

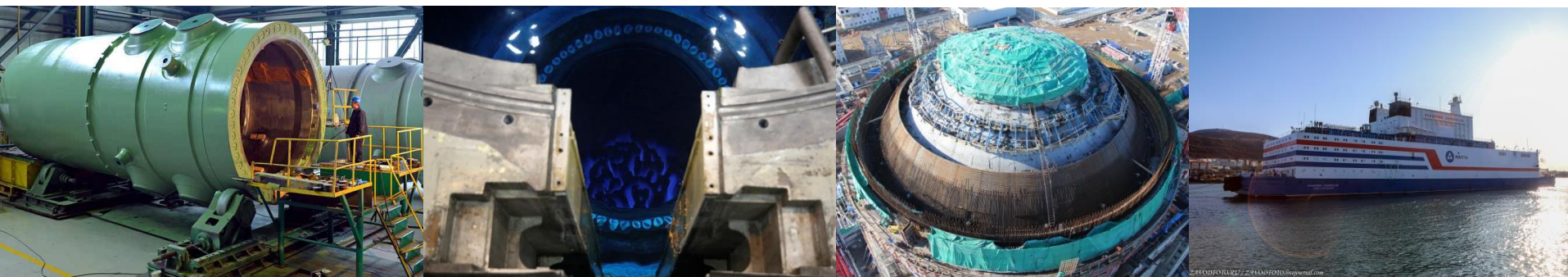
# Bajai Zsuffa István Szakkollégium

## Az atomerőművek nemzetközi és hazai jövőképe

**Hárfás Zsolt**

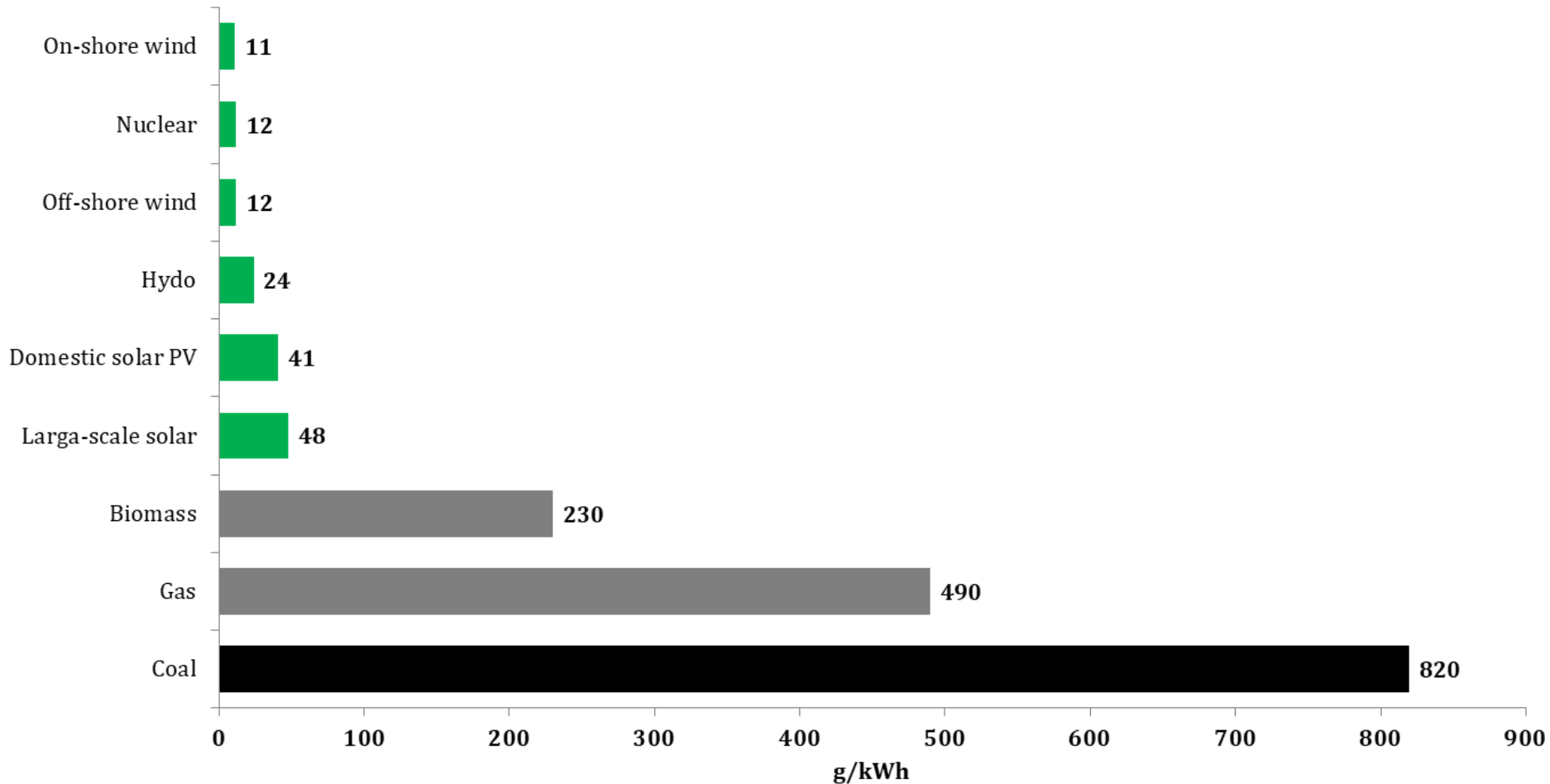
atomenergetikai szakértő  
energetikai mérnök, okleveles gépészmérnök

Budapest, 2021. május 27.



# A klímabarát áramtermelési módok

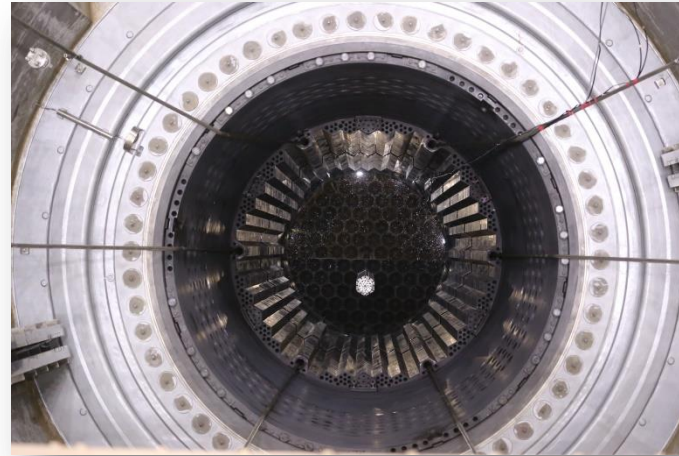
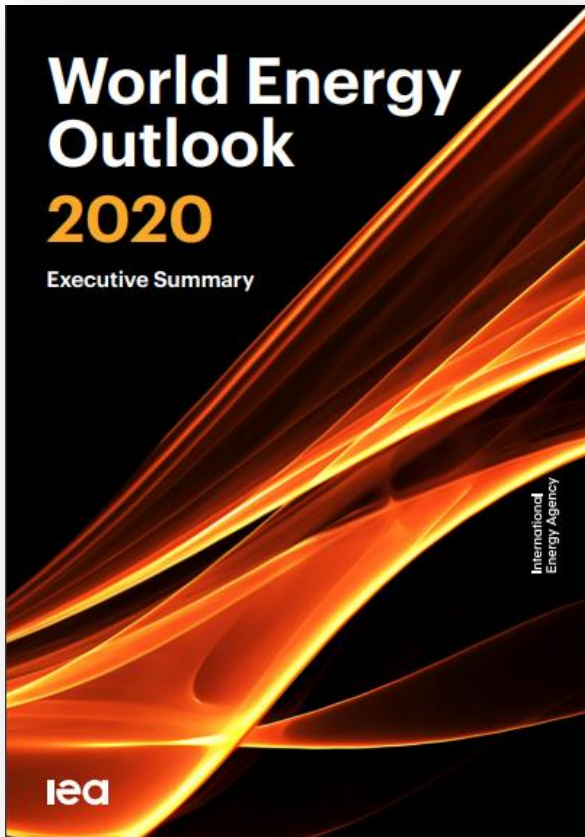
## Atom + megújulók



Hogyan lesz az uránból klímabarát villamos energia?



# A szakemberek „bibliája” World Energy Outlook 2020



## Jövő

**A Fenntartható Fejlődés forgatókönyv szerint az atomerőművek által termelt áram jelentősen növekedhet.**

**2019: 2718 TWh (400 GW)**

**2040: 4320 TWh (600 GW)**

# Új nukleáris reneszánsz

**2016 és 2021 között világszerte 37 új blokk kezdte meg a működését**

**A Leningrádi Atomerőmű II-II.  
blokkja**



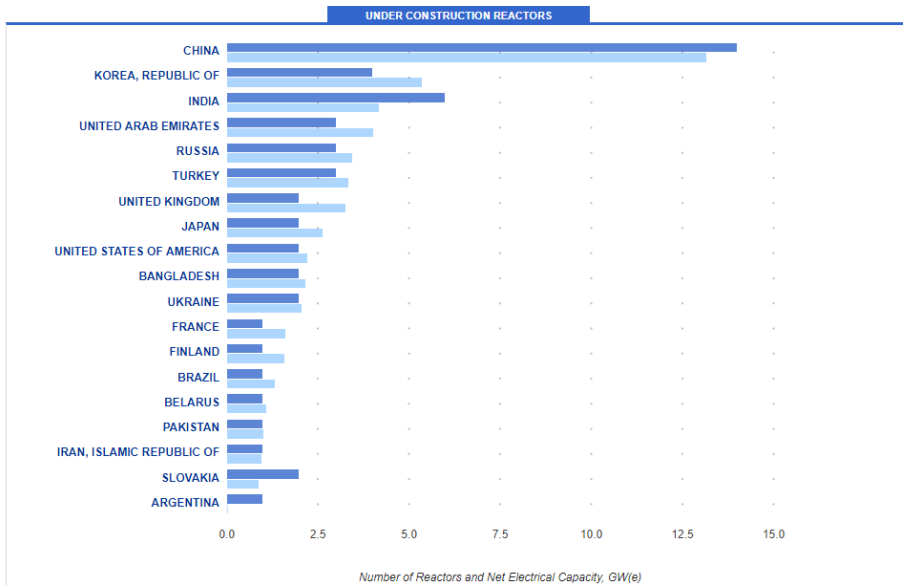
**A világ első úszó  
atomerőműve**



Típus: **VVER-1200**  
Első hálózatra csatlakozás: **2020. október 22.**  
Kereskedelmi üzem: **2021. március 18.**

Teljesítmény: **2 x 35 MW<sub>e</sub>  
300 MW (hő)**  
Első hálózatra csatlakozás: **2019. december 19.**  
Kereskedelmi üzem: **2020. május 22.**

# Új atomerőművi egységek építése a világban



**Jelen**

**19 ország, 52 blokk, közel 54 500MW új teljesítmény**

**Jövő**

**Tervezett – 99 blokk (102 000 MW) Javasolt - 325 blokk (354 000 MW)**

**Kína (37+168) India (14+28) Oroszország (25+21)**

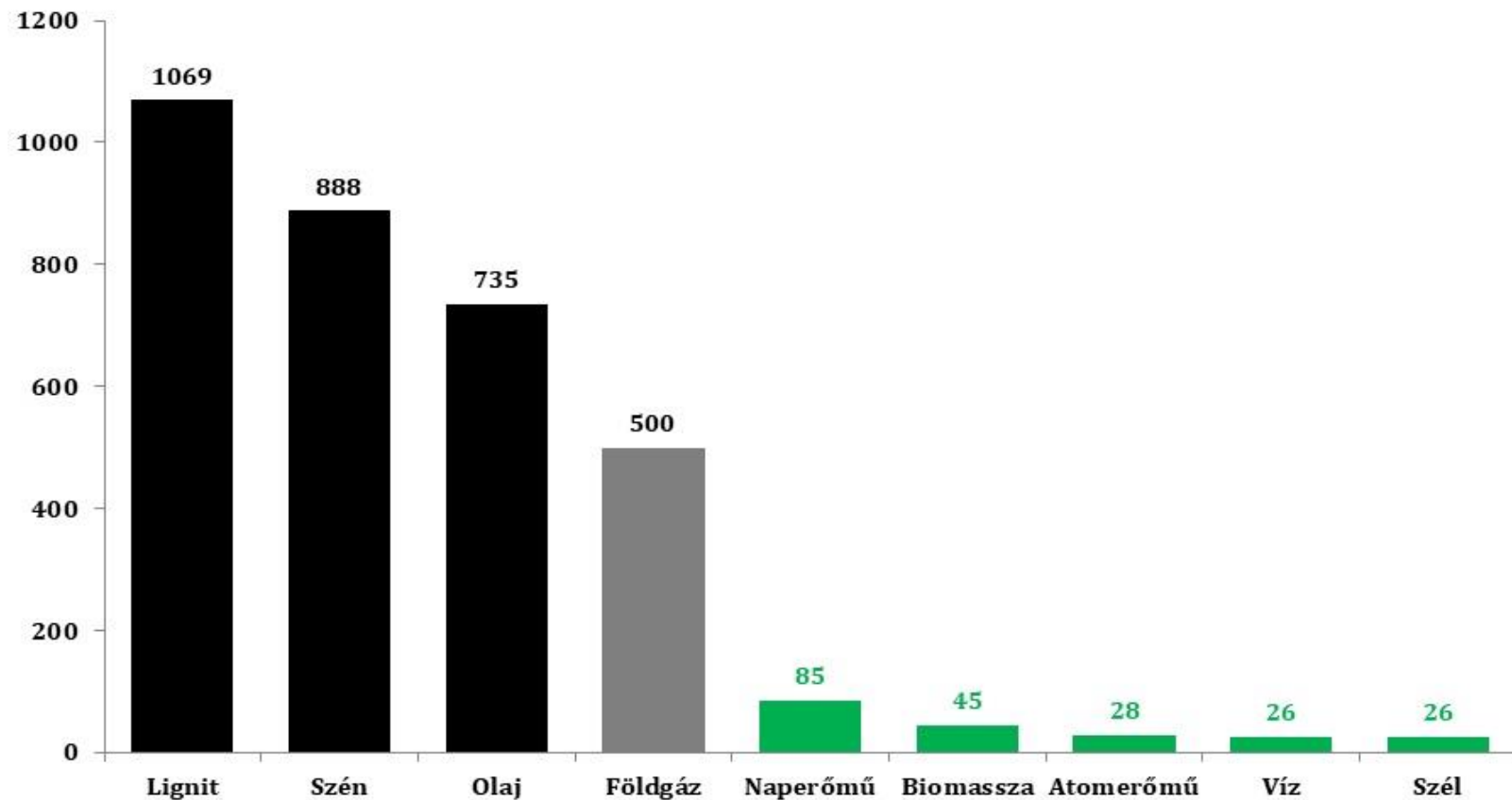
# Nukleáris váltoállítás az Európai Unióban



## Európai Bizottság Közös Kutatóközpontja

A nukleáris energia és az atomerőművek építése igenis fenntartható, mert az életciklus-elemzések szerint egyik legkisebb szén-dioxid-kibocsátással járó áramtermelési módként előmozdítja az európai zöld megállapodás céljainak teljesülését és a klímasemlegesség 2050-re tervezett megvalósulását.

# JRC jelentés – az egyes villamosenergia-termelési módok szén-dioxid-egyenérték kibocsátása (g/kWh)



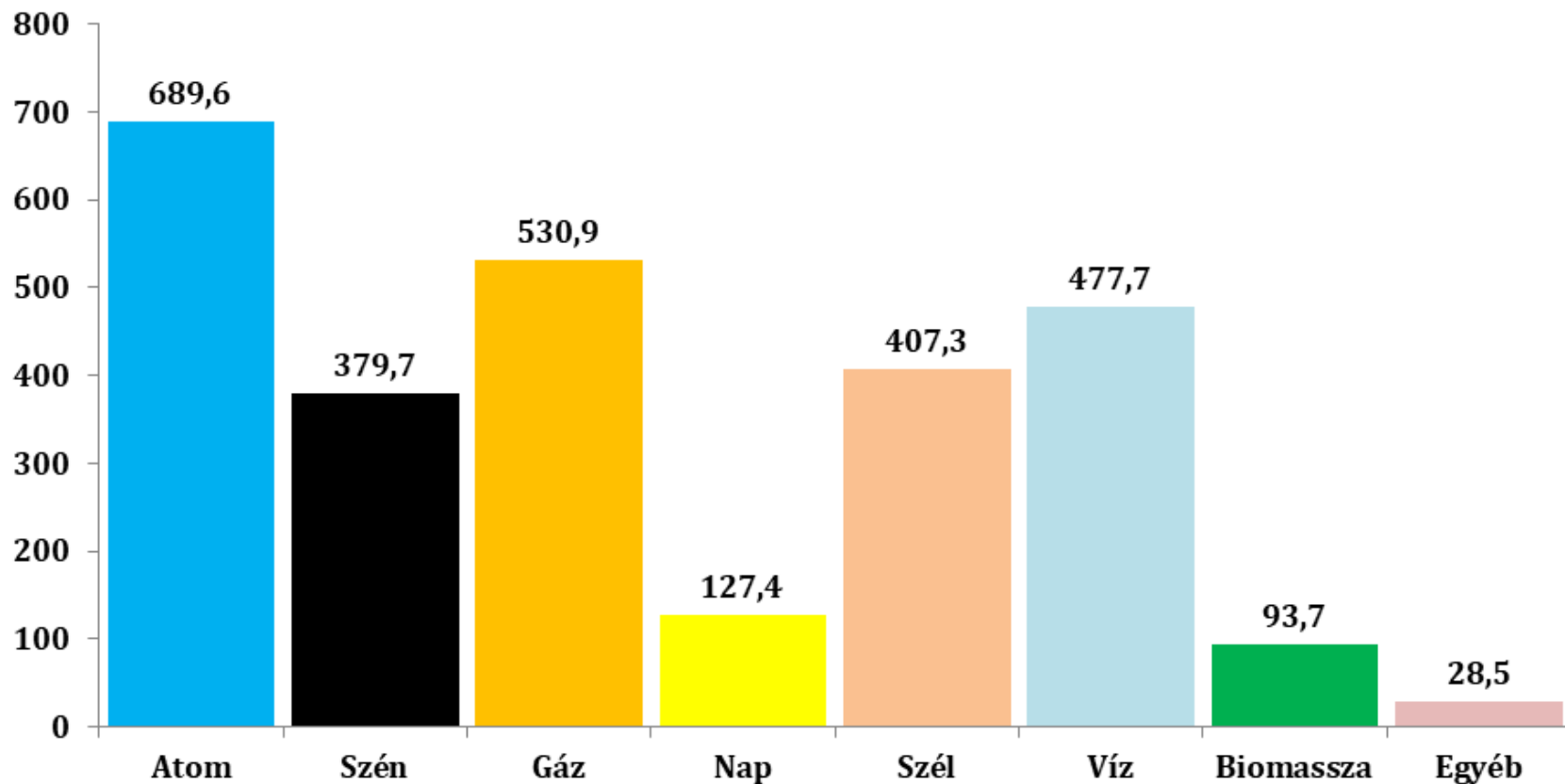
# Új atomerőmű építések Európában



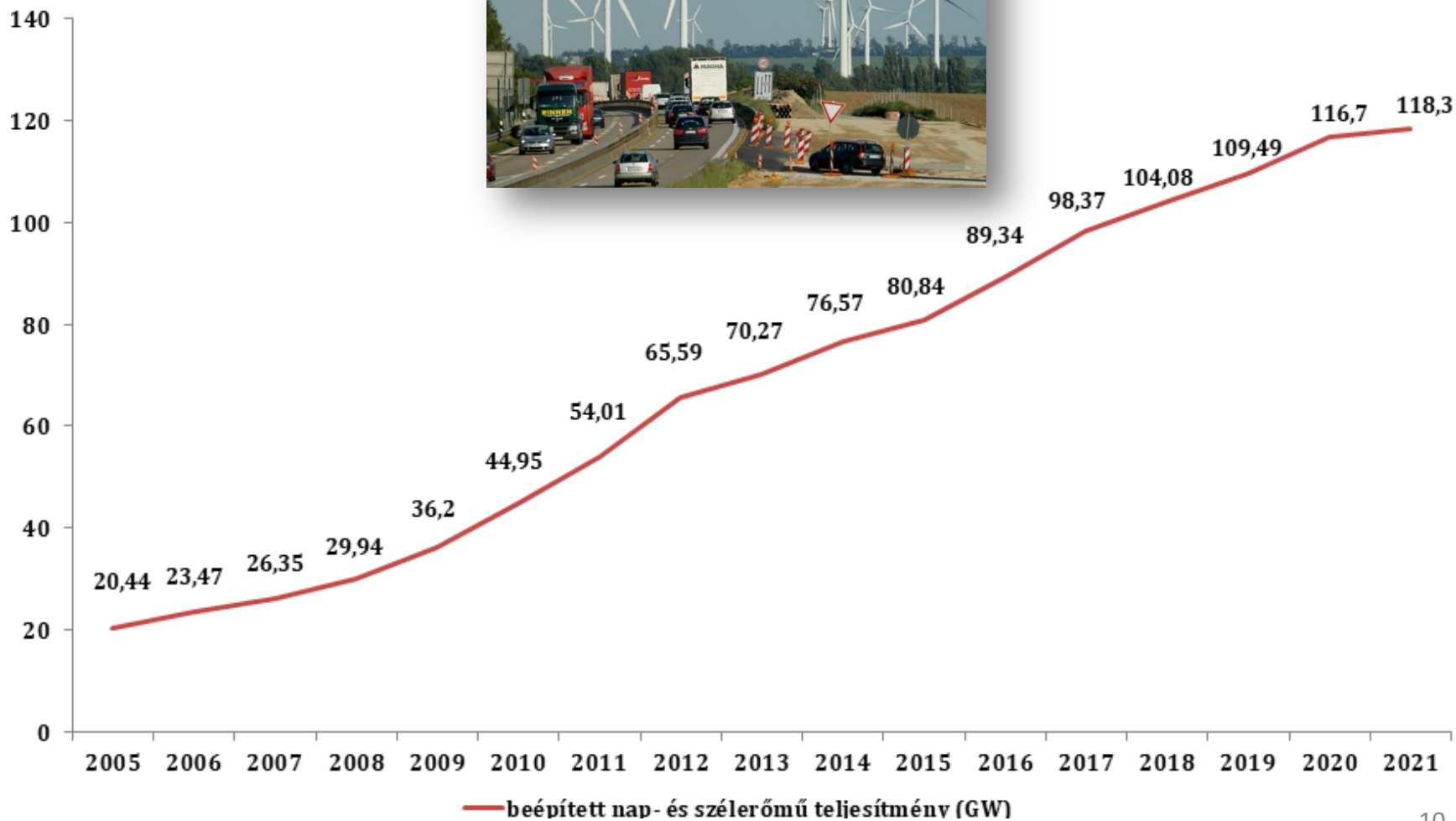


# A klímabajnok európai atomerőművek

A villamosenergia-termelés összetétele 2020-ban (TWh)



# Németország a megújulók „fellegvára”



# Németország a megújulók „fellelegvára” és az atomellenesek hazája

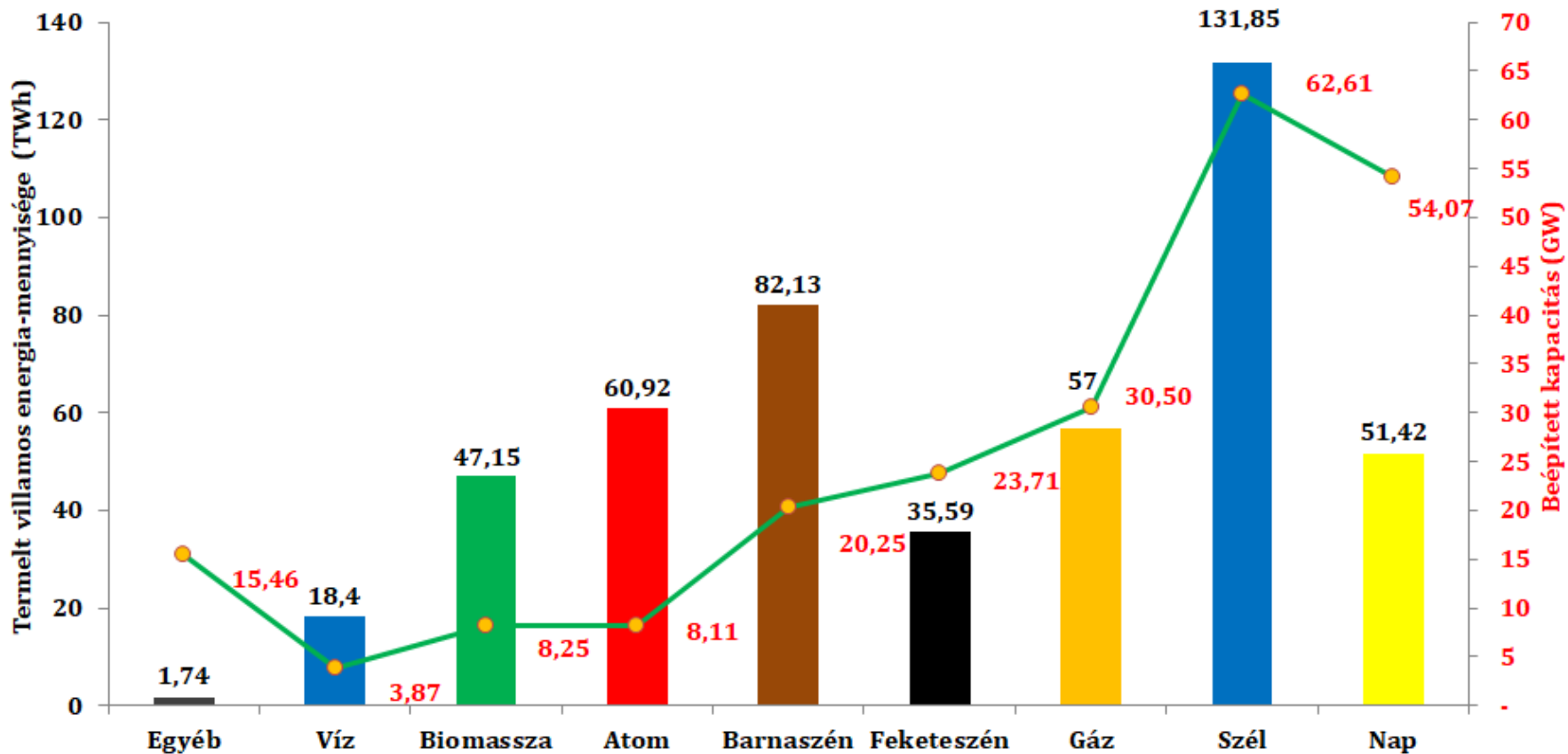
2019. december 31.

**A PHILIPPSBURG-2, 1468 MW teljesítményű blokk utolsó napja**  
**375 TWh villamos energia, 300 millió tonna szén-dioxid kibocsátás megelőzése**



**Jelenleg üzemel: 6 blokk – 8,1 GW teljesítmény**  
**Sorsuk megpecsételve: 2021-ben és 2022-ben 3-3 blokk fog leállni.**

# Egyre nagyobb megújuló kapacitások, de még mindig fontosak a fosszilis és az atomerőművek...(2020)



Beépített kapacitás: **227 GW (100 %)**

Villamosenergia-termelés: n. **486 TWh (100%)**

Nap- és szél: **117 GW (52 %)**

Nap- és szél: **183 TWh (37%)**

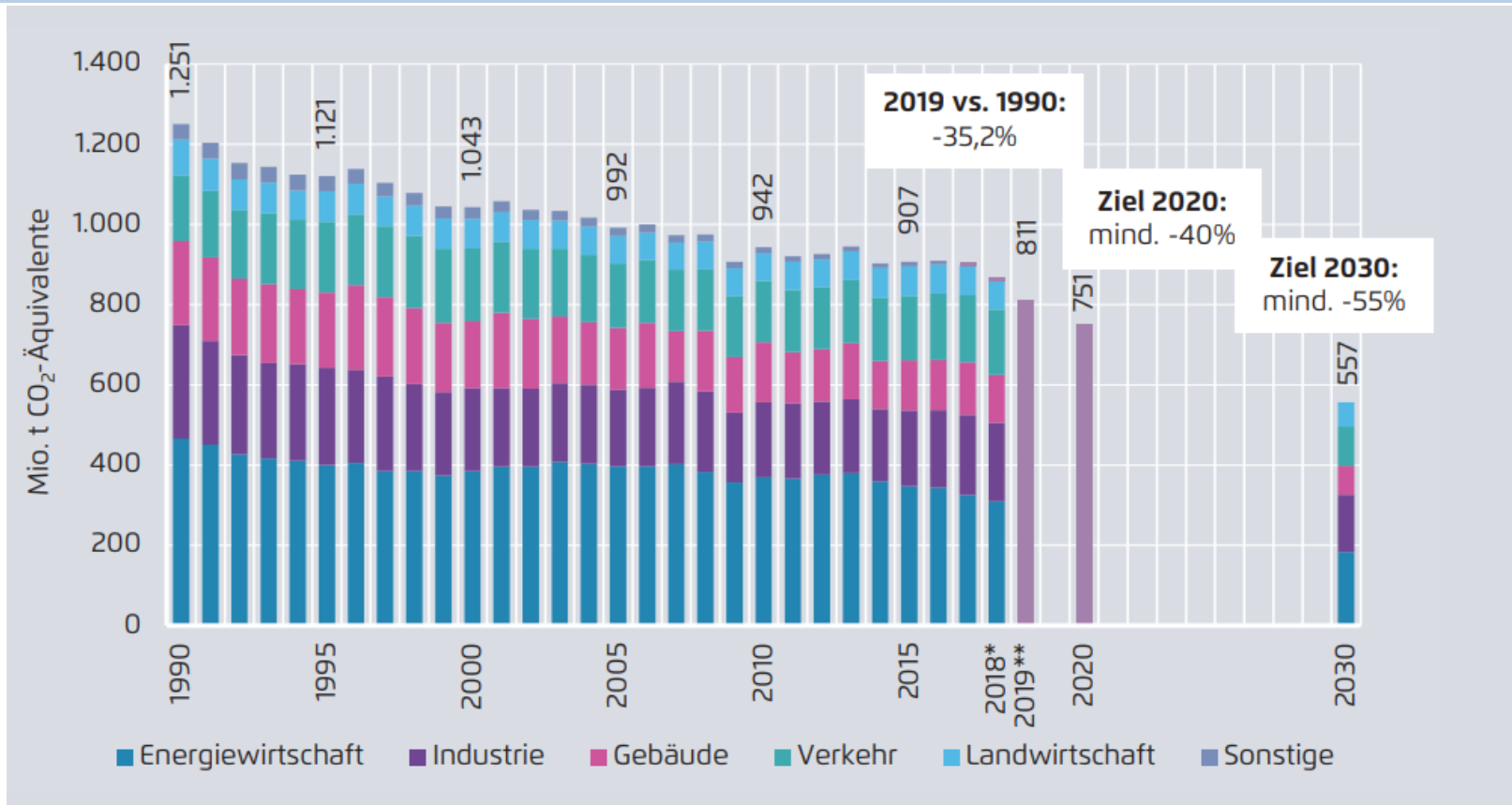
## Teljesítménykihasználtsági-tényezők

Atomerőművek: **86 %**, naperőművek: **11 %** és szelerőművek: **24 %**

# Egyre több megújuló, de elbukott a klímavédelmi cél



# Egyre több megújuló, de elbukott a klímavédelmi cél



## Atomerőművek

2010: 132 TWh

2020: 61 TWh

**Ha az atomerőműveket nem állítottak volna le, de helyettük szén-erőműveket zártak volna be, akkor évente 57 millió tonna szén-dioxid kibocsátás vált volna elkerülhetővé...**

# Az amerikai tanulmány tragikus következtetése

NBER WORKING PAPER SERIES

THE PRIVATE AND EXTERNAL COSTS OF GERMANY'S NUCLEAR PHASE-OUT

Stephen Jarvis  
Olivier Deschenes  
Akshaya Jha

Working Paper 26598  
<http://www.nber.org/papers/w26598>

NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH  
1050 Massachusetts Avenue  
Cambridge, MA 02138  
December 2019

A német atomerőművek  
leállítása miatt évi

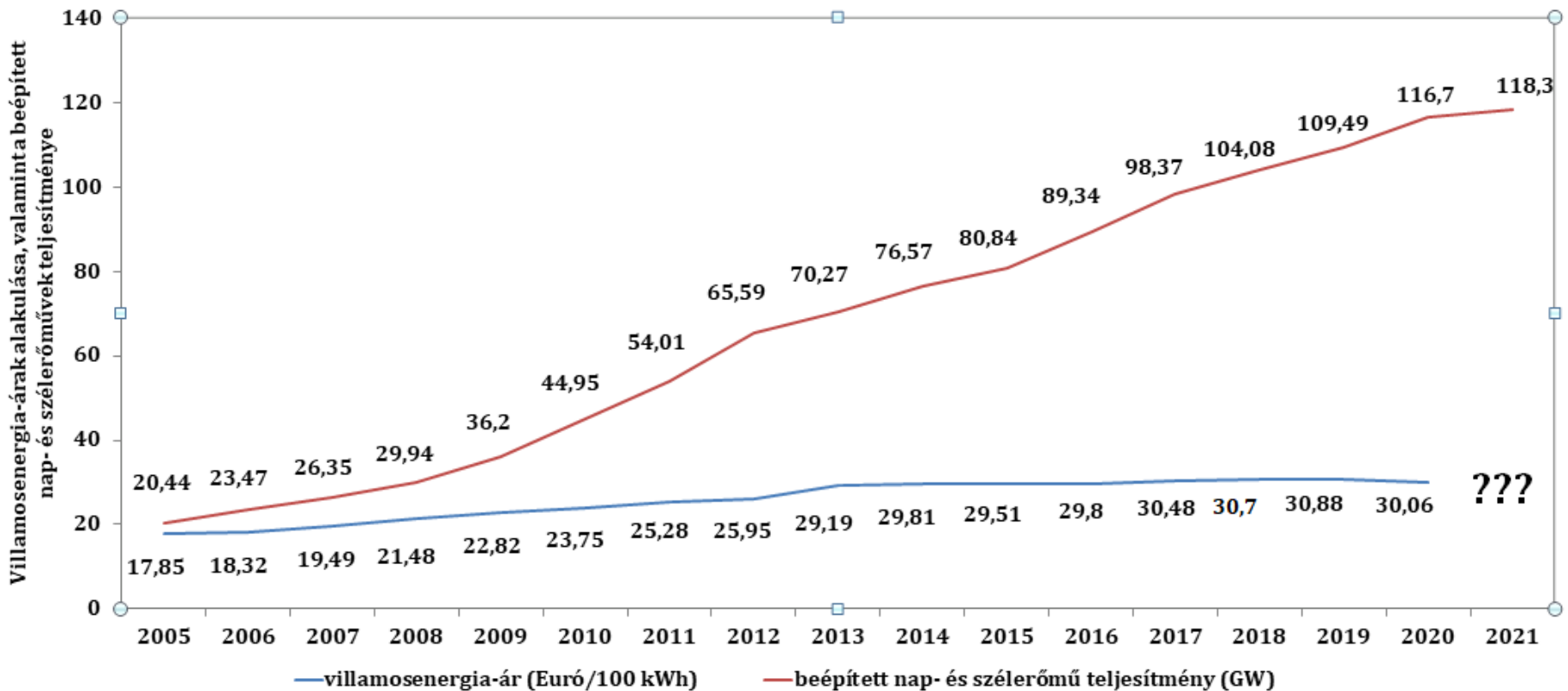
1100 halott

The authors thank seminar participants at the University of Wyoming, the University of Texas-Austin, and at Regensburg University for their comments and suggestions. The authors also wish to acknowledge the Library at the University of California, Berkeley, which provided support for the completion of this research. The views expressed herein are those of the authors and do not necessarily reflect the views of the National Bureau of Economic Research.

NBER working papers are circulated for discussion and comment purposes. They have not been peer-reviewed or been subject to the review by the NBER Board of Directors that accompanies official NBER publications.

© 2019 by Stephen Jarvis, Olivier Deschenes, and Akshaya Jha. All rights reserved. Short sections of text, not to exceed two paragraphs, may be quoted without explicit permission provided that full credit, including © notice, is given to the source.

# Egyre több nap- és szélenergia, egyre nagyobb háztartási áramárak...



**1 kWh háztartási villamosenergia-ár: közel 118 Ft/kWh (itthon: 36,5 Ft/kWh)**

**Éves megújulás támogatás**

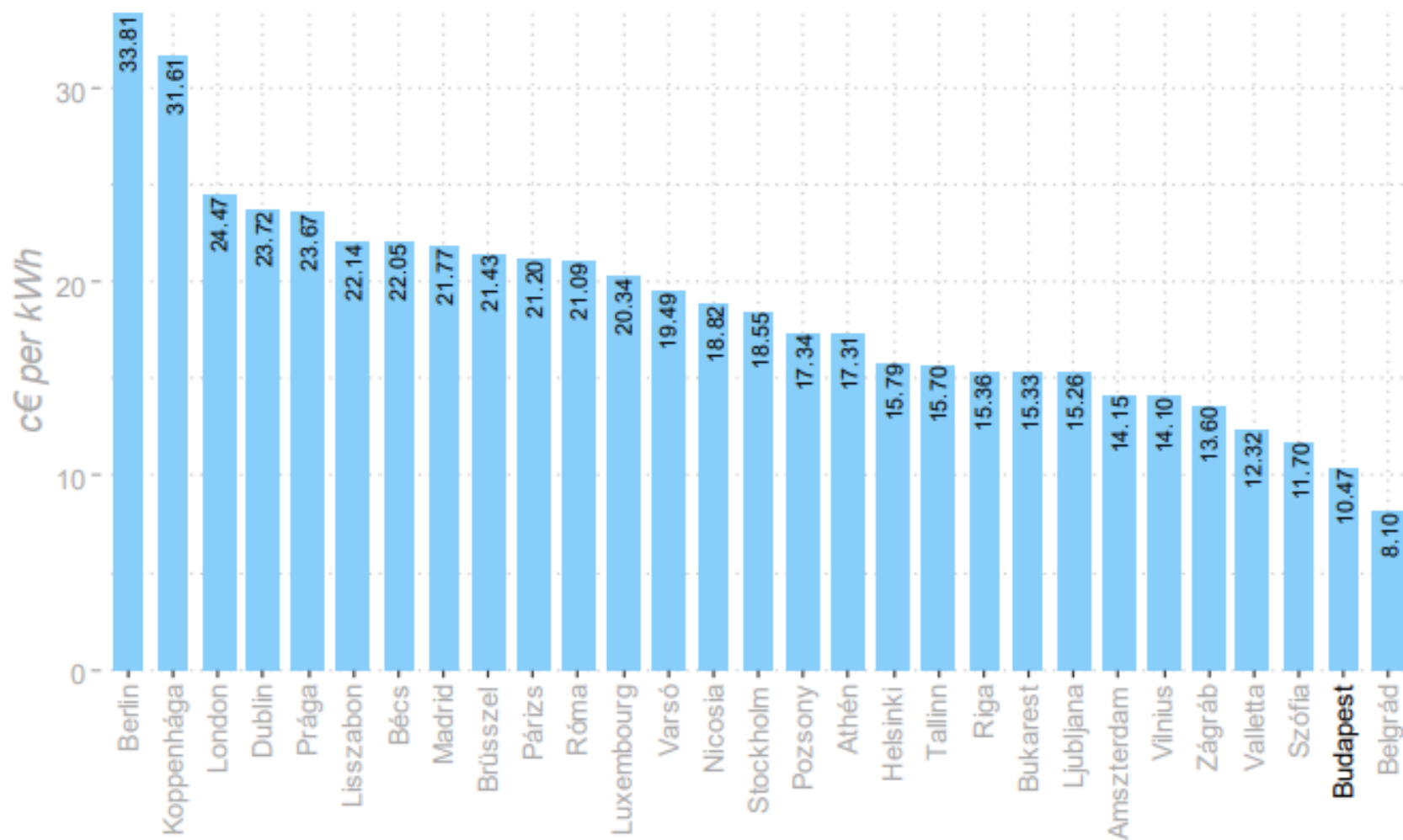
**2021: közel 34 milliárd euró (11 800 milliárd Ft)**

**( ez négy paksi VVER-1200 típusú blokk ára, 43 TWh, 35 millió tonna CO2 elkerülés)**

**2000-2020: 330 milliárd euró (115 000 milliárd forint)**



# Villamosenergia-árak az Európai Unióban – 2021. március



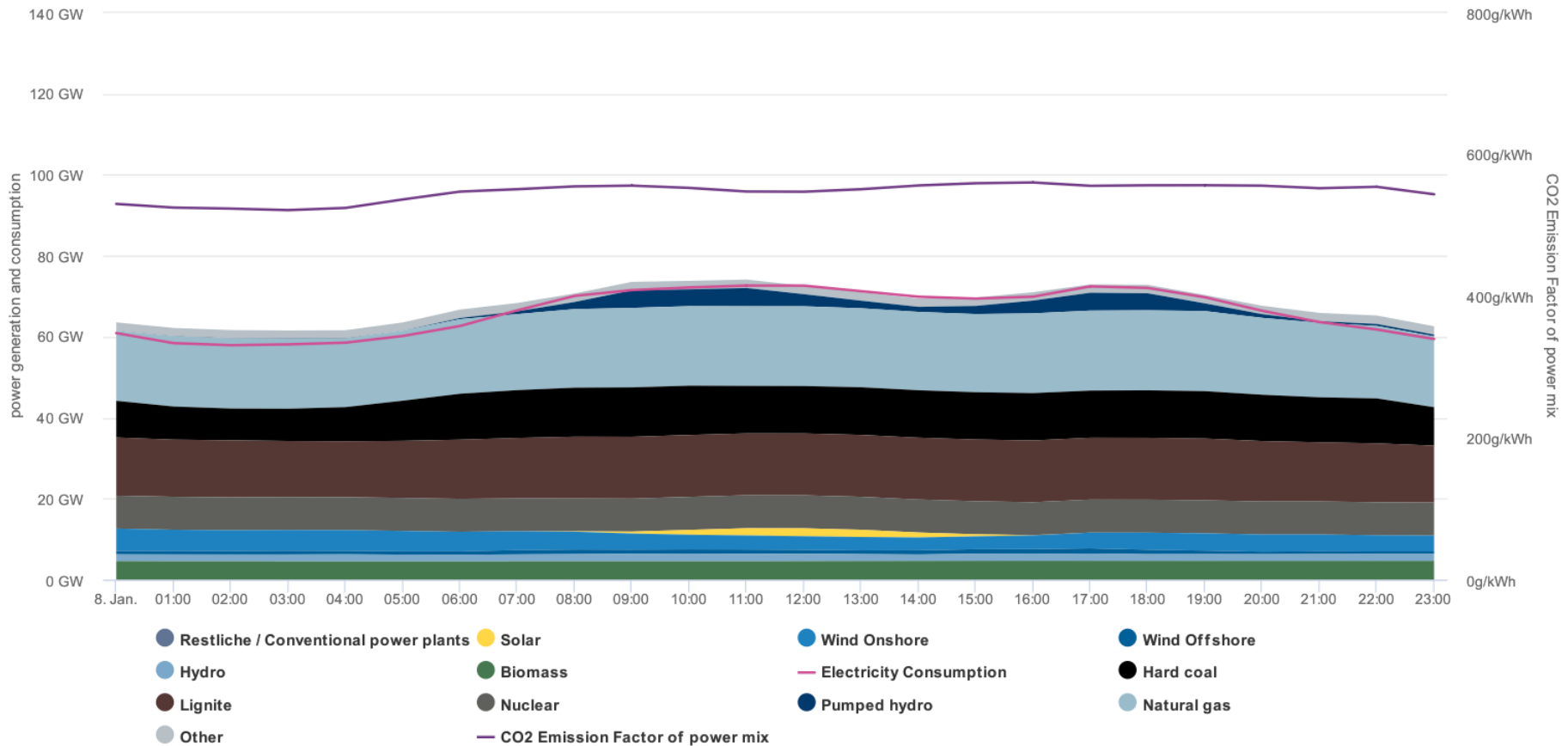
# A fizika és az időjárás mindenhol helyre teszi a politikusokat

**2021. január 1.**

**Németországban leállítanak 11 szénerőművet, amelyek 4700 MW kapacitást képviseltek, kompenzációt is kaptak, de 8 nap múlva...**



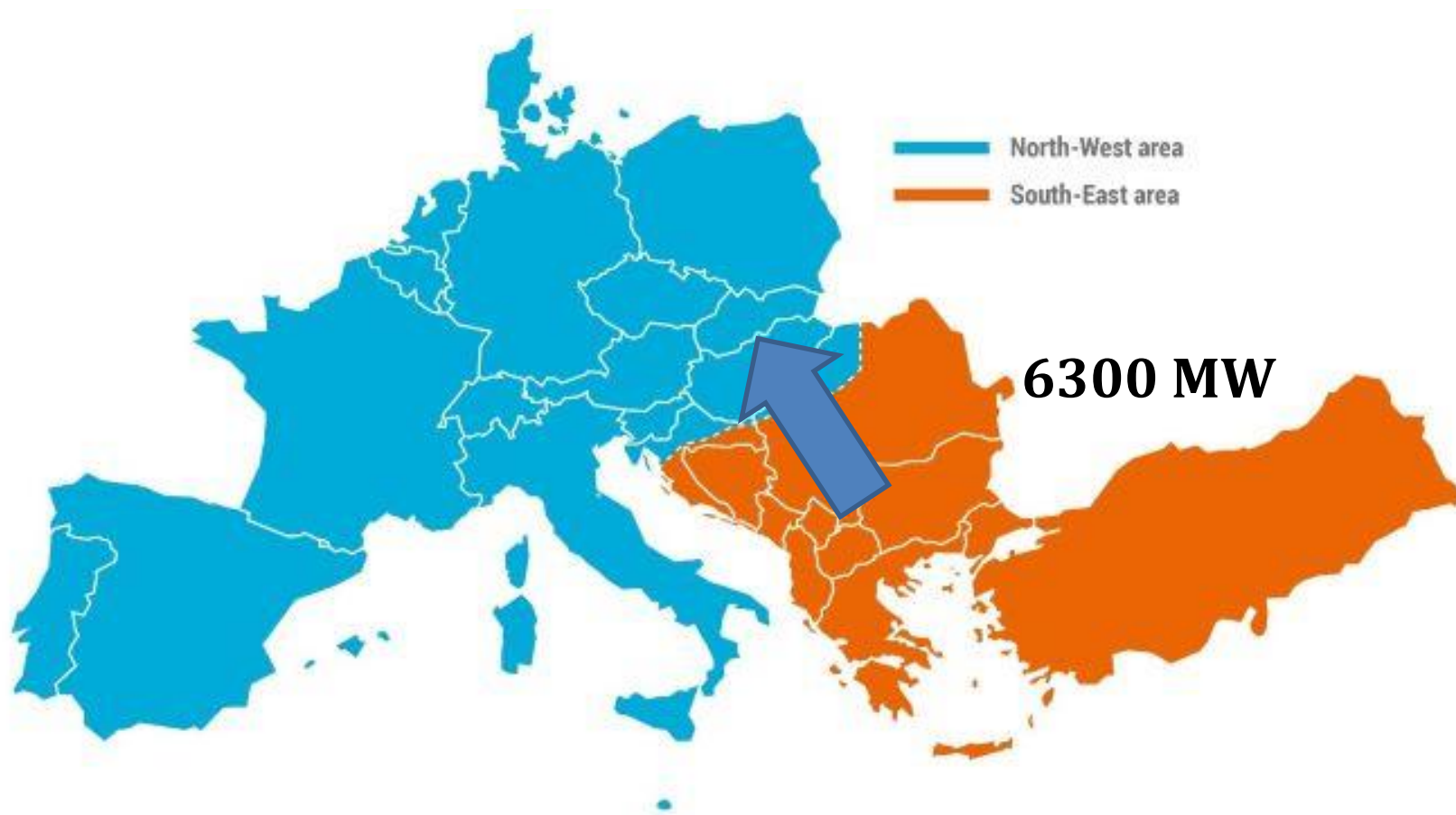
# A német energiaforradalom igazi „arca” 2021. január 8.



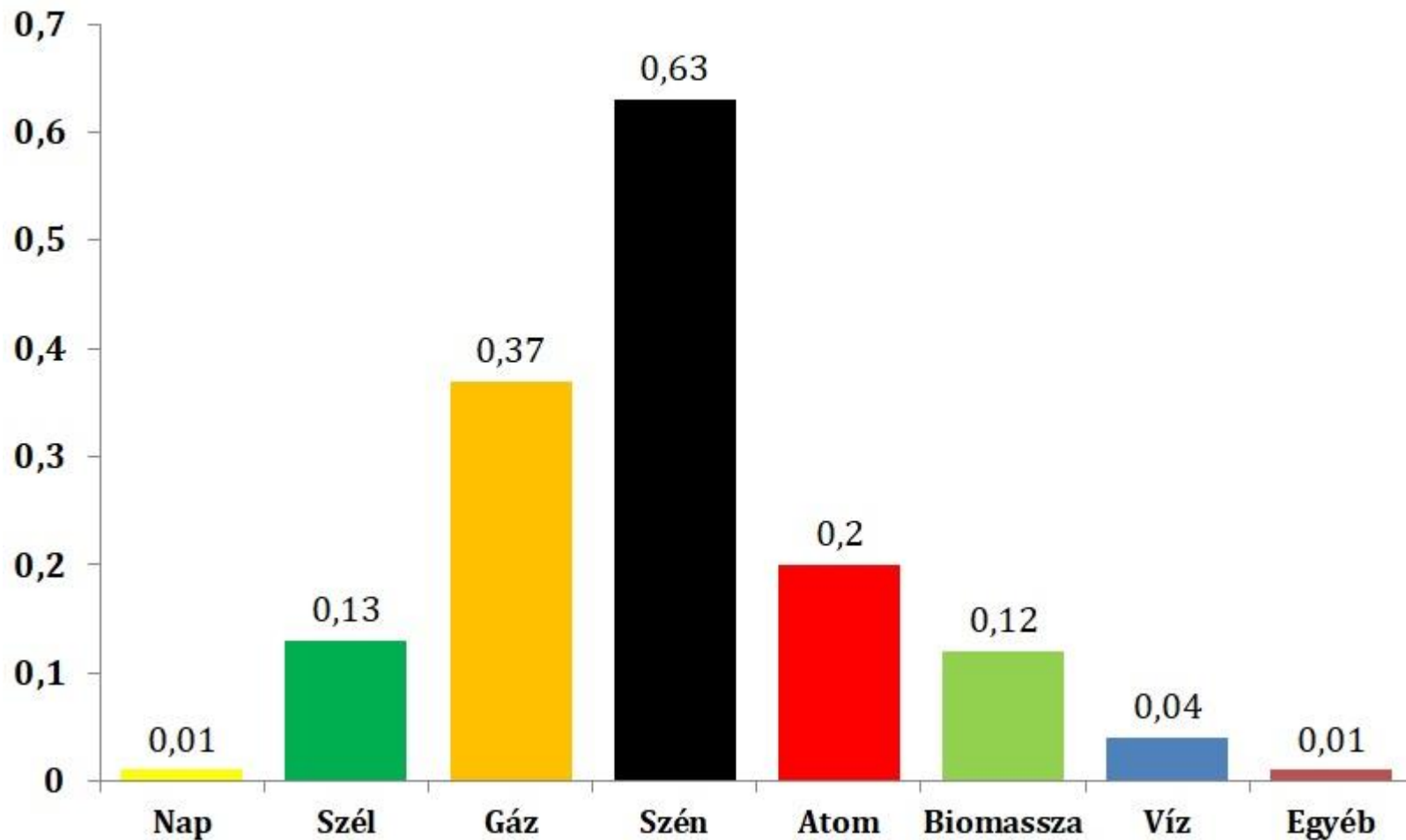
Agora Energiewende; Current to: 13.01.2021, 11:45

2021. január 8.

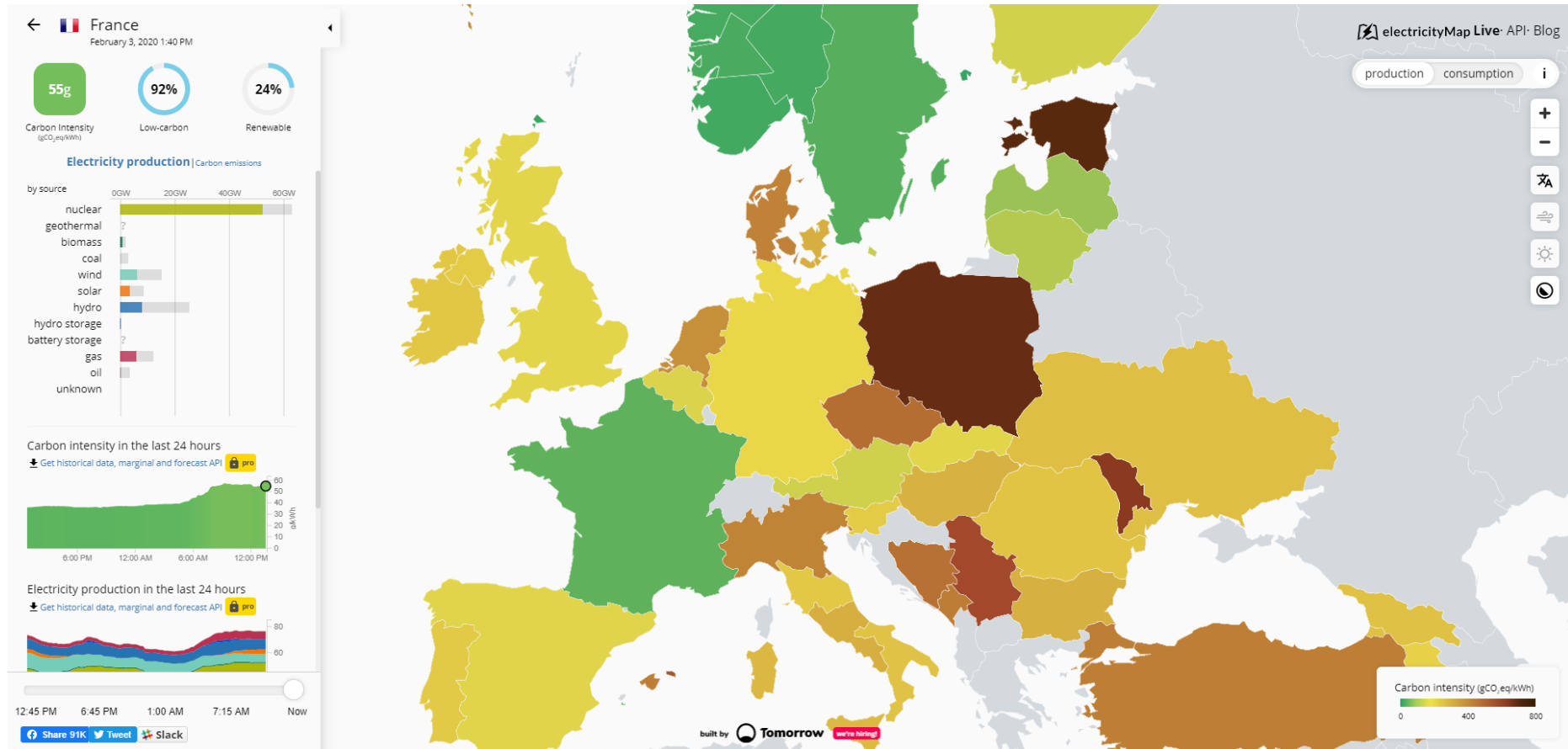
A megújulók miatt majdnem európai áramszünet lett



# A német villamosenergia-termelés összetétele 2021. január 8-án (TWh)



# Online szén-dioxid kibocsátási és áramtermelési térkép



# A német energiaforradalom súlyos következményei – falu és templomrombolások, természetpusztítás...

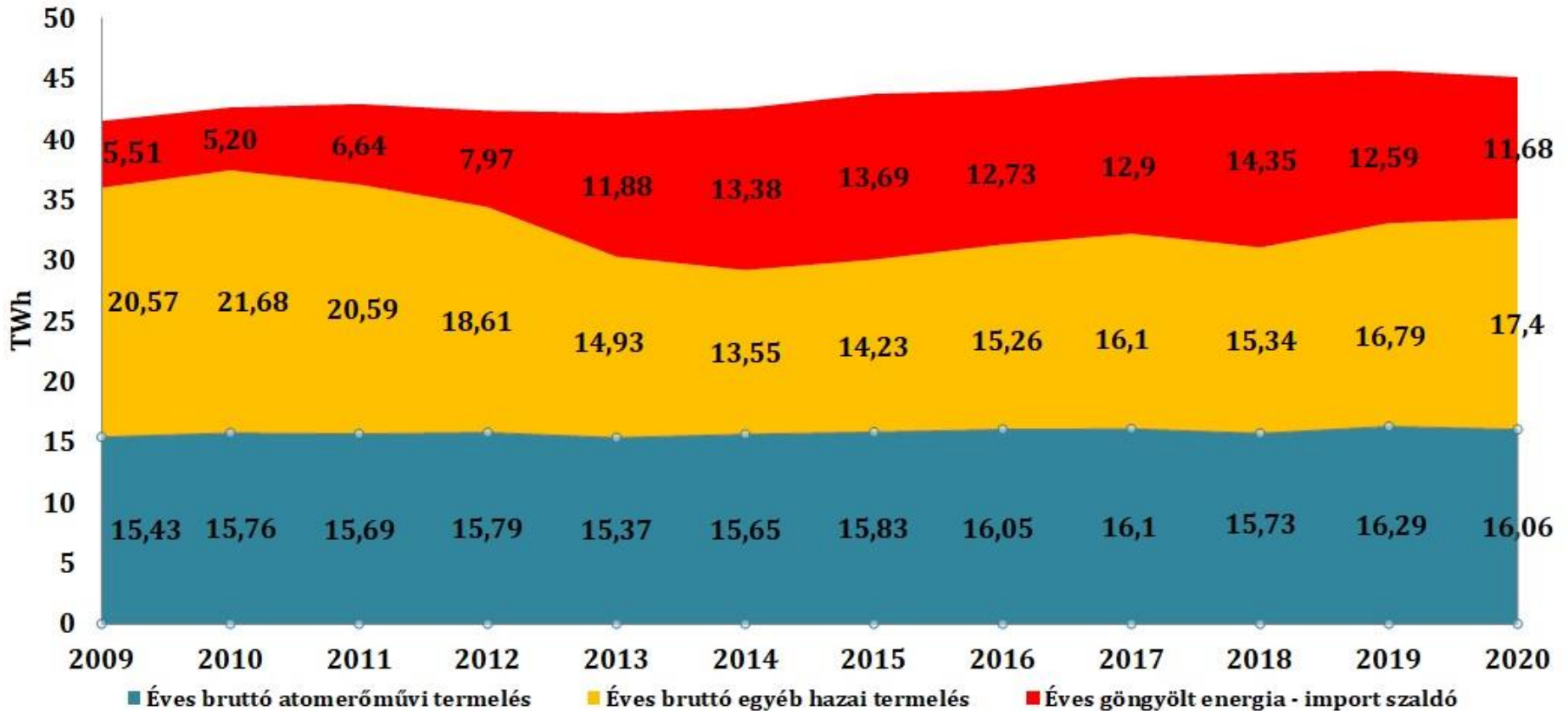


# A német energiaforradalom további súlyos következményei – fogyasztói korlátozások





# A hazai villamosenergia-fogyasztás összetétele



**Hazai villamosenergia-fogyasztás (2020): 45,14 TWh (100%) (-1%)**

**Import: 11,68 TWh (25,87%)**

**Hazai termelés: 33,46 TWh (74,13%)**

- ebből Paks termelése: **16,05 TWh (48%)**

- hazai megújulók termelése: **4,4 TWh (13%)**

Forrásadat: MAVIR

# Sokkoló import adatok

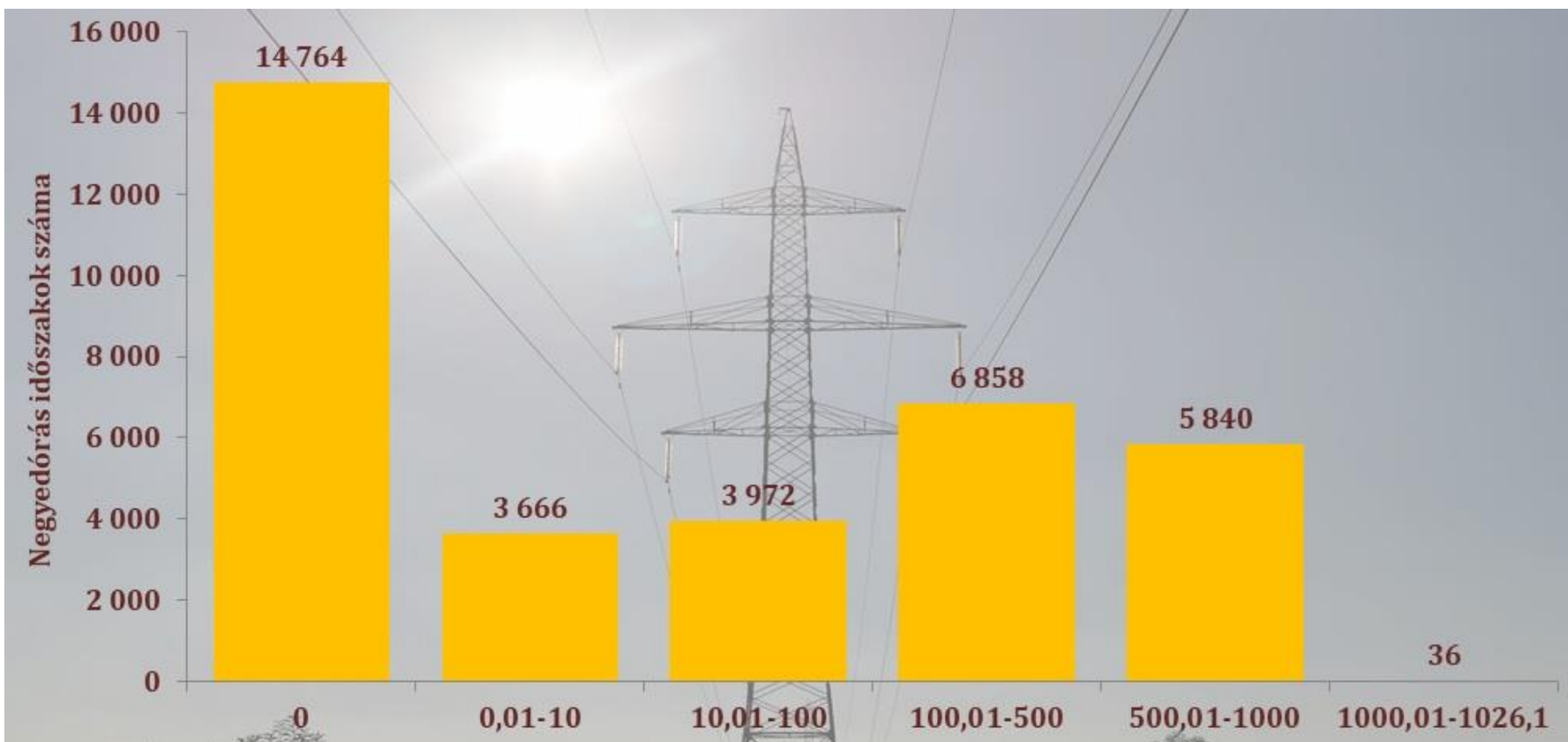


Abszolút villamosenergia-import csúcs:  
**3241 MW** (2020. december 14. 16.15h) (közel 48%)

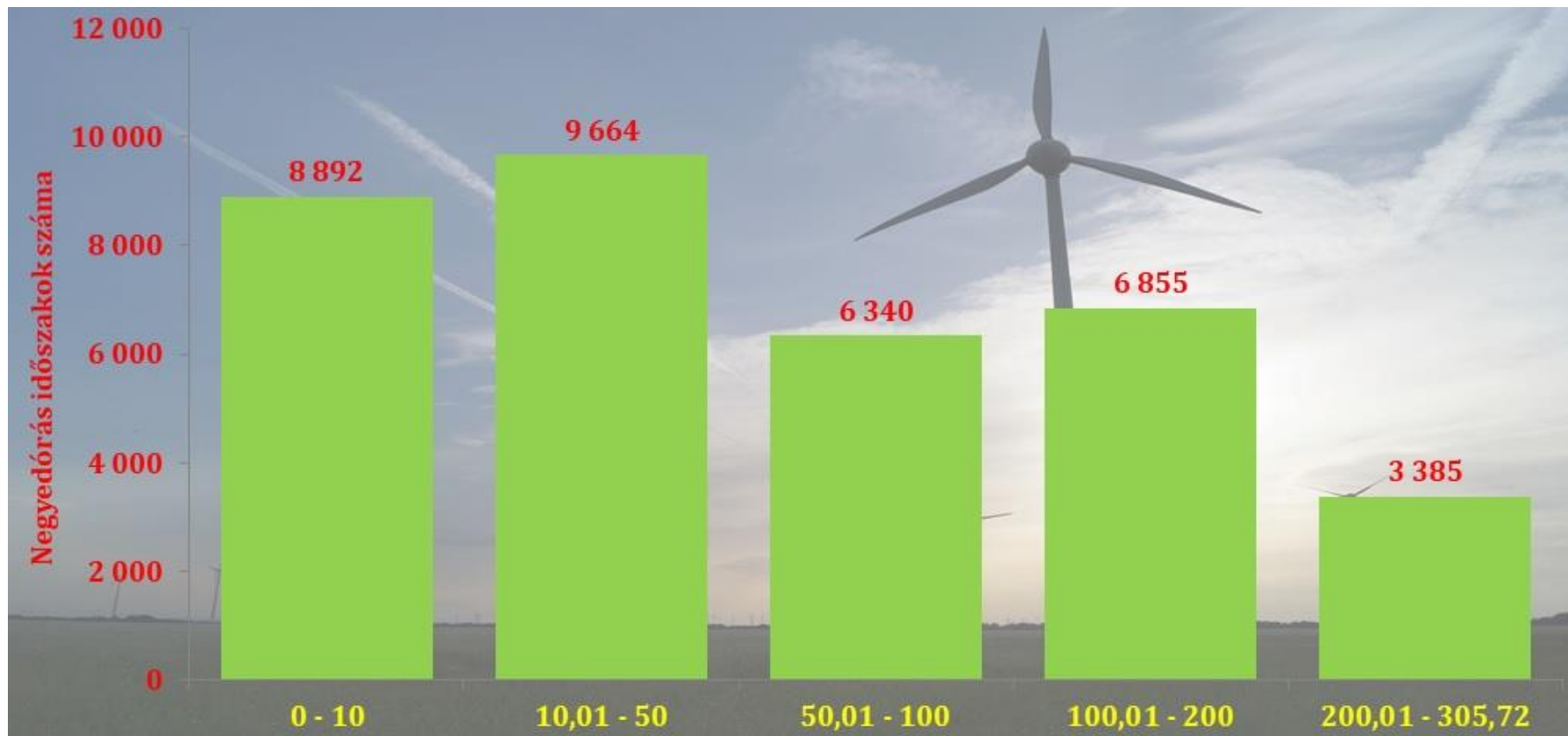
Abszolút import részarány csúcs:  
**54 százalék** (2020. augusztus 13. 20.15h)

Tavaly 1274 olyan negyedórás időszak volt, amikor az  
**import részaránya meghaladta a 40 százalékot.**

# A hazai naperőművek aktuális teljesítményeinek megoszlása negyedórás adatok alapján (MW, 2020)

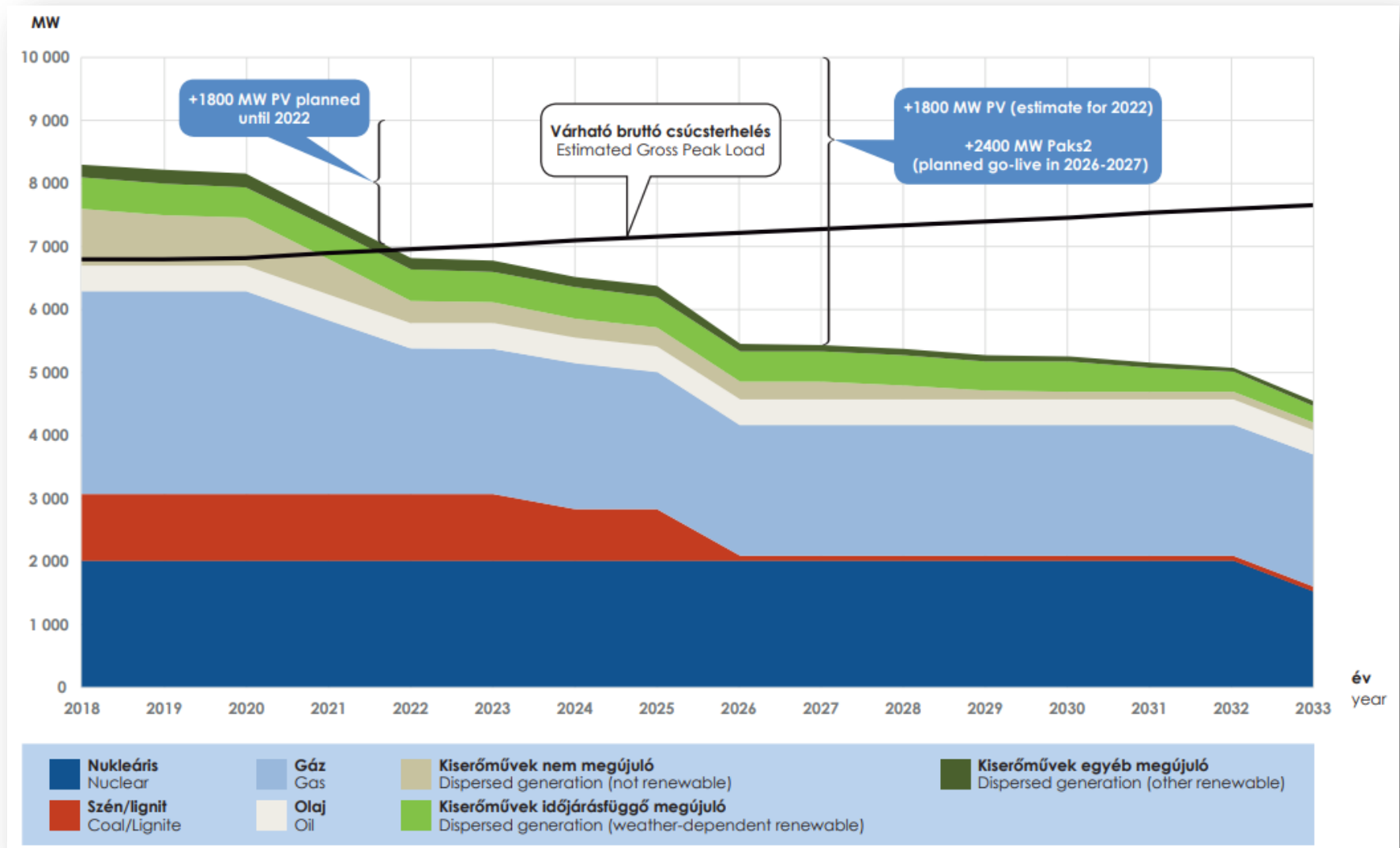


# A hazai szélenergia aktuális teljesítményeinek megoszlása negyedórás adatok alapján (MW, 2020)



Tavaly összességében 35 napnyi időszakban a hazai szélenergia „elfelejtették” az alapvető erőművi szerepüket, és a villamosenergia-rendszerben termelők helyett fogyasztóként jelentek meg, hiszen fogyasztásuk több volt, mint a termelésük...

# A jövő nagy hazai energetikai kihívása



# A hazai példaértékű energia- és klímastratégia legfontosabb üzenete

## Paks II. Atomerőmű + naperőművek



**2030-ra a villamosenergia-termelésünk  
90 százaléka klímabarát lesz**

# Új blokkok jogi „pillérei”



## 2009. március 30. az Országgyűlés tárgyalja és elfogadja a határozati javaslatot

### Az Országgyűlés 25/2009. (IV. 2.) OGY határozata

az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 7. §-ának (2) bekezdése alapján, a paksi atomerőmű telephelyén új atomerőművi blokk(ok) létesítésének előkészítését szolgáló tevékenység megkezdéséhez szükséges előzetes, elvi hozzájárulás megadásáról\*

1. Az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulást ad az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 7. §-ának (2) bekezdése alapján – összhangban a 2008–2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról szóló 40/2008. (IV. 17.) OGY határozat 12. f) pontjával –, a paksi atomerőmű telephelyén új blokk(ok) létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez.

2. Ez a határozat a közzététele napján lép hatályba.

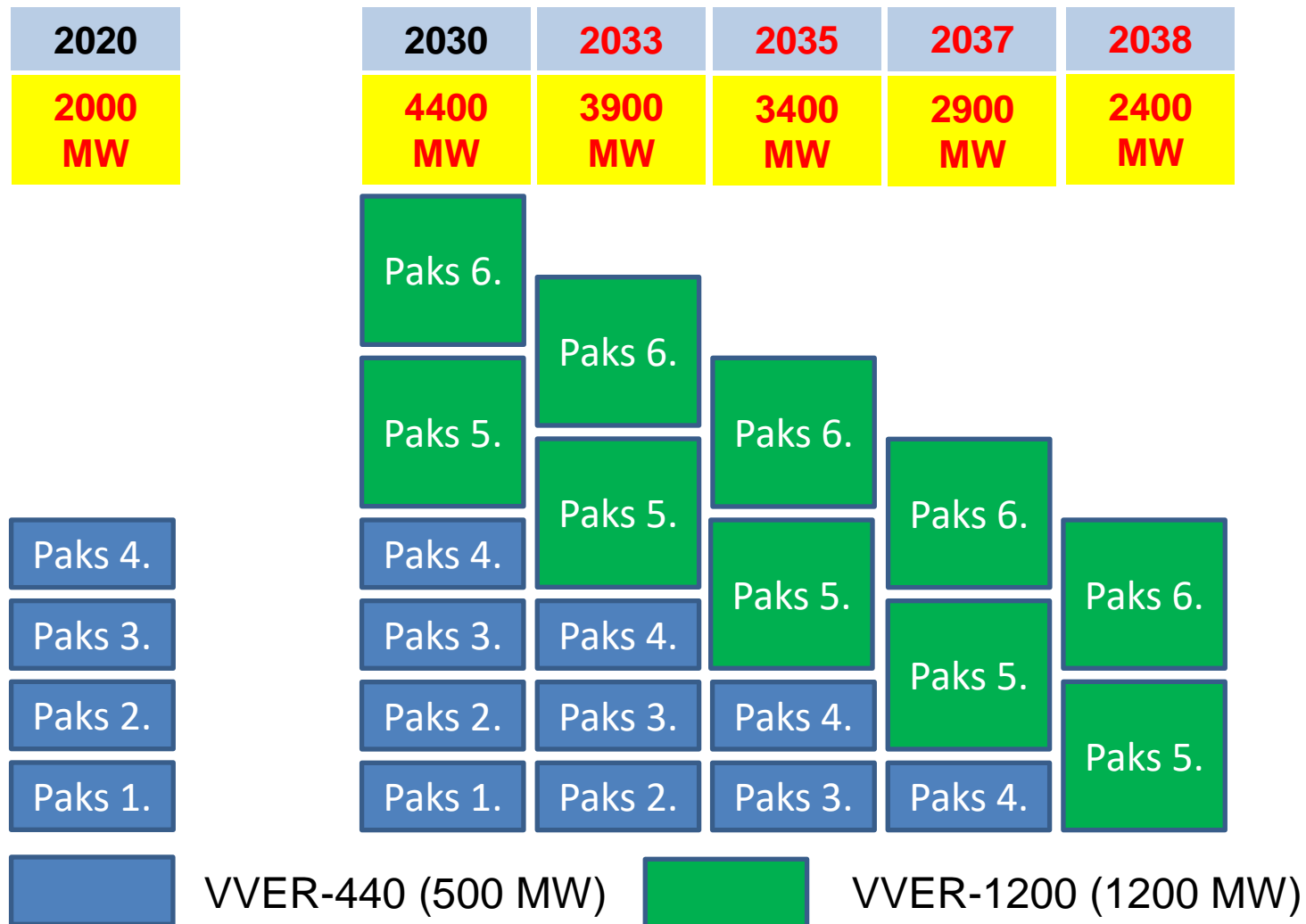
*Dr. Szili Katalin* s. k.,  
az Országgyűlés elnöke

*Gulyás József* s. k.,  
az Országgyűlés jegyzője

*Nyakó István* s. k.,  
az Országgyűlés jegyzője

Igen:	330	95,4%
Nem:	6	1,7%
Tartózkodott:	10	2,9%
Szavazott:	346	100,0%
Nem szavazott:	39	

# Magyarország jövőbeli nukleáris kapacitásának várható alakulása





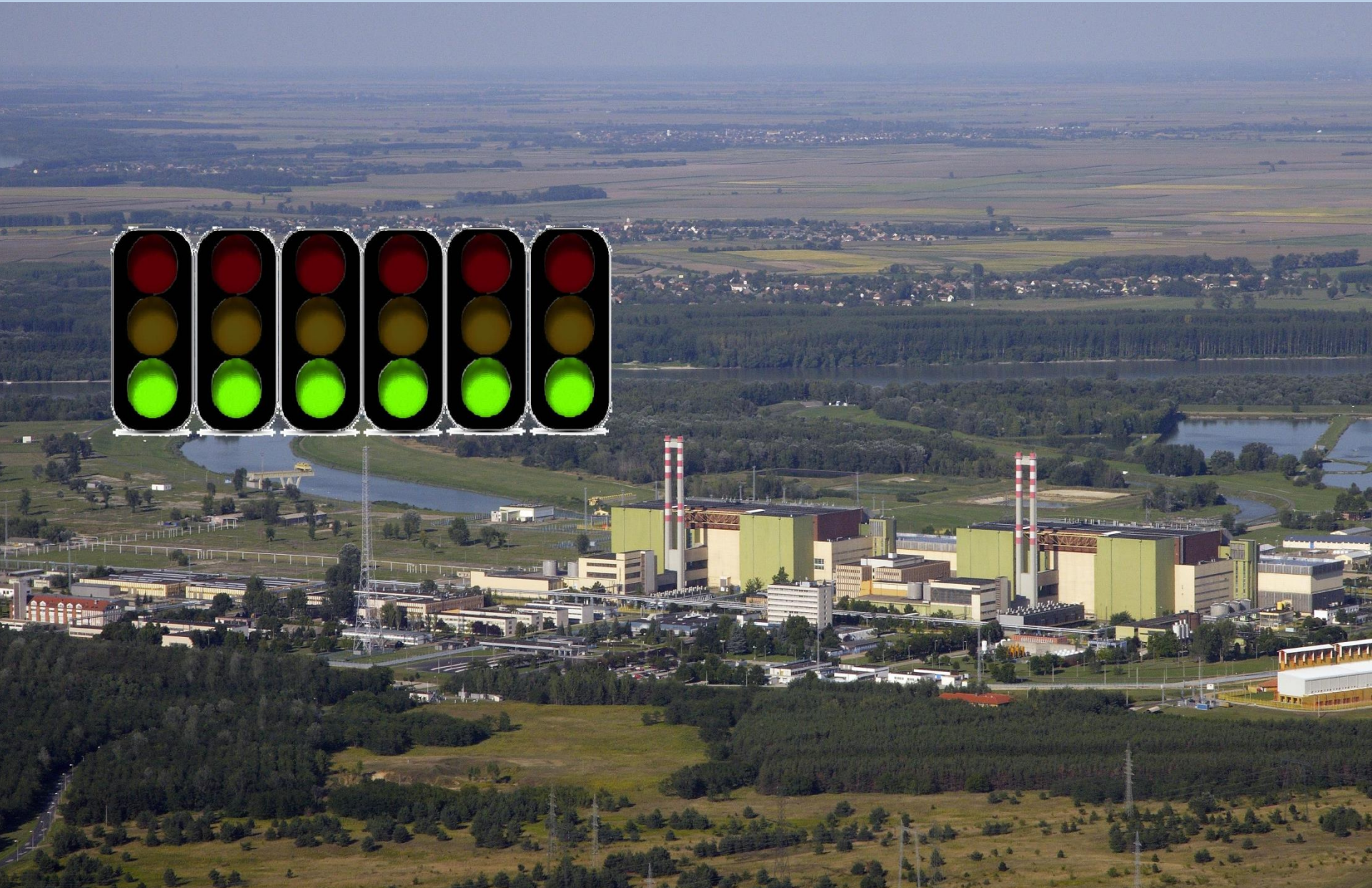
# Miért éppen az orosz VVER-1200 típusú blokk?



## A legfontosabb szempontok

- Az elérhető legnagyobb biztonság
- Megbízható szállító, aki tud is atomerőműveket építeni...
- Hazai cégek beszállítási lehetősége
- Finanszírozás, 100 százalék állami tulajdon garانتálása

# 6 uniós „zöld lámpa”



# A világ legjobbjai – már négy VVER-1200 típusú blokk áll kereskedelmi üzemben

**Novovoronyezi Atomerőmű második  
kiépítésének I-II. blokkja  
(2017. február 17., 2019. október 31.)**



**Leningrádi Atomerőmű második  
kiépítésének I-II. blokkja  
(2018. október 28., 2021. március 18.)**



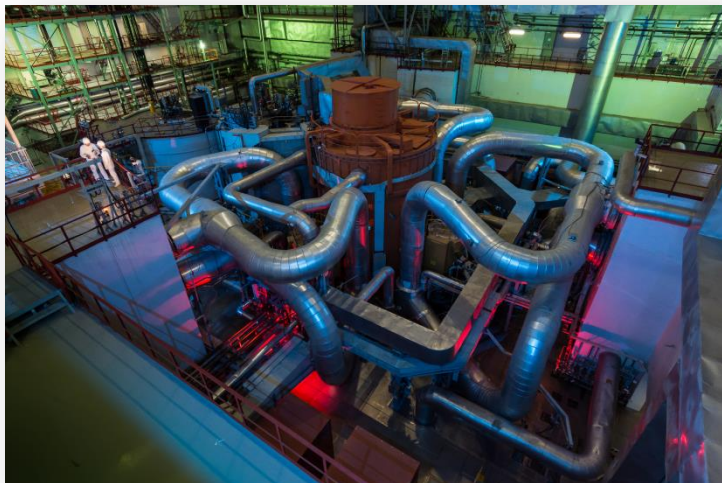
# Rosatom

- a világ vezető atomenergetikai cége



**2006-2020**  
**18 új blokk átadása**

**Jelenleg**  
**12 ország, 35 blokk építésére**  
**vonatkozó szerződés**



# A 3+ generációs, VVER-1200 típusú blokkok értékelése



## Peremfeltételek

**2400 MW teljesítmény (2 x 1200 MW)**  
**92%-os teljesítménykihasználási-tényező**  
**5%-os önfogyasztás**

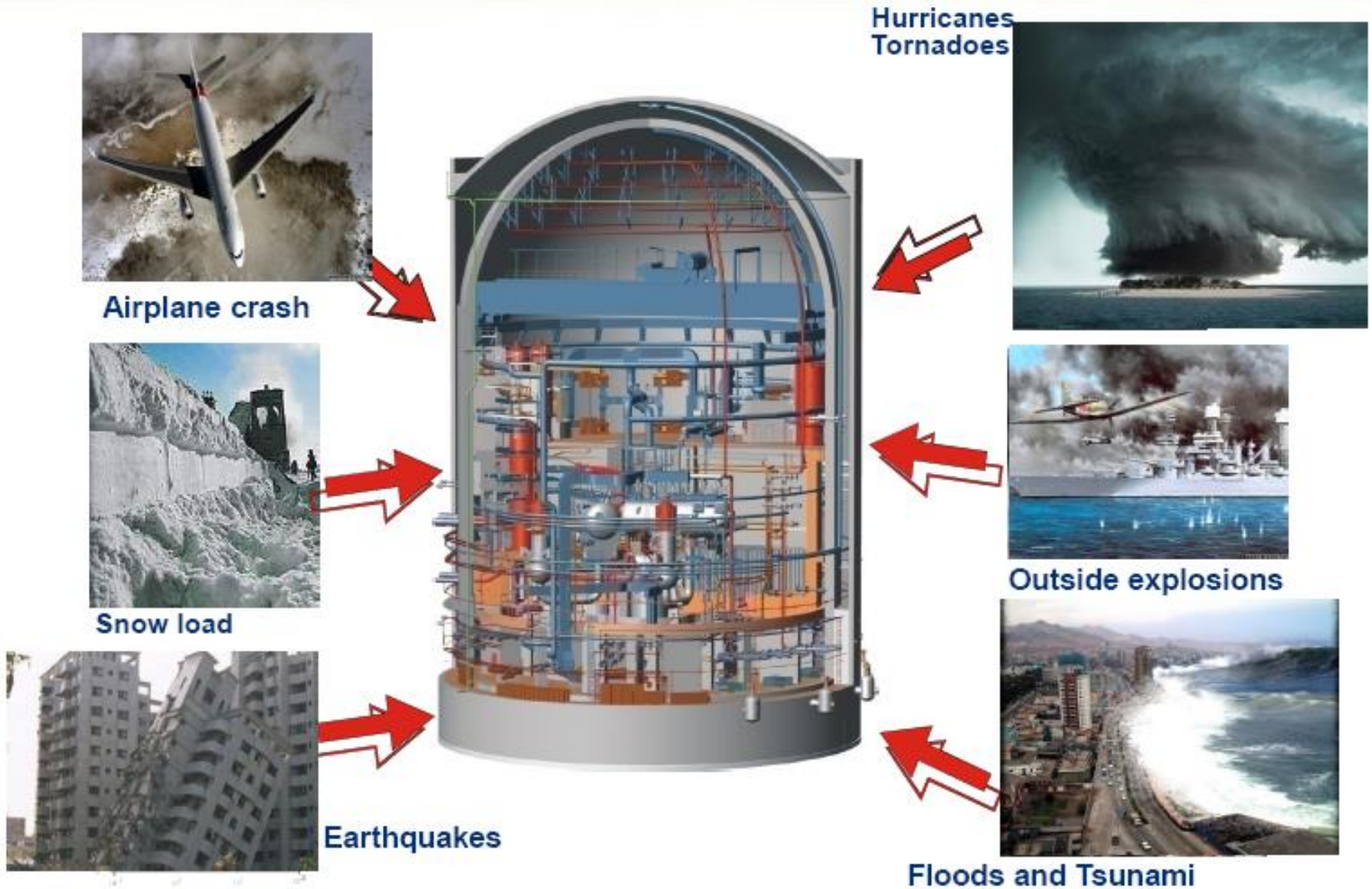
**legfeljebb 10 milliárd euró orosz hitel**  
**80% hitel, 20% önrész (legfeljebb 2,5 milliárd euró)**  
**átlag 4,5 % kamat**

**60 év garantált üzemidő**

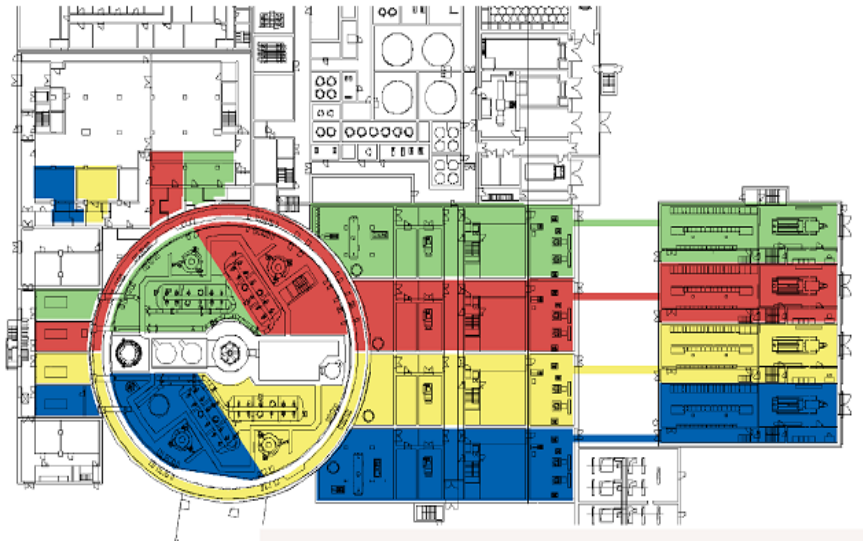
**Előtörlesztés lehetősége**

**Termelési önköltség (60 év) - közel 17 Ft/kWh (55 €/MWh)**

# A 3+ generációs, VVER-1200 típusú blokkok értékelése



# Főbb biztonsági rendszerek



- többszörös aktív és passzív biztonsági rendszer
- passzív rendszer emberi beavatkozás nélkül képes ellátni a feladatát
- a nukleáris rendszerek kettősfalú konténmentben helyezkednek el
- Redundáns biztonsági rendszer – 4 egymástól független, szeparált rendszer
- a konténmentben hidrogénkezelő rendszer
- „olvadékcsapda” – „core catcher”



**Köszönöm a figyelmüket!**