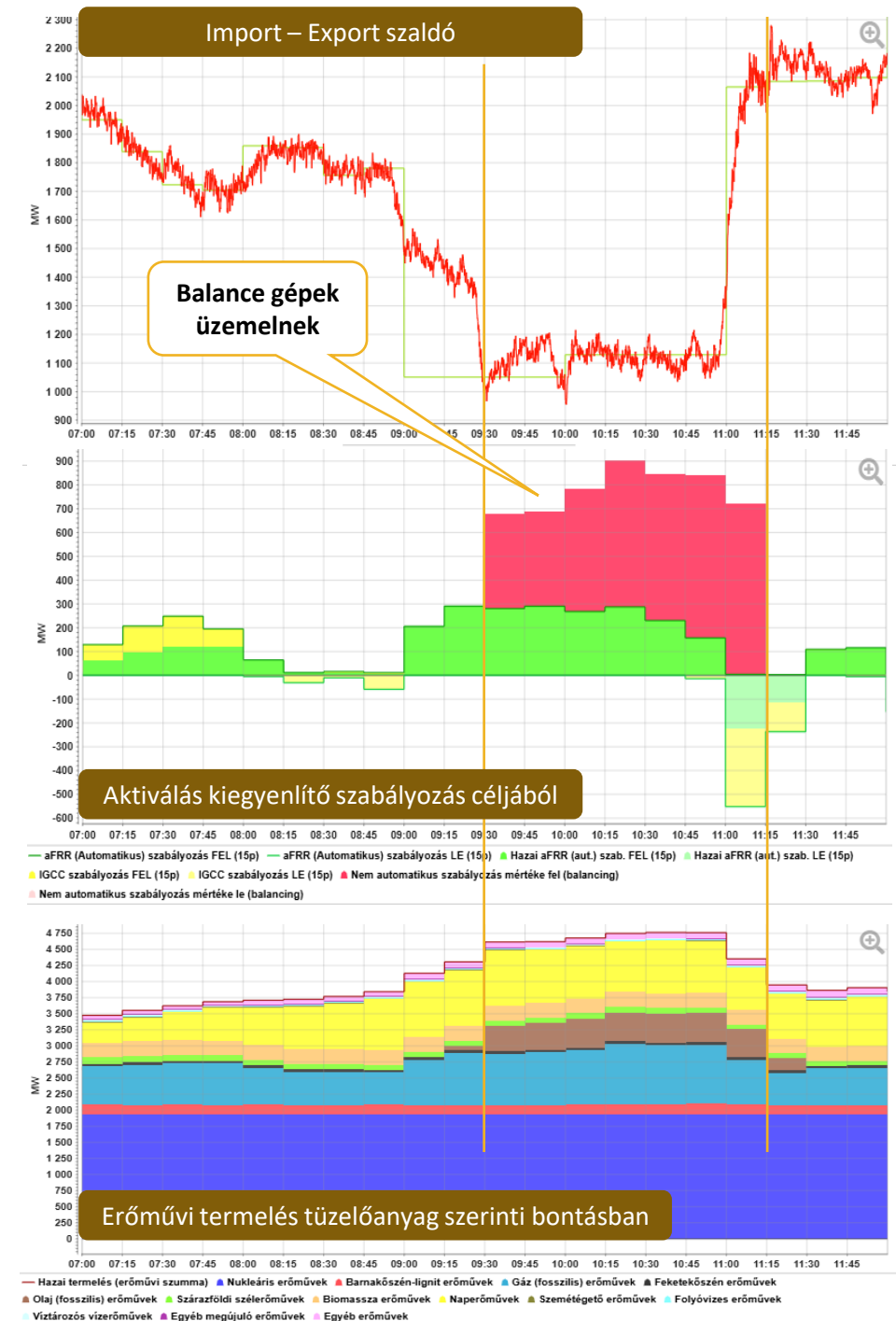
Negatív és 0 HUPX DAM árak darabszáma



# IMPORTKIESÉS KOCKÁZAT

## Előzmények

- A villamosenergia-igények meghaladták a MAVIR előrejelzését.
- **Az import az érintett időszakban ~750 MW-tal csökkent,** a MAVIR más útvonalon nem tudta a kiesést kompenzálni.
- A tényleges naperőművi termelés elmaradt a tervezettől.
- Egy napon belüli több, mint 1000 MW-os eltérést kellett a MAVIR-nak kiszabályoznia. Ez több, mint 400 MW hiányból és az ezt követően több, mint 500 MW többletből állt össze.



# AZ MVM CSOPORT VÁLASZA



## Megújuló portfólió bővítése

(+3.000 MW<sup>1</sup> addicionális RES<sup>2</sup> kapacitás 2035-ig)

- **Nukleáris kapacitásaink fenntartása** (Paks 1 üzemidő-hosszabbítás)
- **Beruházás rugalmas eszközökbe:** +2.700 MW<sup>3</sup> energiatárolási, termelési és fogyasztói rugalmassági projekt 2035-ig
- **Tüzelőanyag-átállás:** Mátrai Erőmű stratégiai átalakítása, szénkivezetés a Mátrai CCGT<sup>4</sup> projekt megvalósulásához igazodva

PORTFÓLIÓ ÖSSZETÉTEL:  
ZÖLD ÉS DIVERZIFIKÁLT



1. Zöld átállás



2. Portfólió diverzifikálás

MVM



3. Ügyfélorientált és adaptív szervezet



4. Pénzügyi kiválóság

SZERVEZETI ÉS PÉNZÜGYI  
HATÉKONYSÁG

ZÖLD ÁTÁLLÁS  
CÉLRENDSZERE

ÜHG INTENZITÁS CSÖKKENTÉS  
(NUKLEÁRIS & MEGÚJULÓ & MULTIGÁZ<sup>5</sup>)

KARBONSEMLEGES  
PORTFÓLIÓ NÖVELÉSE

TERMELÉSI PORTFÓLIÓ  
OPTIMALIZÁLÁSA

KULCS  
TÉMAKÖRÖK

MEGÚJULÓ  
ALAPÚ TERMELÉS

NUKLEÁRIS  
TERMELÉS

SZÉNKIVEZETÉS

RUGALMAS TERMELÉSI  
PORTFÓLIÓ ÉS ENERGIATÁROLÁS

# AZ MVM MAGYARORSZÁG LEGNAGYOBB VILLAMOSENERGIA-TERMELŐJE (2025)

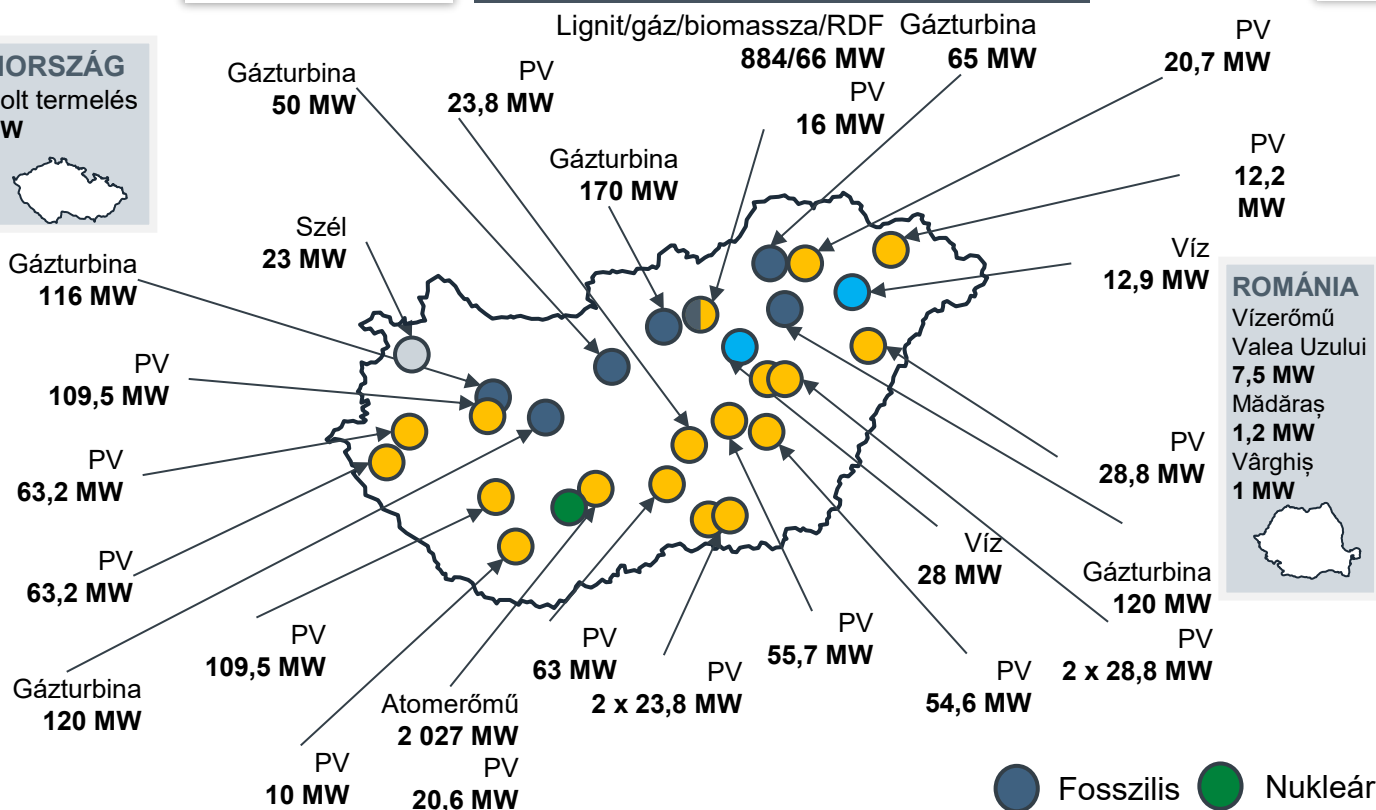
~92%

KARBONSEMLEGES VILLAMOSENERGIA TERMELÉS

4,32 GW

VILLAMOSENERGIA-TERMELŐ KAPACITÁS

CSEHORSZÁG  
Kapcsolt termelés  
15,6 MW



ROMÁNIA  
Vízerőmű  
Valea Uzului  
7,5 MW  
Mădăraş  
1,2 MW  
Vârghiş  
1 MW



## Beépített kapacitás:

<b>Teljes:</b>	<b>4 320 MW<sub>e</sub></b>
<b>Nukleáris:</b>	<b>2 027 MW<sub>e</sub></b>
<b>Fosszilis:</b>	<b>1 413 MW<sub>e</sub></b>
• Lignit:	684 MW <sub>e</sub>
• Gáz:	319 MW <sub>e</sub>
• Olaj:	410 MW <sub>e</sub>
<b>Megújuló:</b>	<b>880 MW<sub>e</sub></b>
• Nap:	806 MW <sub>p</sub>
• Víz:	51 MW <sub>e</sub>
• Szél:	23 MW <sub>e</sub>

**+200 telephely**



10 MW beépített teljesítménynél nagyobb hazai erőművek

- Fosszilis
- Nukleáris
- Szél
- Víz
- Nap

# JÖVŐBENI MVM PORTFÓLIÓ

## +3000 MW MEGÚJULÓ PORTFÓLIÓ BŐVÍTÉS

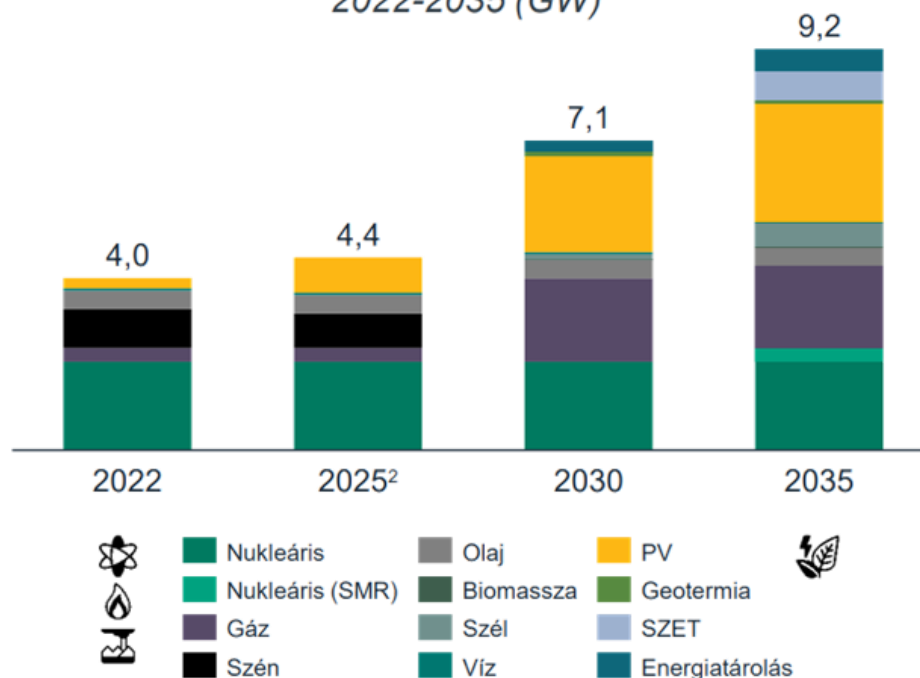
2035-re addicionális kapacitások:

- 2450 MW fotovoltaikus
- 500 MW szélerőmű
- 100 MW geotermikus erőmű
- 15 MW biomassza alapú

## NUKLEÁRIS KAPACITÁS FENNTARTÁS ÉS FEJLESZTÉS

- Üzemidő-hosszabbítás
- Biztonsági, termelési és működési kiválóság fejlesztése
- Paks 1-2 szinergie lehetőségek
- SMR<sup>1</sup> technológia (300 MW 2035-re)

## Az MVM termelési portfóliója 2022-2035 (GW)



## MVM Csoport karbonsemleges beépített villamos-energia-termelő kapacitásainak aránya

>59%

>63%

>67%

>73%

## +2700 MW RUGALMAS KAPACITÁS & HÁLÓZATI INTEGRÁCIÓT SEGÍTŐ ESZKÖZÖK

- Diverzifikált rugalmas portfólió (földgáztüzelésű erőművek, energiatárolási projektek, SZET-ek, digitális megoldások)
- Új CCGT kapacitások (Mátra, Tisza)
- Egyensúlytartás és rugalmassági szolgáltatások

## SZÉNALAPÚ KAPACITÁSOK JÖVŐKÉPE

- Mátrai Erőmű átalakítása és a jövőképe megvalósítása

## ALTERNATÍV LEHETŐSÉGEK

- Energiahatékonyság
- Egyéb tiszta üzemanyag (hidrogén)
- Fogyasztóoldali rugalmasság

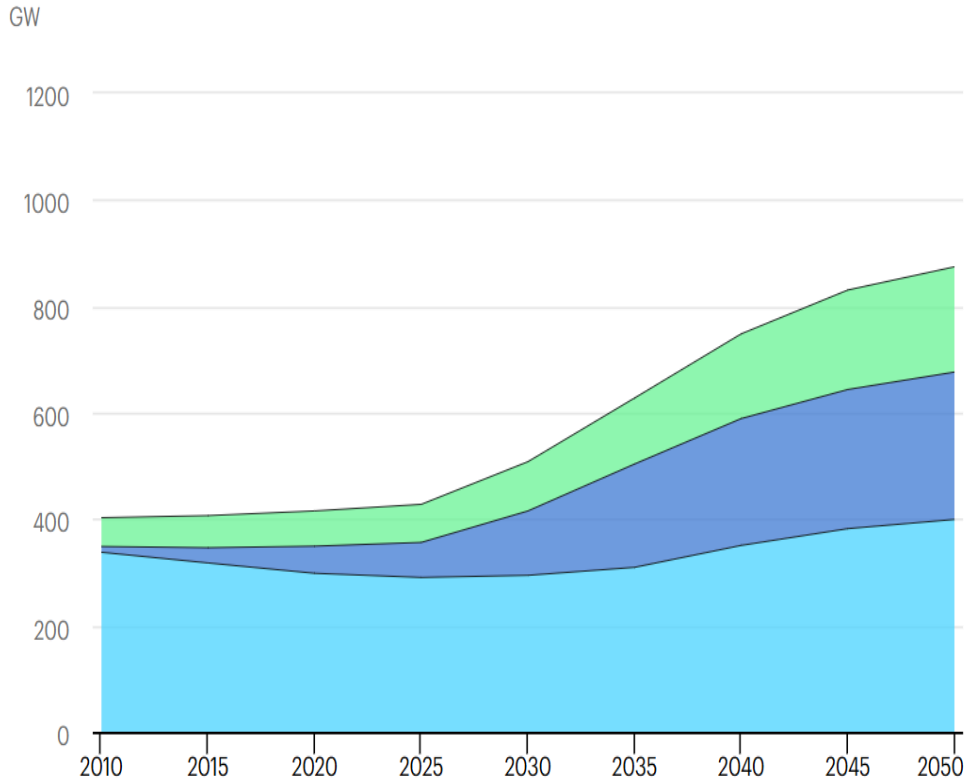


# AZ MVM ÁLTAL MEGVALÓSULÓ CCGT ERŐMŰ PROJEKTEK

- **Mátrai Erőmű (520 MW) és a Tiszaújvárosi Erőmű (2x500 MW) telephelyen. A legmodernebb technológiát felvonultató CCGT-k jellemzői:**
  - Fajlagos CO<sub>2</sub> kibocsátásuk alacsonyabb
  - Gyors indítás és leállítás
  - ~60% hatásfok (gáz és gőzturbina)
  - 5-30% „hydrogen ready” technológia
- **Miért van rájuk szükség?**
  - Hídtechnológia, amely:
    - **Biztosítja az ellátásbiztonságot**
    - **Segíti a megújulók integrációját**
    - **Csökkenti a kibocsátást (coal phase out)**
    - **Előkészíti a hidrogénalapú jövőt**

# NUKLEÁRIS ENERGETIKA RENESZÁNSZA

## Beépített nukleáris kapacitás régiónként



IEA. Licence: CC BY 4.0

● Advanced economies ● China ● Other EMDE

## Globális helyzetkép

- A világ nukleáris kapacitása jelenleg kb. 370 GW, ami a globális villamosenergia-termelés ~10%-át adja, fejlett országokban akár 20%-ot is.
- **Több mint 30 ország bővíti vagy újraindítja nukleáris programját**

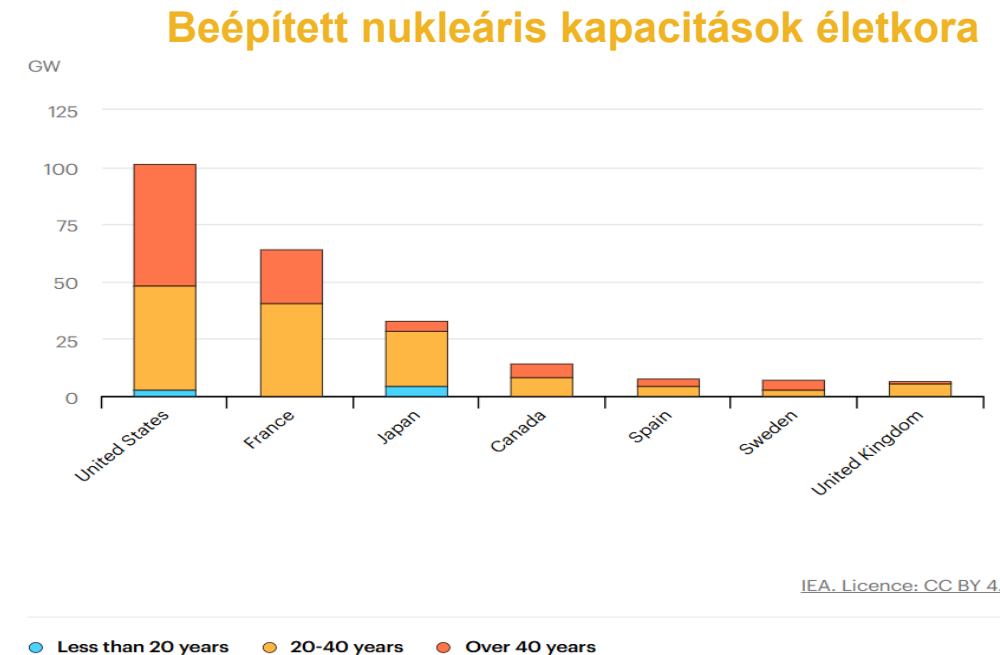
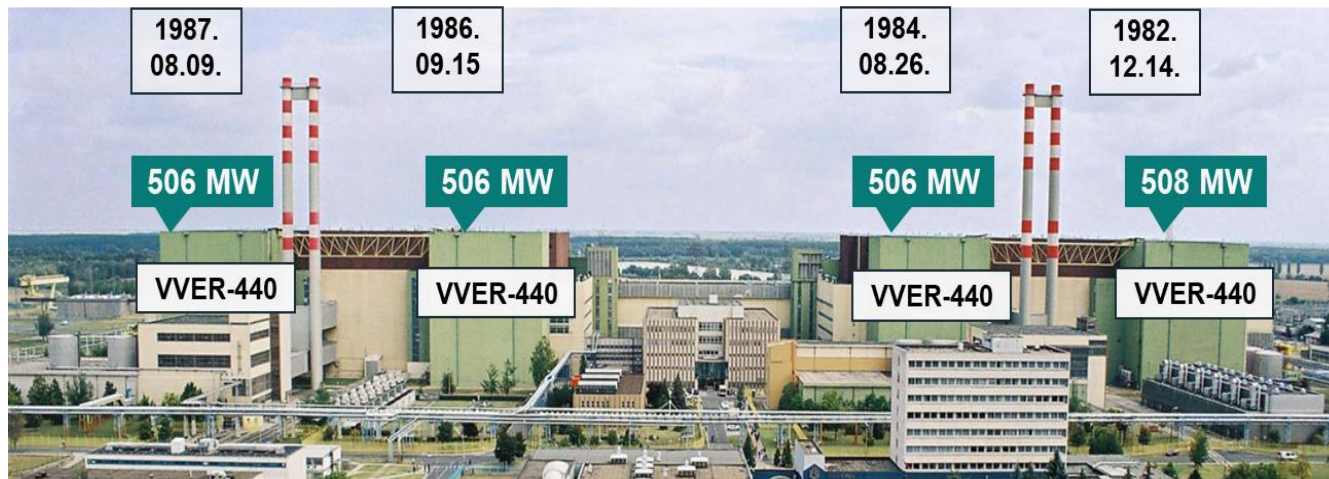
## Fő trendek

- SMR-ek: kisebb, gyorsabban telepíthető, rugalmasabb reaktorok – kulcsszereplők lehetnek a jövő energiamixében.
- Új generációs technológiák: gyorsreaktorok, magas hőmérsékletű gázhűtéses reaktorok, hibrid rendszerek (pl. hő + hidrogéntermelés).
- Fúziós kutatás: ITER és más projektek előrehaladása – hosszú távon ígéretes, de még nem kereskedelmi szintű

## Miért fontos most?

- **Dekarbonizáció:** alacsony kibocsátású, stabil energiaforrás.
- **Ellátásbiztonság:** nem időjárásfüggő, hosszú távon tervezhető.
- **Villamosenergia-igény robbanása**

# A PAKSI ATOMERŐMŰ TOVÁBBI ÜZEMIDŐ HOSSZABBÍTÁSA (TÜH)



- Első teljesítmény növelés (1992–1996): 440 MW → 470 MW
- Második teljesítmény növelés (2016–2019): kb. 506 MW
- Az első üzemidő-hosszabbítási projekt eredményeként az 50 évre lett megnövelve az üzemidő (2032–2037)
- A TÜH program 2021-ben indult, a 70 éves üzemidő kibővítését célozza meg (2052 – 2057)

**Megkezdjük a Paksi Atomerőmű 2057-ig tartó TÜH programjának végrehajtását**

# SMALL MODULAR REACTOR (SMR) KONCEPCIÓ

## S (small):

- A reaktor villamos teljesítménye jellemzően több tíz–néhány száz MW.
- Kisebb fizikai méret → könnyebb elhelyezés és rugalmasabb alkalmazás.
- Akár ipari parkokban, **AI adatközpontok**, távoli területeken vagy meglévő infrastruktúrában **hőszolgáltatással** egybe kapcsolva.
- A kisebb teljesítmény miatt alacsonyabb beruházási kockázat.

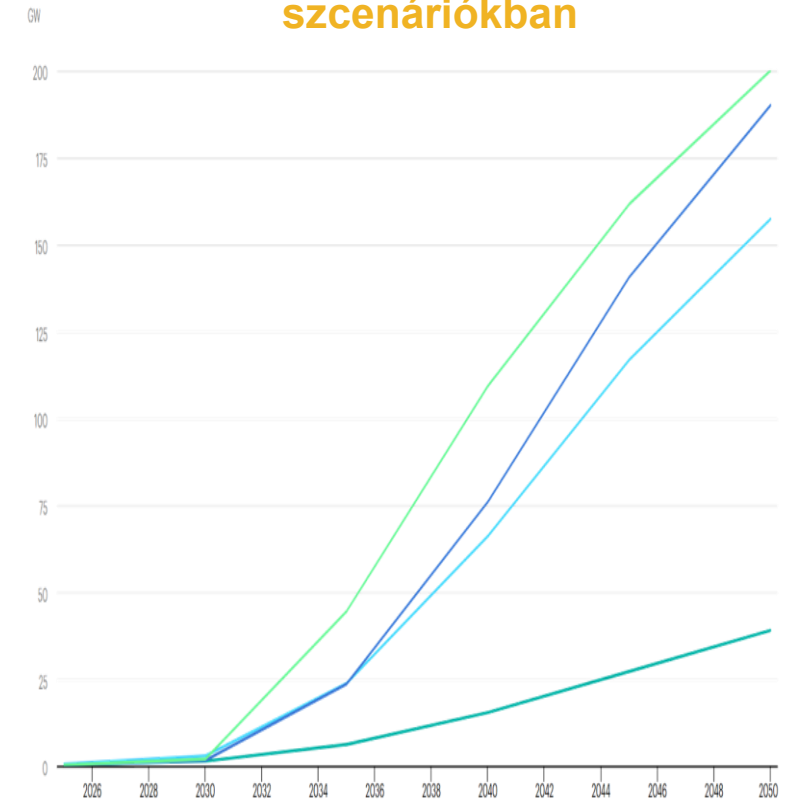
## M (modular):

- Gyárban előre legyártott egységek → gyorsabb, olcsóbb építés.
- Több modul összekapcsolható → igény szerint bővíthető kapacitás.
- Moduláris felépítés → jobb ütemezhetőség, kisebb projektkockázat.

A **modularitásban rejlő előnyöket** csak akkor lehet kihasználni, ha **néhány típus felfuttatása/elterjedése** történik meg

A jelenlegi gyakorlattól eltérően be kell vezetni valamilyen **regionális típusengedélyeztetést**, ami **felgyorsíthatja** a folyamatot.

Beépített SMR kapacitás különböző szcenáriókban

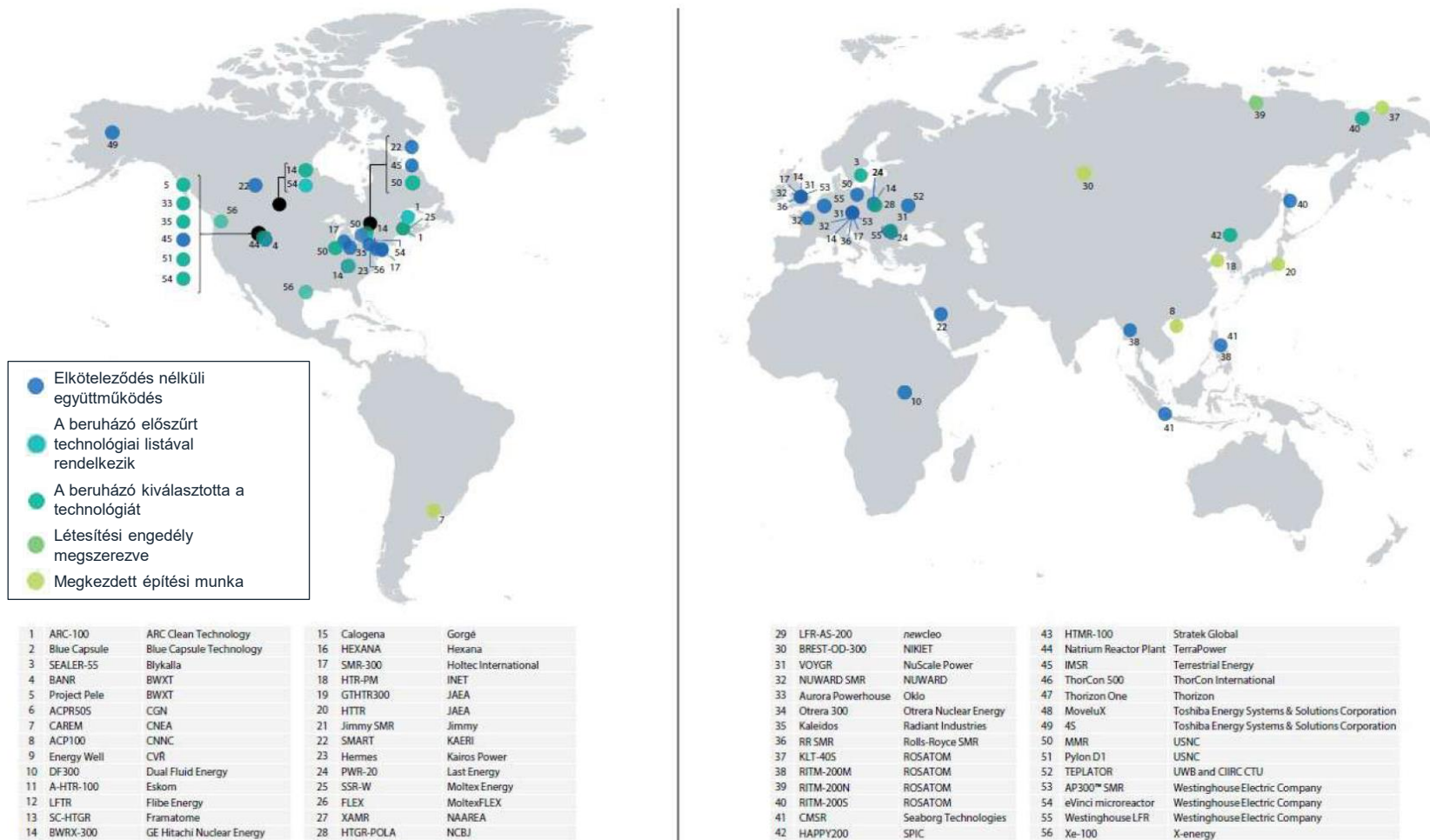


STEPS APS APS-High SMR case NZE

IEA, License: CC BY 4.0

# AZ SMR-EKÉ A JÖVŐ?

SMR projektek globálisan



- Az SMR-technológia reneszánsza
- A hagyományosan **nukleáris** technológiát **fejlesztő országok** mindegyike indított projekteket
- A NAÜ 2024-ben 68, ma már **126** különböző **SMR** dizájnt tartott számon. Ezek közül **10 alatti** az „előrehaladott” projektek száma
- A világszerte elindított SMR projektek túlnyomó **többsége** tehát még **nem kezdte meg az engedélyezési** eljárást a nemzeti szabályozó hatóságoknál

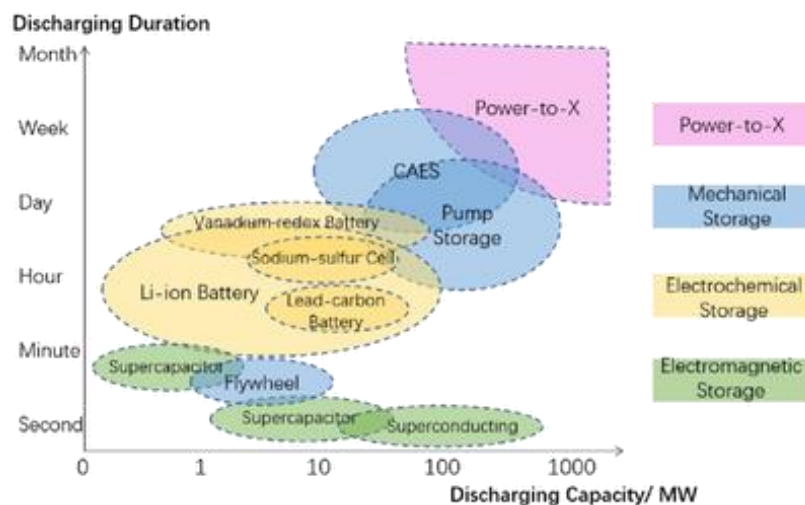
# ENERGIATÁROLÁS

## Technológiák röviden:

- Kémiai tárolók (lítium-ion, Na-ion, NaS, Redox-flow): gyors reakció, decentralizált megoldások
- Szivattyús tározók: nagy kapacitás, hosszú táv
- Hidrogén: hosszú távú tárolás, ipari felhasználás
- Hőenergia-tárolás: távhő, ipar

## Miért fontos?

- A megújulók (nap, szél) időjárásfüggők – tárolás nélkül nincs stabil rendszer.
- Fogyasztás és termelés időben elválik – az energiatárolás hidat képez.



# AZ MVM TERMELÉSI TERÜLETÉNEK ENERGIATÁROLÓ PROJEKTJEI

## Üzemelő energiatároló projektek

- 0,5MW/1 MWh Li-ion energiatároló Tiszaújvárosban
- 5 MW/10 MWh Li-ion energiatároló Litéren
- 0,75 MW/4,35 MWh NaS energiatároló Litéren
- 300KW/600 kWh Li-ion energiatárolók Visontán R&D jelleggel

## További Li-ion projektek – kivitelezés alatt

- Bakonyi Hibrid: 57 MW / 57 MWh Li-ion energiatároló Ajkán
- Tisza Amfora: 31 MW / 62 MWh Li-ion energiatároló Tiszaújvárosban
- Sopronkövesd: 10 MW / 20 MWh Li-ion energiatároló Sopronkövesden
- +további projektek csoportszinten (MAVIR és DSO)



**A folyamatos rendelkezésre álló energia biztosításában jelentős szerepe lesz az energiatárolási megoldásoknak.**

**A KAPCSOLT TERMELÉS  
TOVÁBBRA IS  
KULCSSZEREPLŐJE LEHET  
A MAGAS HATÁSFOKÚ,  
RUGALMAS ÉS  
FENNTARTHATÓ  
TÁVHŐTERMELÉS  
JÖVŐJÉNEK.**



# Köszönöm a figyelmet!

**Dr. Kiss Csaba**

Termelési vezérigazgató-helyettes  
MVM Zrt.

[mvm@mvm.hu](mailto:mvm@mvm.hu)

