

# *Atomenergia a világban*

Energiapolitikai Hétfő Esték, 209. előadás  
2021. június 14.

**Kovács Pál –**  
A paksi atomerőmű  
kapacitásának  
fenntartásáért  
felelős államtitkár



# *A történelem*



## Történelem:

### Hőskorszak – a fisszió korszaka:

- Ki képes először/az elsők között bebizonyítani/megmutatni a Világnak?
- Ki uralja majd a későbbiekben a piacot?
- Anyagválasztás akkor:
  - Víz moderátor, víz hűtőközeg – nyomás alatt (TMI);
  - Forralóvízes változat (kevesebb berendezés, kisebb beruházás vs radioaktivitás a szekunderkörben) (Fukushima);
  - Nehésvíz moderátor;
  - Grafit moderátor (RBMK);
  - Gáz – hűtőközeg;
  - Folyékony fém hűtőközeg: Nátrium (Phoenix, Superphoenix vs BN-600, most BN-800)
- Típusok:
  - PWR – és VVER (*avagy az orosz PWR...*)
  - BWR és ABWR
  - LWGR
  - PHWR (CANDU)
  - GCR
  - FBR

## Történelem (*ma és a jövő...*):

- Anyagválasztás ma:
  - Nátrium (rengeteg üzemeltetési tapasztalat: RU-FR + Billy Gates)
  - Ólom (Ólom-Bizmut);
  - Víz (extrém nyomás, magas hőmérséklet);
  - Olvadt só;
  - Gázhűtés;
- GIF
- Üzemanyag ciklus bezárása;
- Tórium ciklus?
- Mélytengeri uránkészletek?
- Technológia:
  - Úszó atomerőművek potenciális szerepe?
  - Ivóvíz/öntözővíz-ellátás;
  - Hidrogén előállítás (közlekedés);
  - Űrkutatás;
  - Hadiipar;
- Fúzió (ITER) (Tokamak);

# *Atomhatalmak*



# Amerikai Egyesült Államok

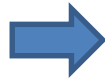
Biden elnök: „vissza a zöldbe”

- Szén erőművek továbbra is rendszerben;
- Gáz olcsón kitermelhető;
- Szélerőművi rotorlapátokat 20 év után egyszerűen „eltemetik”;
- PV van, de Kalifornia leég...(idén a víz a gond...);
- Texasban fizetnek és megfagynak;



Atom? A szakmai Világ szeme az USA-ra néz!

93 atomreaktor



Üzemidő hosszabbítás:  
40 év – 60 év – 80 év –  
100 év?

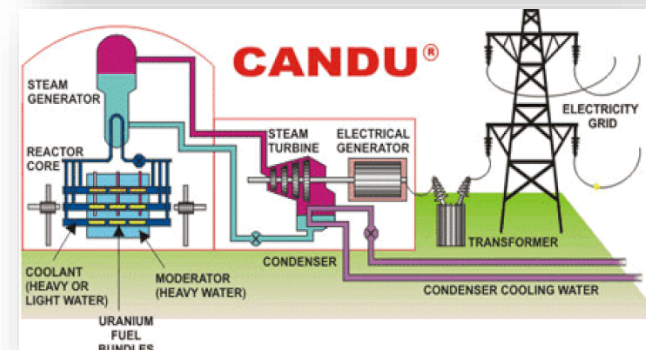
SMR a megoldás! (definíció? Nálunk már működik 4 blokk! 😊)

Westinghouse: MOU-k EU tagállamokkal



Kanada

CANDU -



Partnerek

Románia

Westinghouse (CANDU?)

Atomon  
túl

Tőzegolaj (palaolaj) EU-nak  
szabadkereskedelmi  
megállapodások keretében



# Európai Unió

## ~~Nagy-Britannia~~ – Franciaország – Németország

Francia befolyás erősödik az EU-ban;  
Németország gyengül + gazdaság zöldítése;

Franciaország: Közel-Kelet, lehetőségek;  
Lengyelország esetében – USA piaci verseny;



### Szlovénia:

- 1 reaktor, Westinghouse
- 1 új reaktorért vélhetően nem jön ide befektető



### Régiós további lehetőségek:

- Lengyelország (*az igazi lehetőség...*)
- Csehország (*robbantás*)
- Szlovákia (olasz partner)
- Bulgária (*kormányválság*)
- Románia (Kínai tárgyalások vége),  
ehelyett Kína+FR együtt → UK

# Oroszország

Terjeszkedési stratégia, világpiaci képességek

Űrkutatás

Hadipar

Atom

- VVER (*a jól bevált húzó ágazat*);
- BN (Na-hűtésű szaporító reaktor);
- Ólomhűtésű gyorsreaktor (500 MW);
- ITER bedolgozás (Tokamak);
- Hajó (27db): folyami és tengeri atomhajtású;



Rosztom:

- Képességek
- Elvárások

FR-RU együttműködés

# Ázsia

## Japán

Tanácstalan;  
Fukushima után az összes atomerőmű leállítása;  
33 erőművet újraindítása van tervben, amelyből 9  
már üzemel (ez aztán az SoS!);

## Korea

Átvette a korábbi japán piacokat;  
Például: Egyesült Arab Emírségek (HU  
büszkeségünk...☺)

## Kína („füstszűrővel vagy anélkül?”☺)

Többféle atomreaktor: francia, Candu,  
Westinghouse, orosz (4+4), illetve saját  
kínai reaktorok építése-> Pakisztán (a radioaktív  
hulladék miatt felvették velünk is a kapcsolatot)



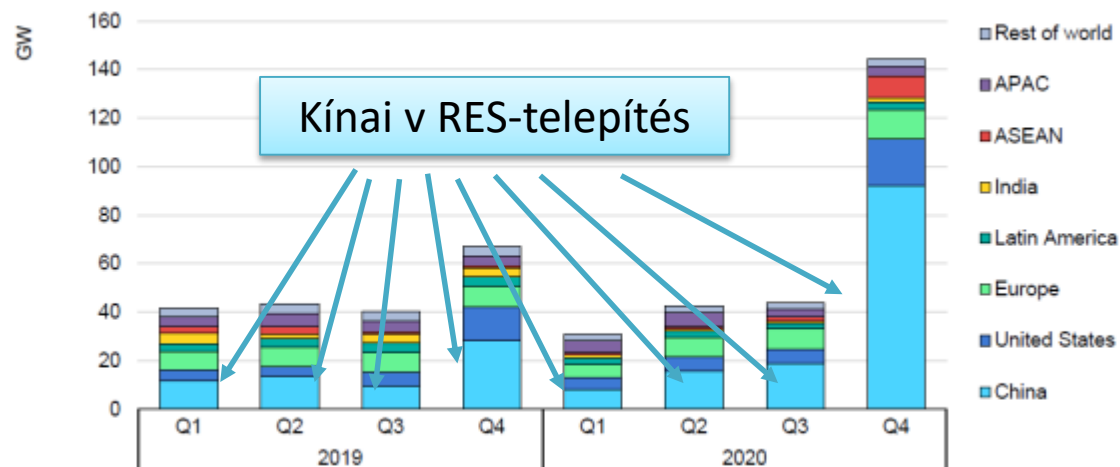
# Kína

## vRES építése nagy mértékű konvencionális erőműpark mellett

- ❑ Jelentős előrehaladás a vRES penetrációjában
- ❑ Emellett jelentős konvencionális erőműpark
- ❑ Érdemi atomerőmű-építési program
  - 2000 óta 46 új blokk lépett üzembe
  - További 14 blokk építése van folyamatban



Quarterly renewable capacity additions, 2019-2020



IEA. All rights reserved.

### A Kínában beépített erőművek teljesítőképessége 2019 végén

Beépített teljesítőképesség	
Fosszilis (főleg szén-) erőművek	1191 GWe
Vízerőművek	356 GWe
Atomerőművek	49 GWe
Szélerőművek	210 GWe
Naperőművek	205 GWe
Összesen	2011 GWe

Forrás: WNA: Nuclear power in China

Forrás: IEA (2021): Renewable Energy Market Update, p. 7.

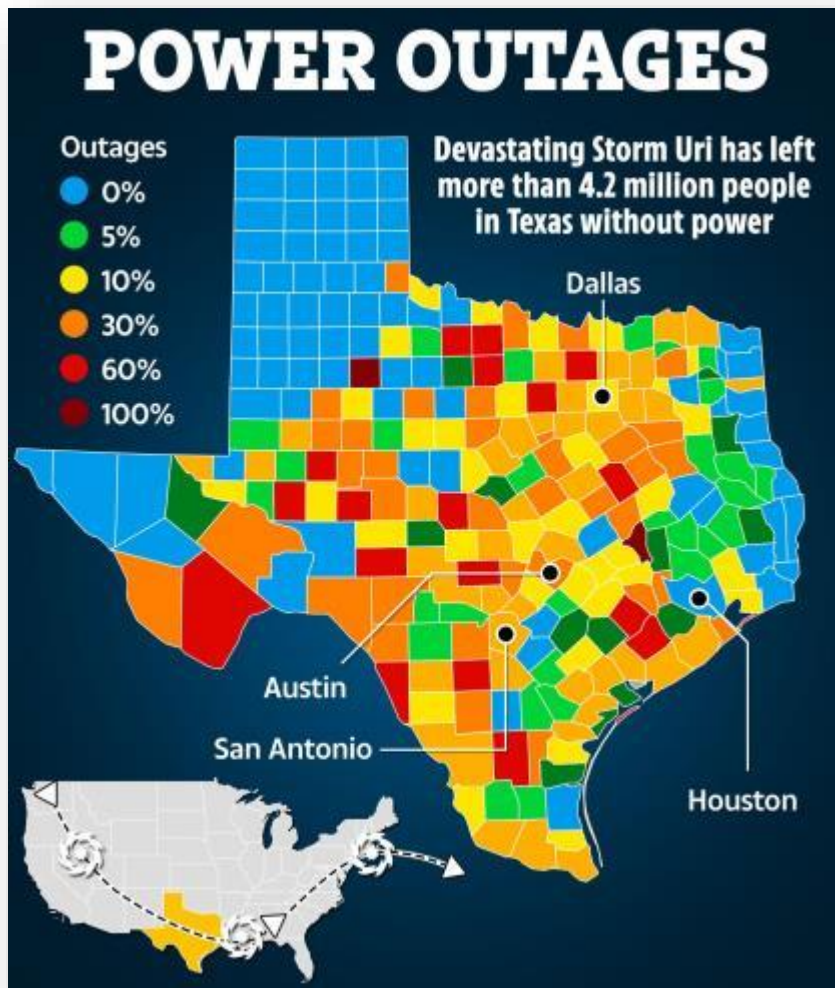
# *Dilemmák és jelenségek*



Napjaink dilemmái:

- **Centralizált** villamosenergia-ellátás vs **decentralizált** rendszerek (*a lakosság közben nagyvárosokba települ... gazdasági optimum? Meddig tartható fenn egy centralizált rendszer? Ki tartsa fenn? Védendő fogyasztók?* );
- Megbízható (*mindenható*) **import** vagy önálló ellátásra képesség (**ellátásbiztonság**)?
- **Piaci verseny** vs **fizika**?
- **Versen**y a piacokért vs **együttműködés** a zsákutcák elkerülése érdekében;

# Áramszünet Texasban



2021 február: hóviharak, extrém hideg;

4,2 millió lakos áram nélkül;

Megnövekedett villamosenergia-kereslet;

Erőművek befagytak;

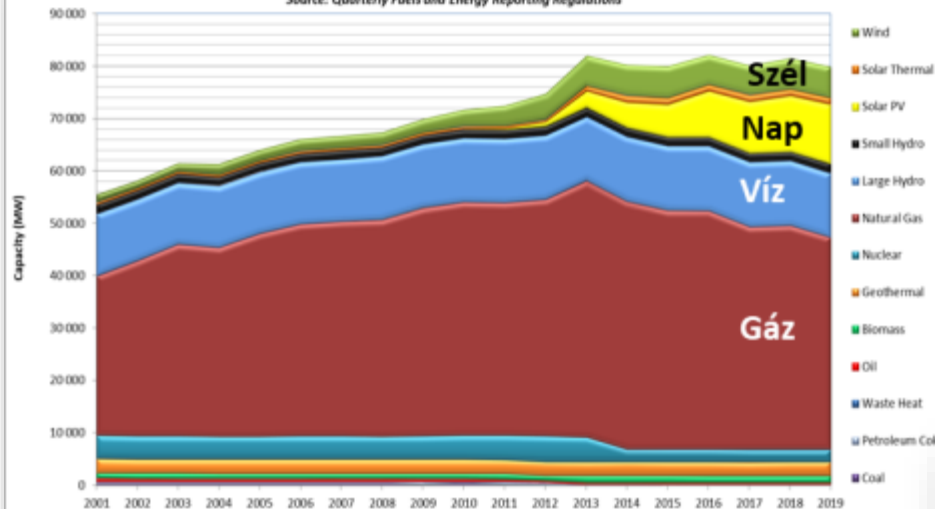
Szabad piaci árazás;



Lakossági ár villanyár 50 \$/MWh helyett  
9000 \$/MWh;

# Áramszünet Kaliforniában

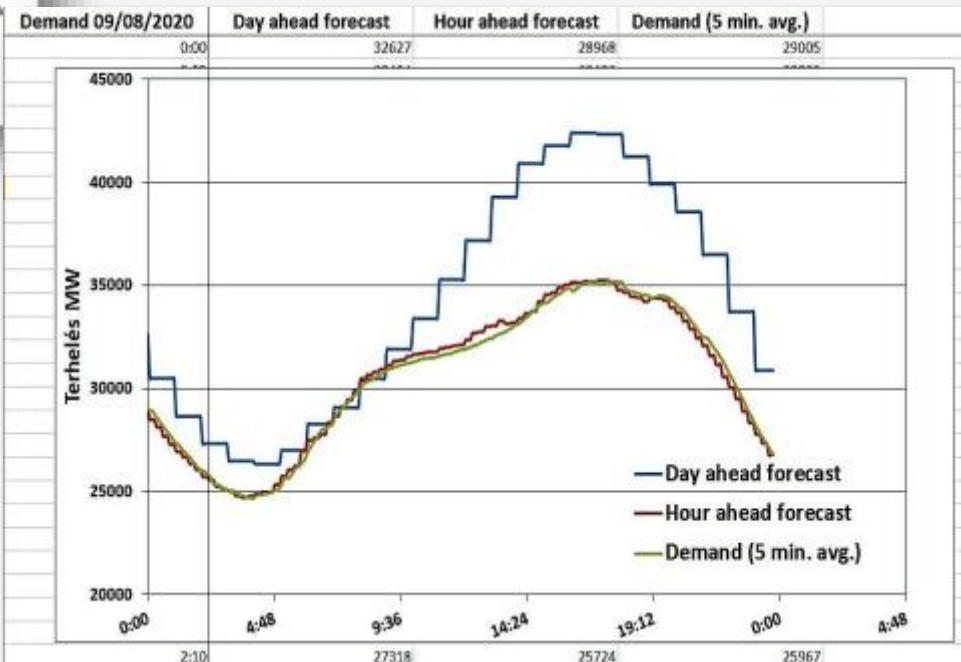
Installed In-State Electric Generation Capacity by Fuel Type  
Source: Quarterly Fuels and Energy Reporting Regulations



Növekvő időjárásfüggő kapacitás

Kapacitásmegfelelőség tervezése elavult (csúcsidőszaki tervezés). Áramszünetek a reziduális csúcsterheléses időszakokban

2020 augusztusában extrém hőhullámok



Villamosenergia-kereslet átlag felett;

A hőhullám az erőművek termelésére is hatással volt:

- Alacsonyabb hatásfokon termelő hagyományos erőművek
- Vízmennyiség is átlag alatti
- Homokviharok érintették a PV-termelést

# Európai Unió víziója 2050

European Green Deal: Nettó zéró kibocsátás 2050-ig



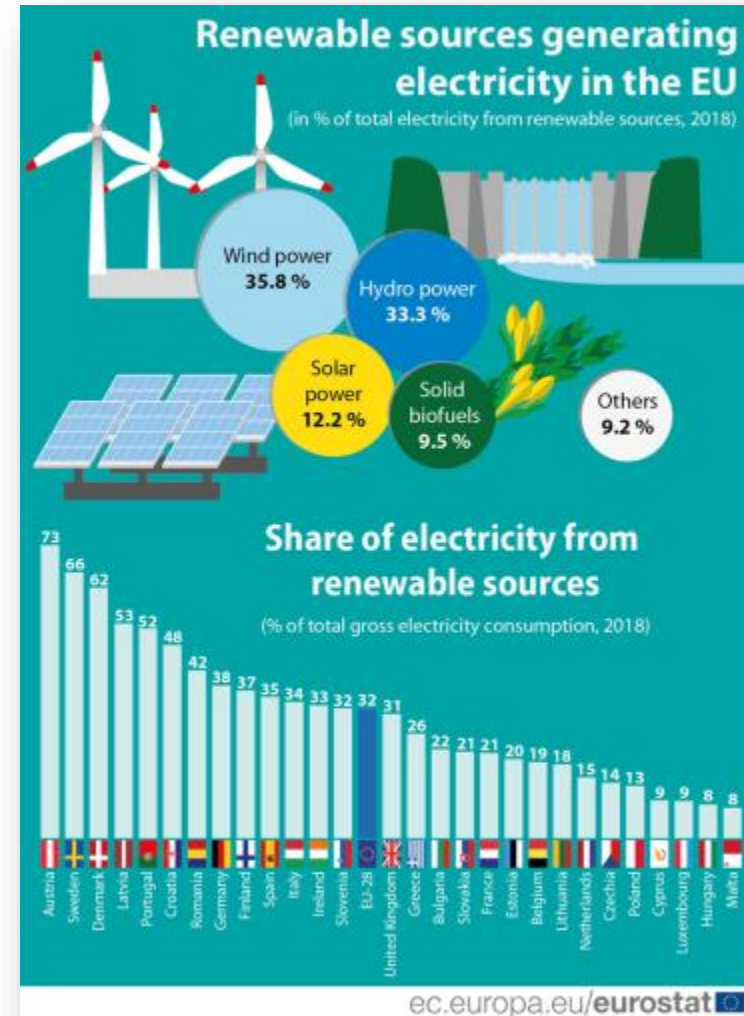
2030-as célok:

- 55%-kal csökkenteni az üvegházhatású gázok kibocsátását (Green Deal előtti cél 40% volt)
- 32% megújuló energia arány (szektorok összesen)
- 32,5% energiahatékonyság növekedés



Villamosenergia-termelés megújuló energiaforrásokkal

Tagállami vállalásokkal érnék el



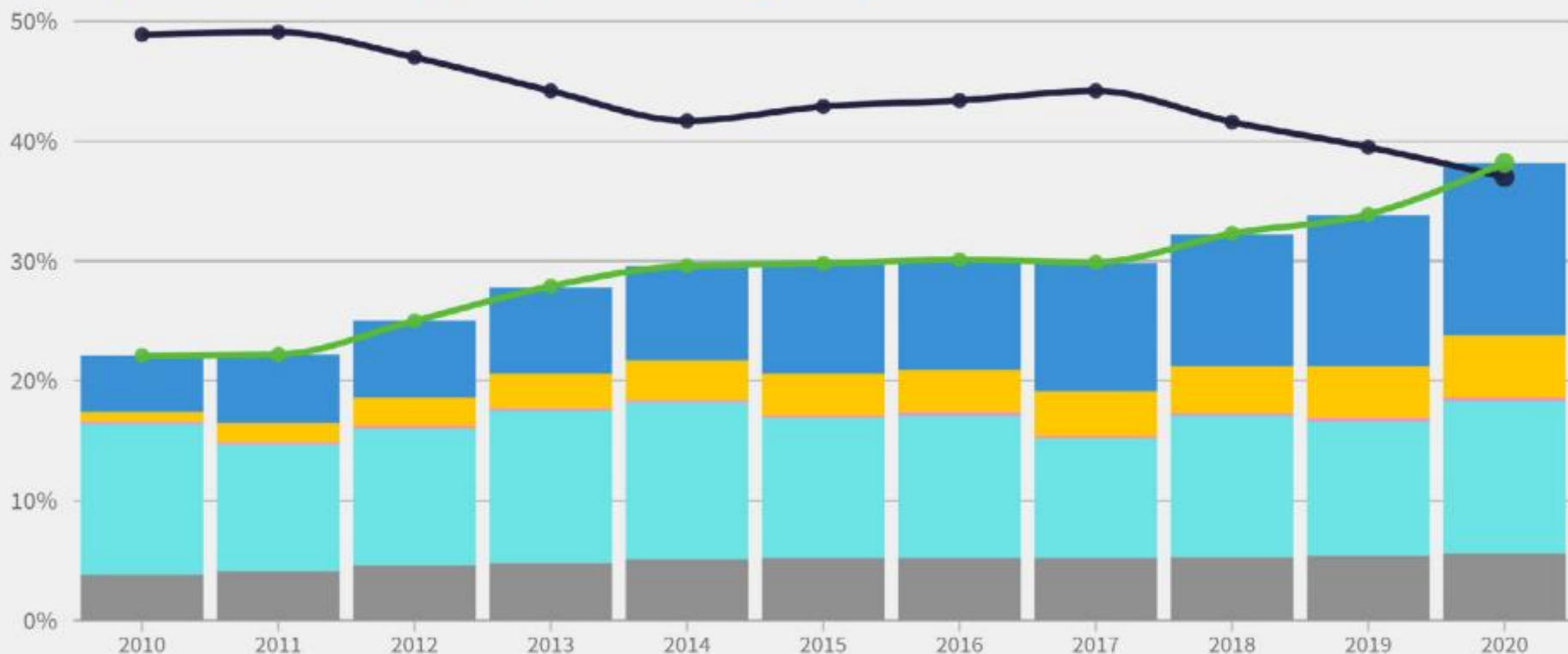
# Villamosenergia-termelés az Európai Unióban

## Renewables growth driven by wind and solar

% share of electricity production in EU-27

EMBER

■ Fossil ■ Renewables ■ Bioenergy ■ Hydro ■ Other renewables ■ Solar ■ Wind



# Németországi helyzetkép



Északi – Áramlat 2

RES felfutás

Szén/lignit kivezetése (?)

Atomerőművek leállítása

Európai villamosenergia-  
hálózat terhelése  
(Loopflow)

# A németországi atomerőművek leállítása

Blokk neve	MWe	Leállás
Biblis - A	1225	2011
Biblis - B	1300	2011
Brunsbuettel	806	2011
Isar - 1	912	2011
Kruemmel	1402	2011
Neckarwestheim - 1	840	2011
Philippsburg - 1	926	2011
Unterweser	1410	2011
Grafenrheinfeld	1345	2015
Gundremmingen - B	1344	2017
Philippsburg - 2	1468	2019
Brokdorf	1480	2021
Grohnde	1430	2021
Gundremmingen - C	1344	2021
Emsland	1406	2022
Isar - 2	1485	2022
Neckarwestheim - 2	1400	2022
<b>Összesen</b>	<b>21523</b>	

2011 év elején összesen 17 reaktor üzemelt, melyek **az éves termelés 20-25%-át** adták

- **Nukleáris energia kivezetése 2022-ig – az ÜHG-célokkal ez ellentétes - 2030-ra -55% (sikerül?);**
- Szénfelhasználás kivezetése tervben van 2038-ig;
- Elektrifikáció ösztönzése (e-mobilitás – kapacitások?);
- **Megújuló energiaforrások terjedése nem elég gyors a fentiek megvalósításához:**
  - Jelenleg 40% körüli arány a villamosenergia-termelésben;
  - Szélerőmű kapacitások éves beépítési üteme lassul – cseréjük elindult;
  - Közel 3700 mérföldnyi új távvezetékre lenne szükség - 2018 végéig mindössze 98 mérföldnyi létesült;
  - PV/szélerőmű élettartama 20-25 év → pótlási igények felmerülése lassan aktuális kérdés;
- **Miközben a villamos energia ára egyre volatilisabb**

# Áramhiány Svédországban

2021. februárban Svédországban  
szélcsend és hideg időjárás



Növekvő kereslet



Áramhiány alakult ki

Rendszerszintű problémák

- Növekvő megújuló arány;
  - Termelésből kivont atomreaktor, illetve egyéb hagyományos erőművek;
- Elektromos hálózat fejlesztési elmaradásai;

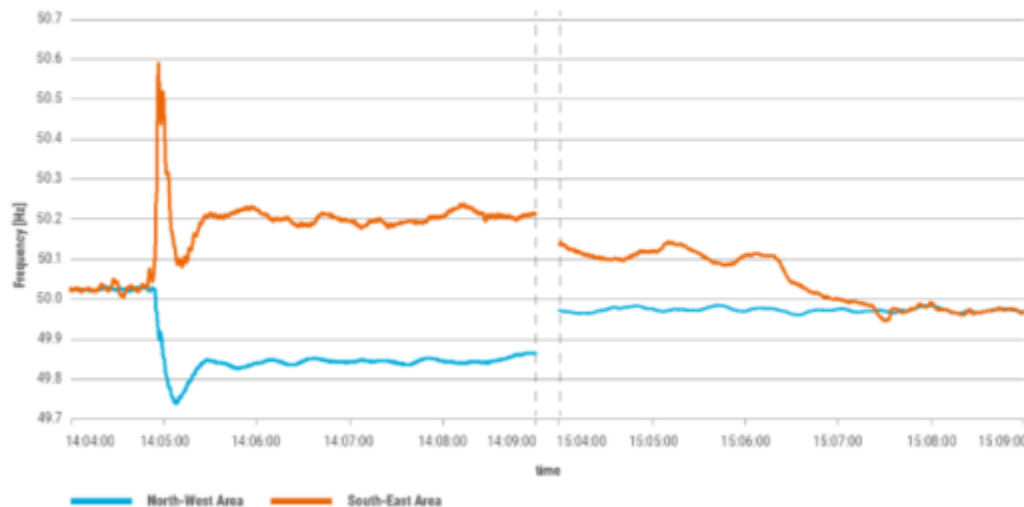


# Európai villamosenergia-rendszer kettészakadása: 2021. január 8.



Horvát állomás  
túlterhelődésével kezdődött a  
láncreakció (állítólag... ACER?)

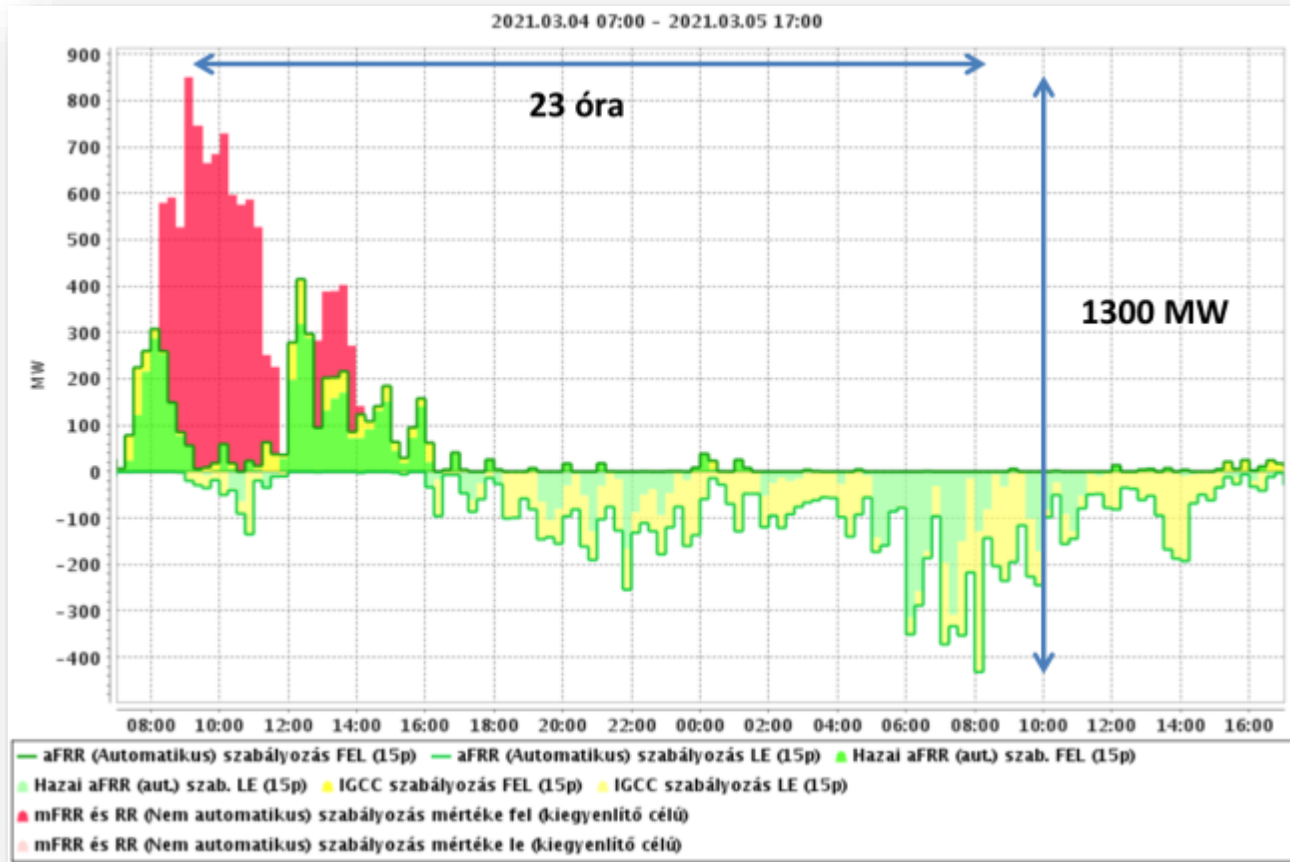
Több átviteli hálózati elem esett  
ki rövid idő alatt.



Déli területen villamos energia  
többlet keletkezett, a frekvencia  
megnövekedett;

Északi területen villamos energia  
hiány keletkezett, a frekvencia  
leesett;

# Magyarország - 2021. március 4-5.: Extrém szabályozási igények



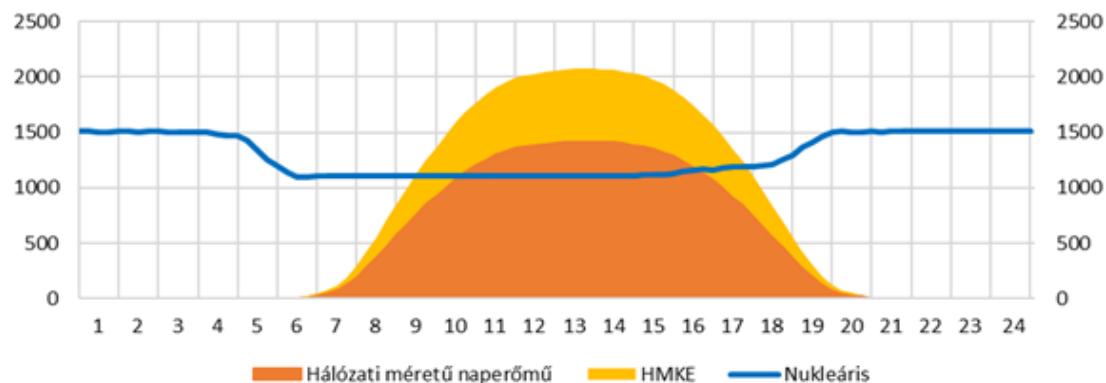
**2021. március 4:**  
felszabályozási igény  
(>800 MW)

PV betáplálás jelentősen  
elmaradt az előző napon  
leadott és menetrendezett  
értékhez képest (váratlan  
felhősödés miatt)

**2021. március 5:**  
leszabályozási igény  
(>400 MW)

## Paks visszaterhelése: 2021. május 9.

A Paksi Atomerőmű és a napelemek betáplálása 2021. május 9-én (MW)



2021. május 9.: vasárnap

Alacsony kereslet

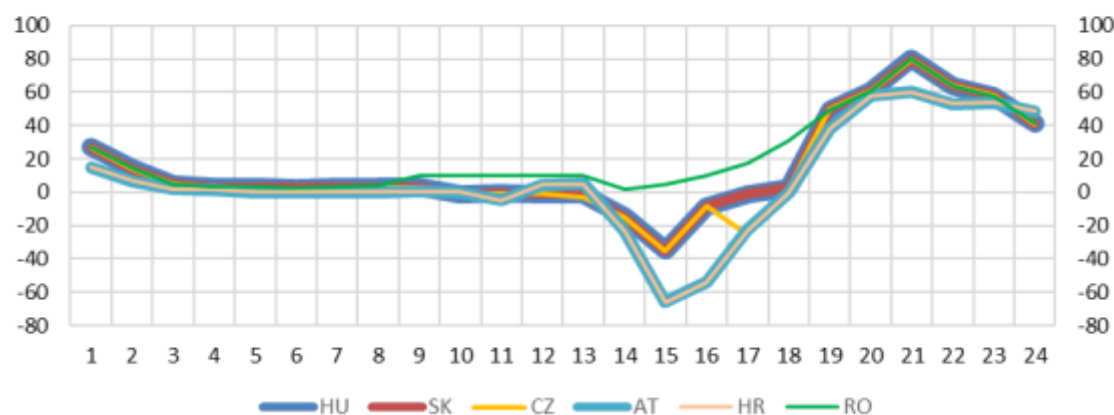
Erős napsütés

Európai szinten túl sok betáplálás

Árak **mínuszban** (AT: -66 €/MWh, HU: -35 €/MWh)

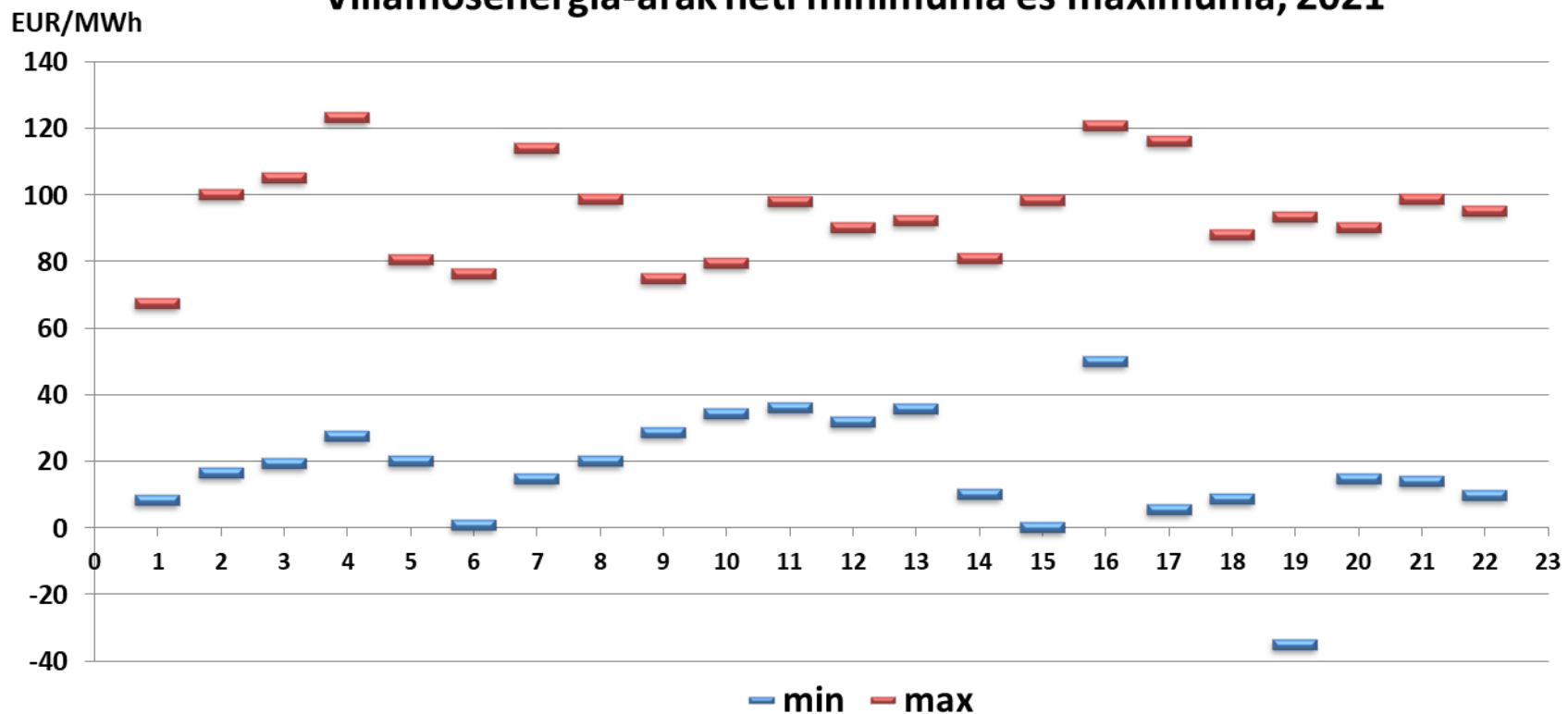
3 blokkal üzemelő (főjavítás) atomerőművet további 340 MW-tal le kellett terhelni

A nagykereskedelmi tőzsdei árak alakulása 2021. 05. 09-én (€/MWh)



# Villamosenergia-árak alakulása 2021. első 22 hetében

Villamosenergia-árak heti minimuma és maximuma, 2021



# Quo vadis, Europe?

Megújulók: OK

Ellátásbiztonság: ~~OK~~

# Köszönöm a megtisztelő figyelmüket!

