



„Fit for 55” (?)

# A kontinentális európai országok energiastratégiájának összegző és összehasonlító elemzése az európai zöld megállapodás fényében

**Prof. Dr. Aszódi Attila, Biró Bence**

*A bemutatásra kerülő elemzésekben részt vett továbbá:*

*Adorján László, Dobos Ádám Csaba, Illés Gergely, Tóth Norbert Krisztián, Zagyi Dávid és Zsiborás Tas Zalán*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Nukleáris Technikai Intézet

# Energiapolitikai helyzet Európában

- „Fit for 55” – az Európai Bizottság új energiapolitikai programja
- COP26 – a klímavédelemmel kapcsolatos elképzelések
- Új német kormányzat folytatja az atomerőművek leállítását
- Az Európai Bizottság a taxonómia rendeletben az atomenergia elfogadására készül
- Magas energiaárak (földgáz, villany)
- Hazai villamos energia fogyasztási csúcs (7 361 MW, 2021.12.09.)
- Ausztria és Németország ellátási válsághelyzetre készíti fel a lakosságát



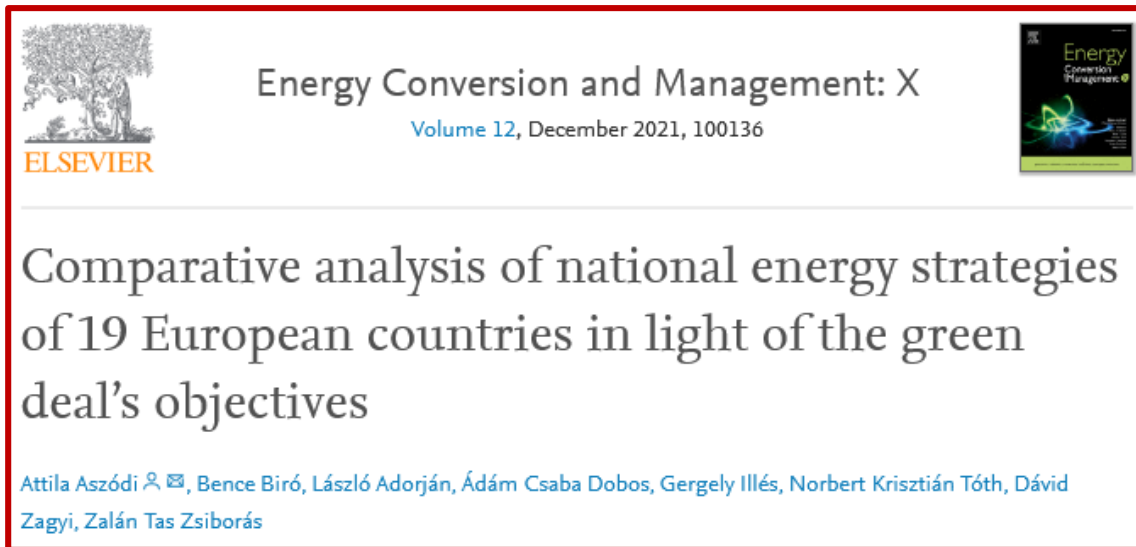
Forrás: [https://www.youtube.com/watch?v=mHWcOQ\\_7Y-U&t=12s](https://www.youtube.com/watch?v=mHWcOQ_7Y-U&t=12s)



Forrás: [https://twitter.com/BBK\\_Bund/status/1443516558232461314](https://twitter.com/BBK_Bund/status/1443516558232461314)

# Motiváció

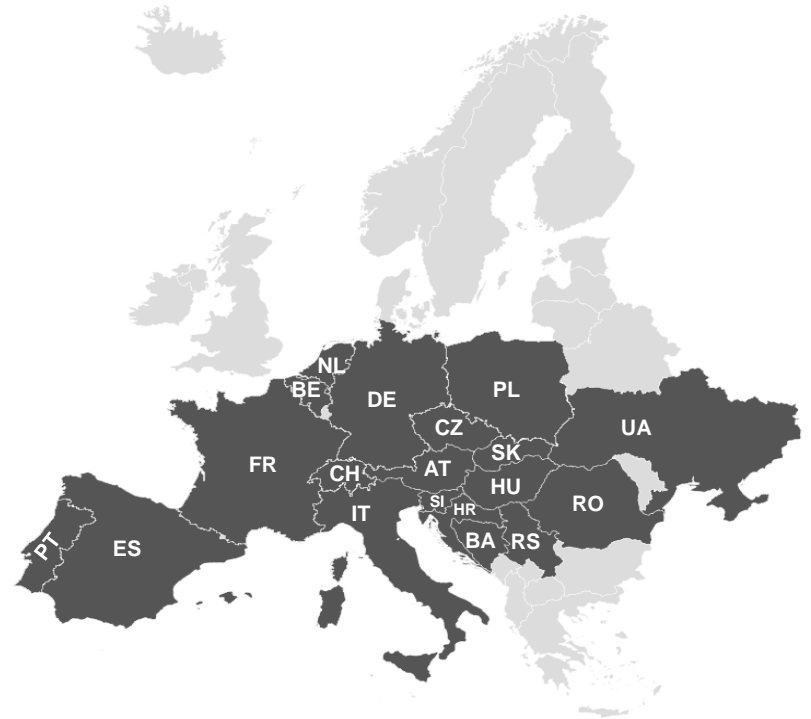
- Mennyire alkalmasak a magyar és a környékbeli országok energiapolitikai elképzelései a jelen helyzet kezelésére?
- A magas import kitettség milyen kockázatokkal járhat rövid-, közép- és hosszú távon?
- Alkalmas és képes-e az erőművi flotta a feladatok ellátására?
- Klímavédelem – Fit for 55?
- Ellátásbiztonsági követelmények teljesülnek?



<https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100136>

# Vizsgálati tartomány

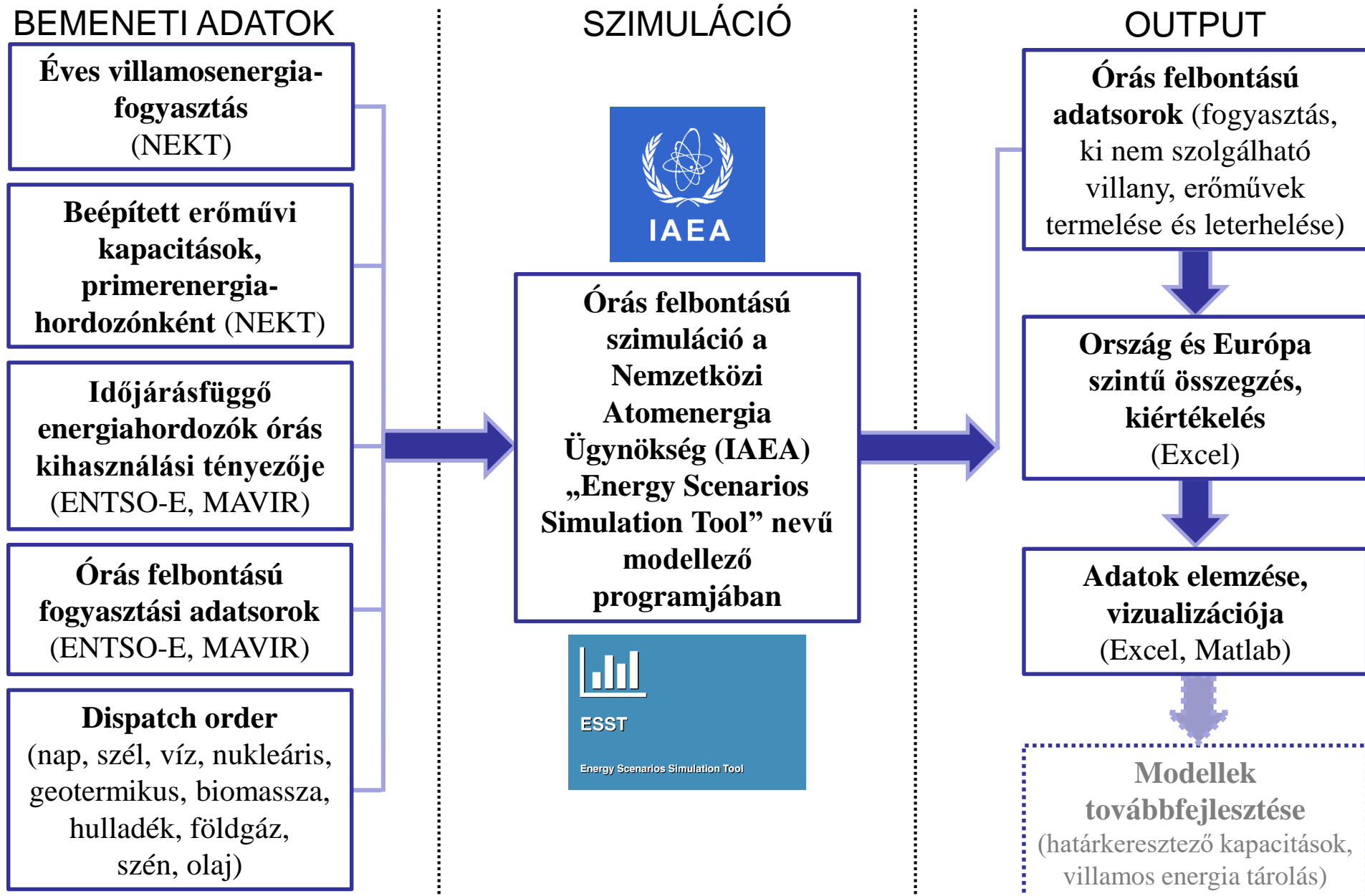
- Magyarország, szomszédai és a kontinentális Európa (jelen elemzésben összesen 19 ország)
- Órás felbontású szimulációk 2030-ra és 2040-re
  - Annak vizsgálata, hogy az éves energiamérlegek vagy referencia időszakra vonatkozó számítások, valamint az órás felbontású szimulációk között mekkora a különbség
- Kiindulás:
  - 2019 valós adatok
    - MAVIR
    - ENTSO-E
  - + Nemzeti energia és klímatervek (NEKT)



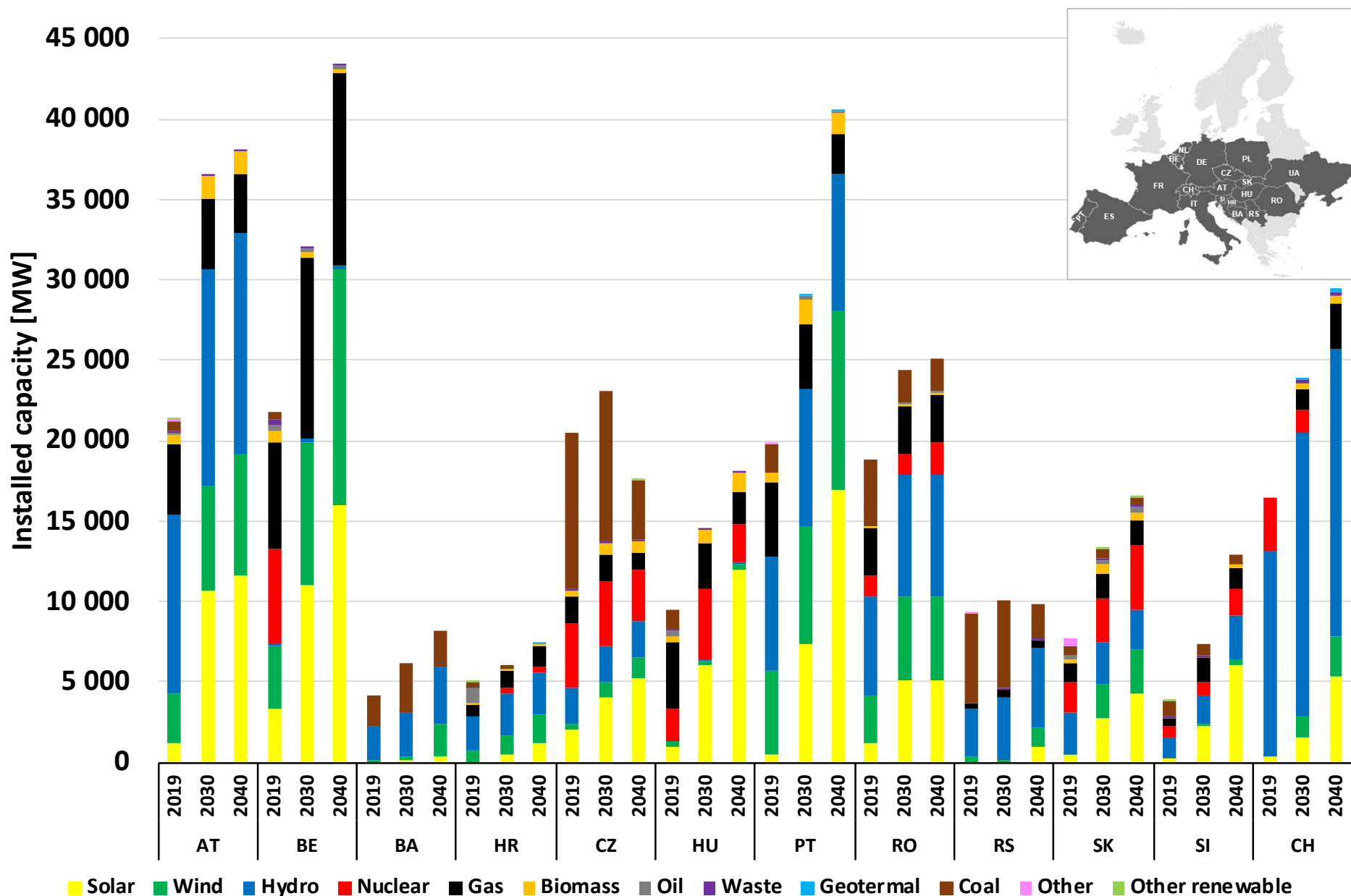
# Vizsgált országok, vizsgált energiasztratégiák

Country		Institution issuing the referenced energy policy document	Title of the energy policy document containing the data used	Year of publication
<b>Austria</b>	AT	Federal Ministry of Sustainability and Tourism	Integrated National Energy and Climate Plan for Austria	2019
<b>Belgium</b>	BE	Coordination Committee for International Environmental Policy, National Climate Commission	Belgian Integrated National Energy and Climate Plan 2021 - 2030	2019
<b>Bosnia and Herzegovina</b>	BA	SEERMAP: South East Europe Electricity Roadmap	Country report: Bosnia and Herzegovina 2017	2017
<b>Croatia</b>	HR	Ministry of Environment and Energy	Integrated National Energy and Climate Plan for the Republic of Croatia for the period 2021-2030	2019
<b>Czech Republic</b>	CZ	Ministry of Industry and Trade, Ministry of the Environment	National Energy and Climate Plan of the Czech Republic	2019
		Czech Transmission System Operator	Assessment of generation adequacy of the CR electricity system until 2030	2017
<b>France</b>	FR	Government of France	Integrated National Energy and Climate Plan for France	2020
<b>Germany</b>	DE	Federal Government of Germany	Integrated National Energy and Climate Plan	2019
<b>Hungary</b>	HU	Ministry of Innovation and Technology	National Energy and Climate Plan	2020
<b>Italy</b>	IT	Ministry of Economic Development, Ministry of the Environment and protection of Natural Resources and the Sea, Ministry of Infrastructure and Transport	Integrated National Energy and Climate Plan	2019
		Cassa Depositi e Prestiti	The energy transition in Italy and the role of the gas and power sectors	2019
<b>Netherlands</b>	NL	Ministry of Economic Affairs and Climate Policy	Integrated National Energy and Climate Plan 2021-2030	2019
<b>Poland</b>	PL	Ministry of National Assets	The National Energy and Climate Plan for 2021-2030	2019
<b>Portugal</b>	PT	Ministry of Environment and Energy Transition	Roadmap for carbon neutrality 2050	2019
<b>Romania</b>	RO	Ministry of Economy, Energy and Business Environment	The 2021-2030 Integrated National Energy and Climate Plan	2020
<b>Serbia</b>	RS	SEERMAP: South East Europe Electricity Roadmap	Country report: Serbia 2017	2017
<b>Slovakia</b>	SK	Ministry of Economy	Integrated National Energy and Climate Plan for 2021 to 2030	2019
		Donato de Rosa, The World Bank: Macroeconomics, Trade and Investment Global Practice	A Low-Carbon Growth Study for Slovakia: Implementing the EU 2030 Climate and Energy Policy Framework	2019
<b>Slovenia</b>	SI	Republic of Slovenia	Integrated National Energy and Climate Plan of the Republic of Slovenia	2020
<b>Spain</b>	ES	Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenge	Integrated National Energy and Climate Plan 2021-2030	2020
		Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenge	Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050 - Anexos	2020
<b>Switzerland</b>	CH	Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications	The energy perspectives for Switzerland until 2050	2012
<b>Ukraine</b>	UA	KPMG International	Renewables in Ukraine	2019

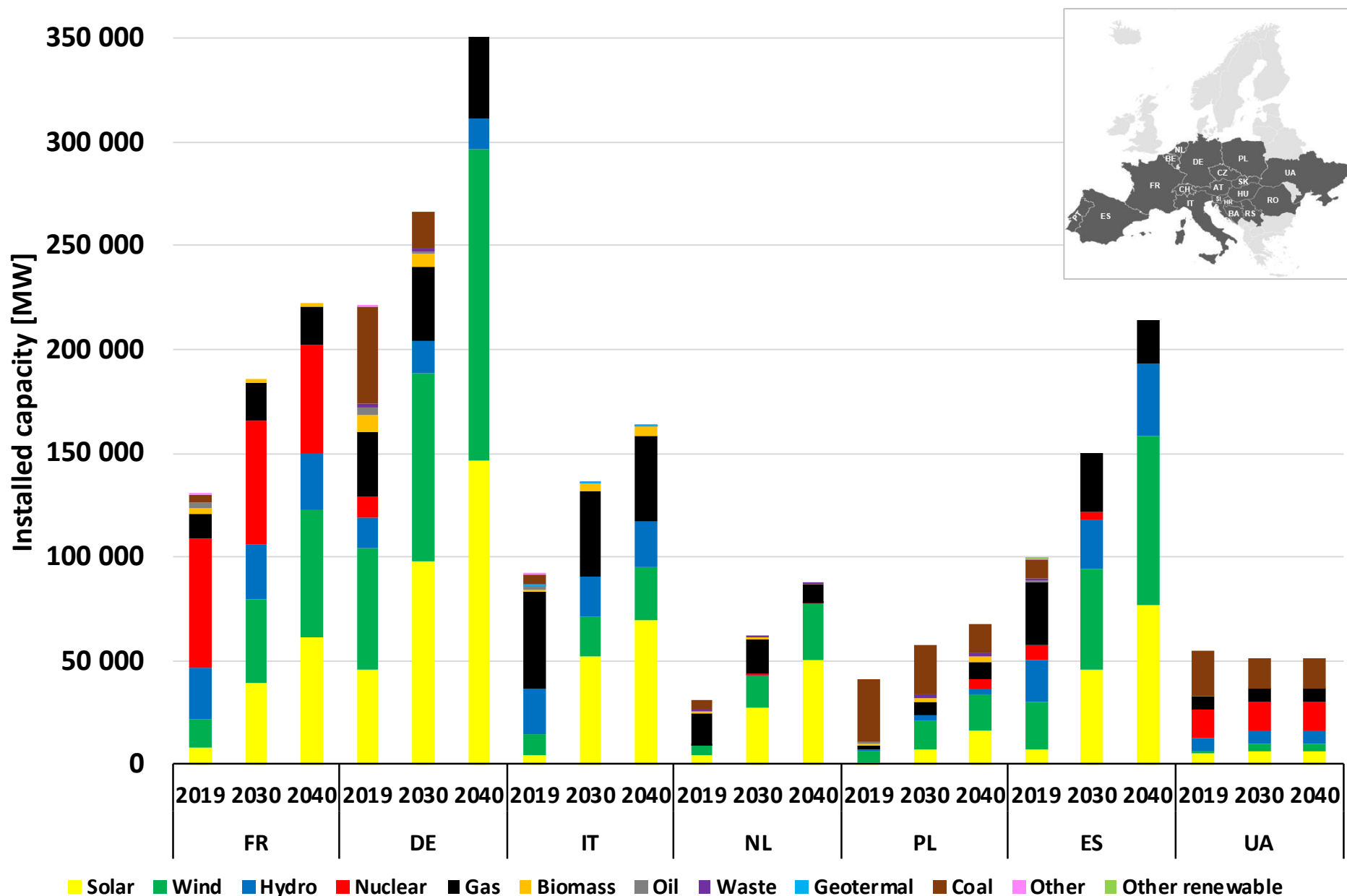
# Módszerek bemutatása



# Bemeneti éves adatok – Beépített kapacitás

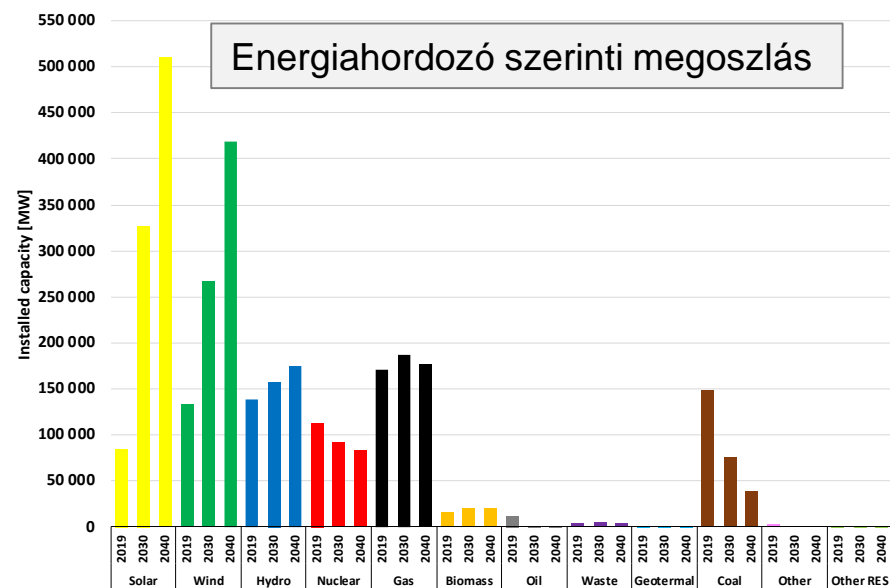
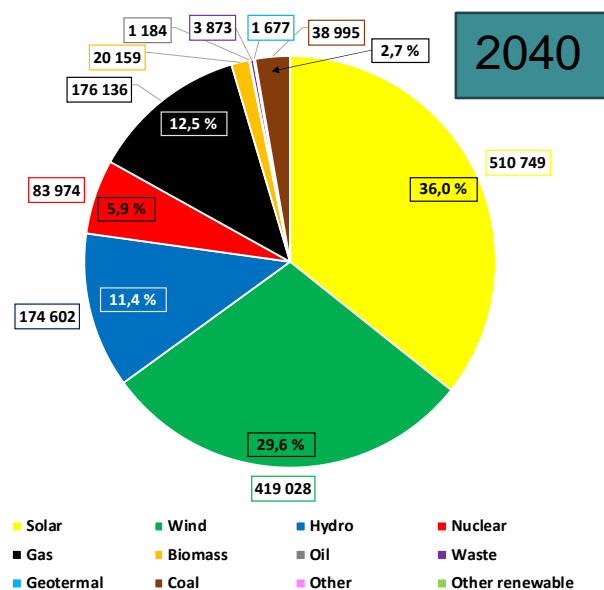
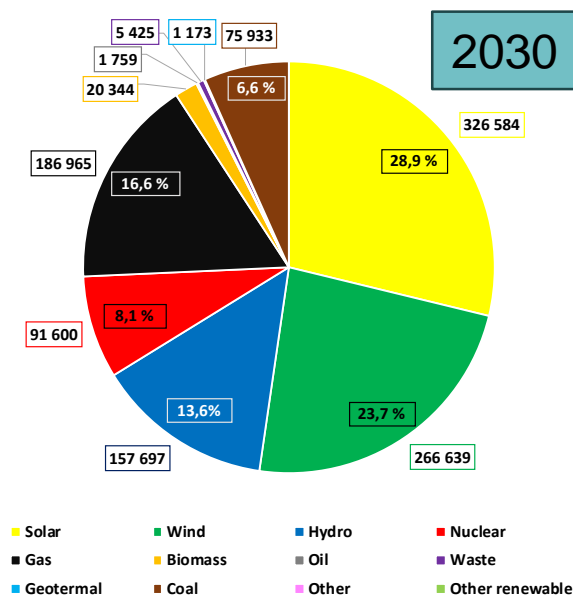
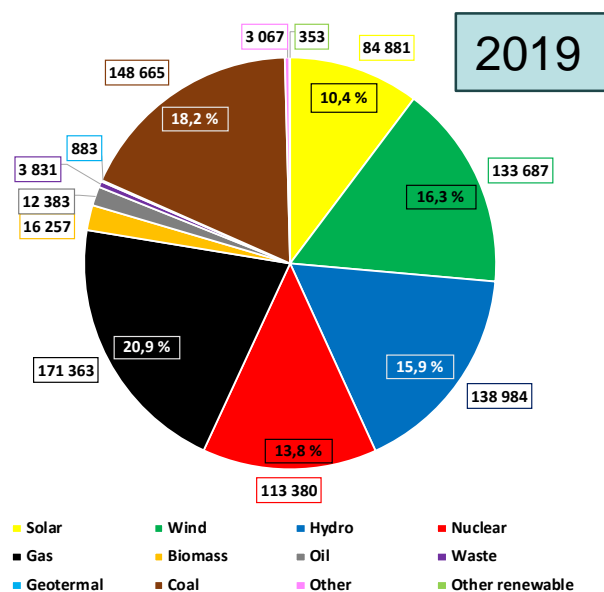


# Bemeneti éves adatok – Beépített kapacitás

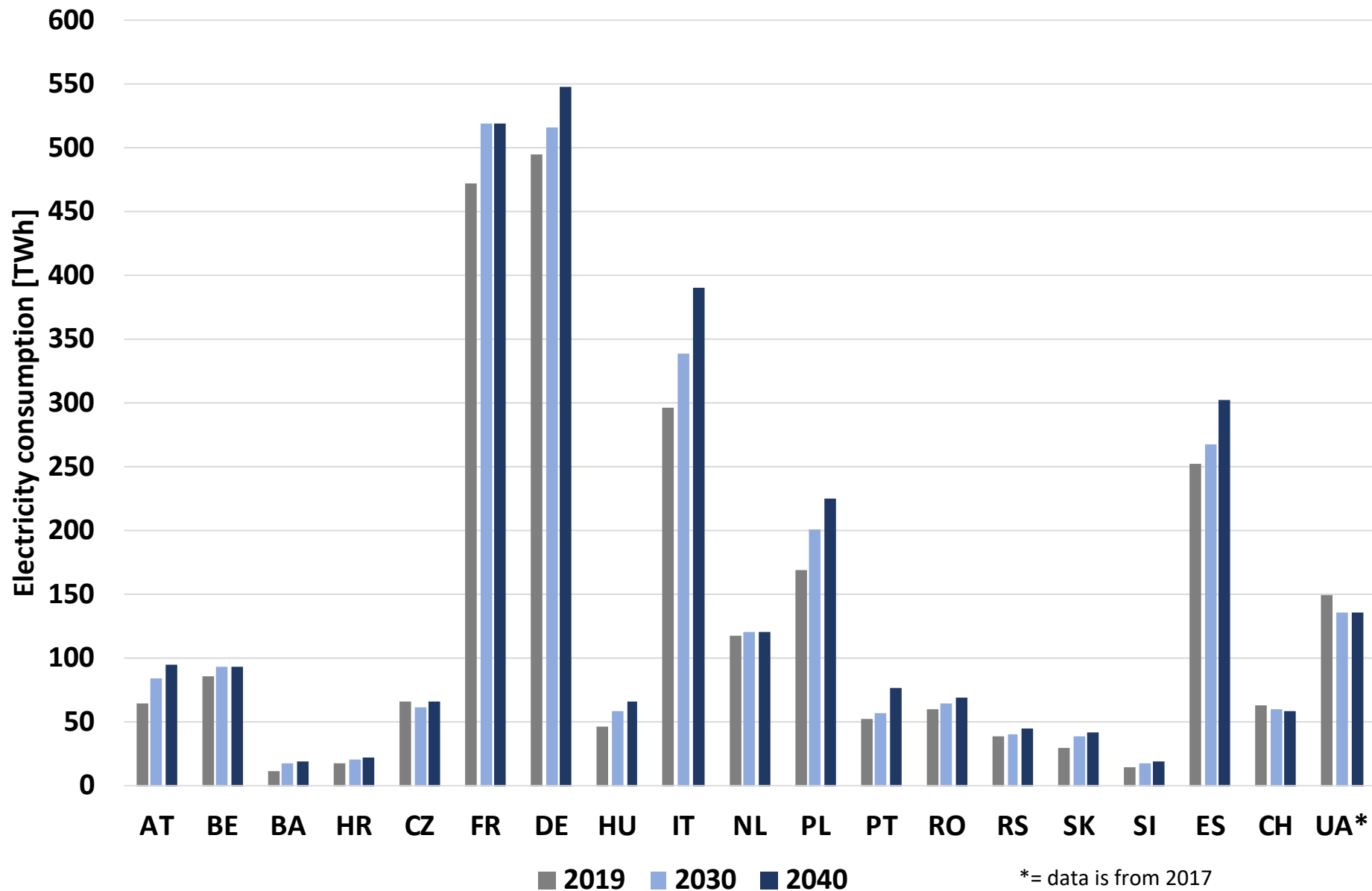




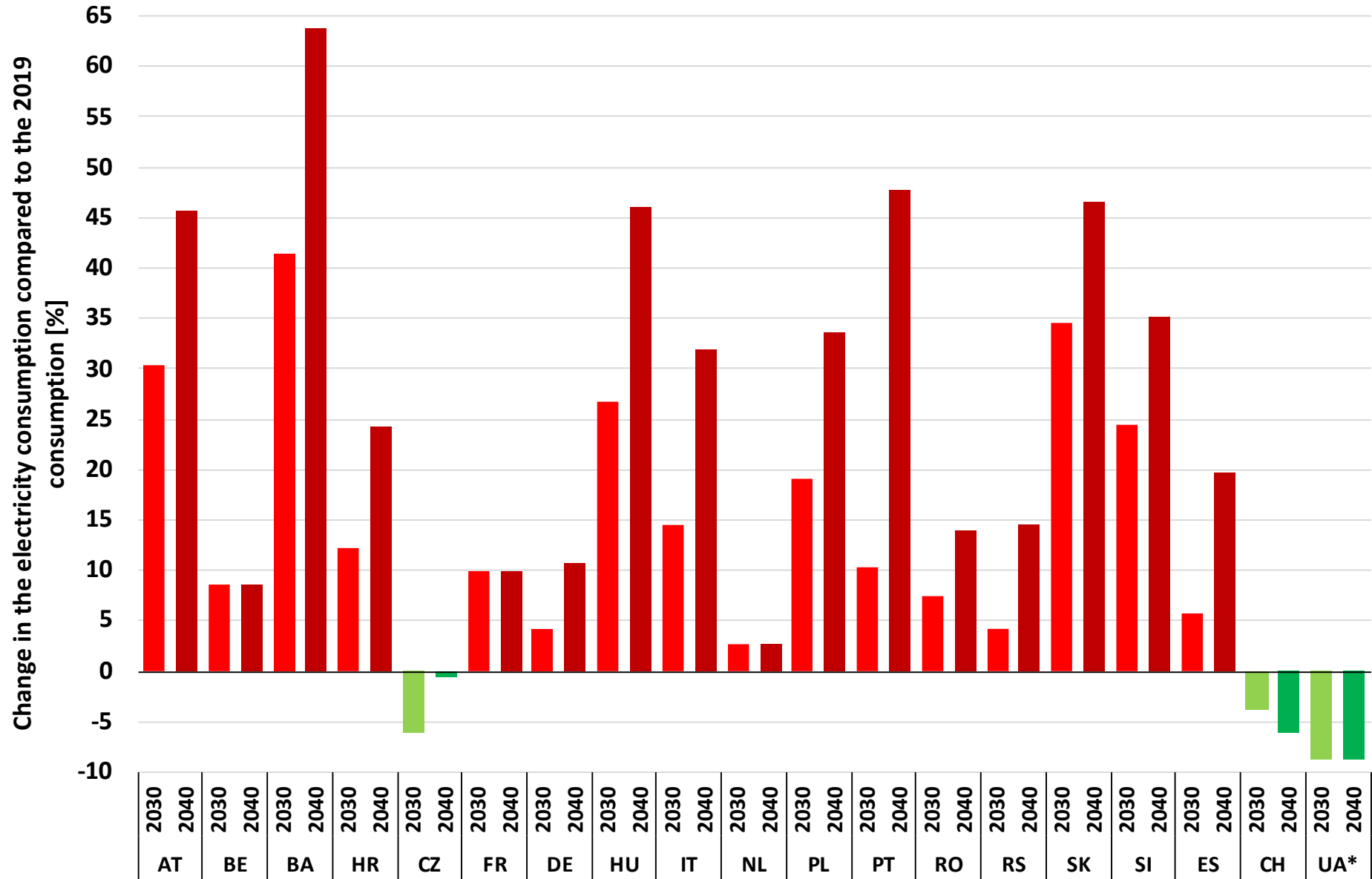
# Bemeneti éves adatok – Beépített kapacitás



# Bemeneti éves adatok – Fogyasztás

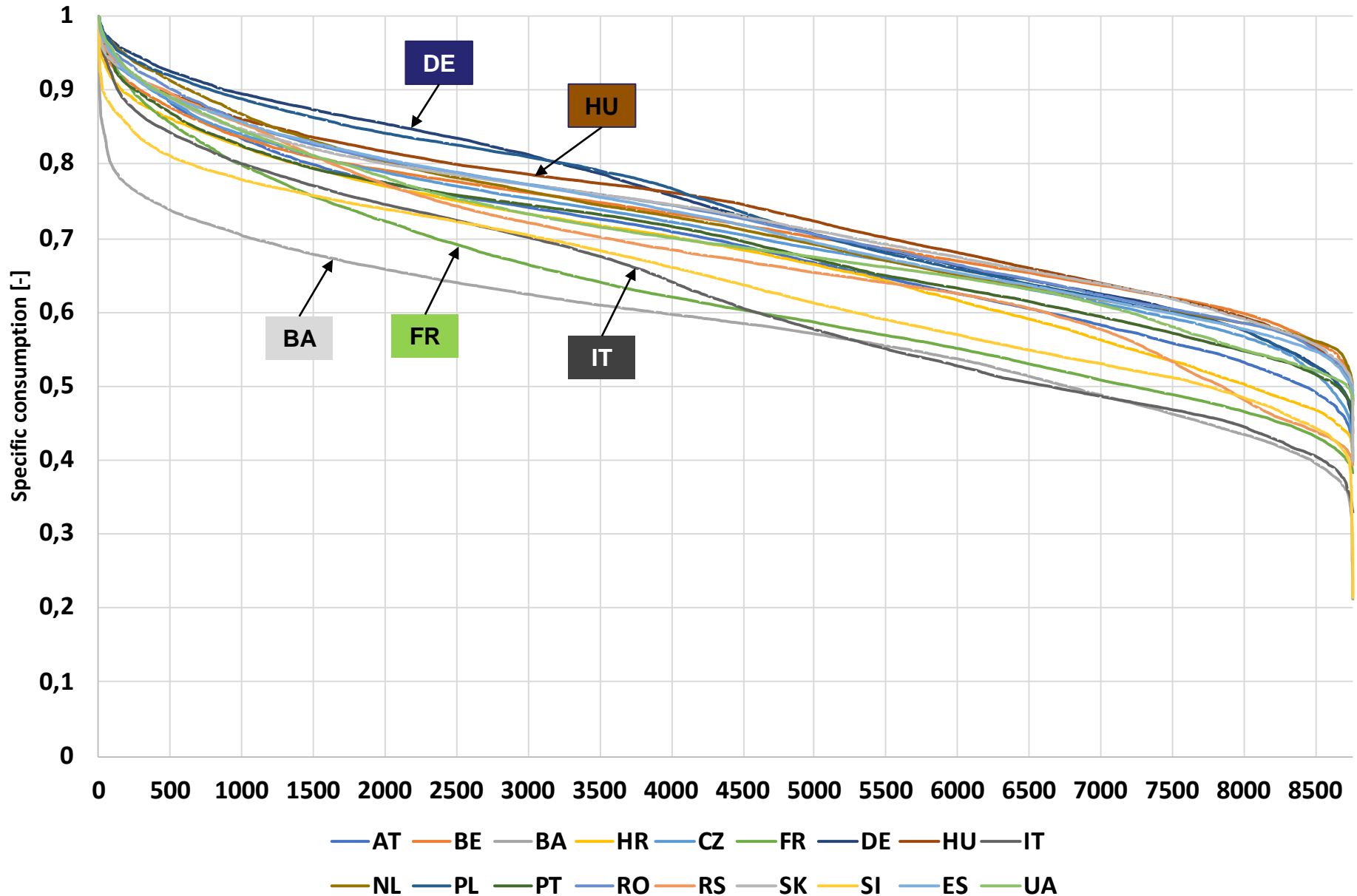


# Bemeneti éves adatok – Fogyasztás-változás

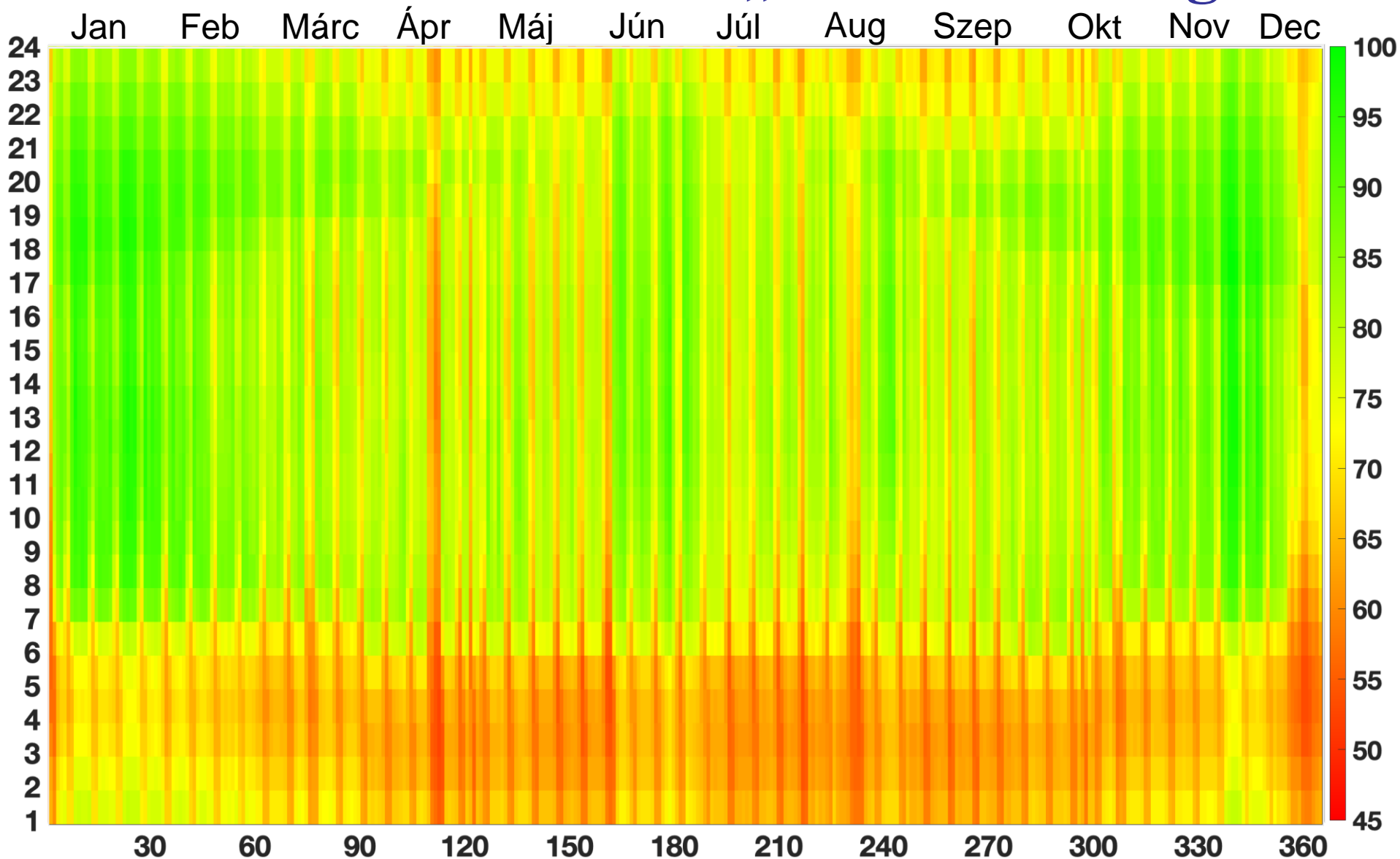


\* = data is from 2017

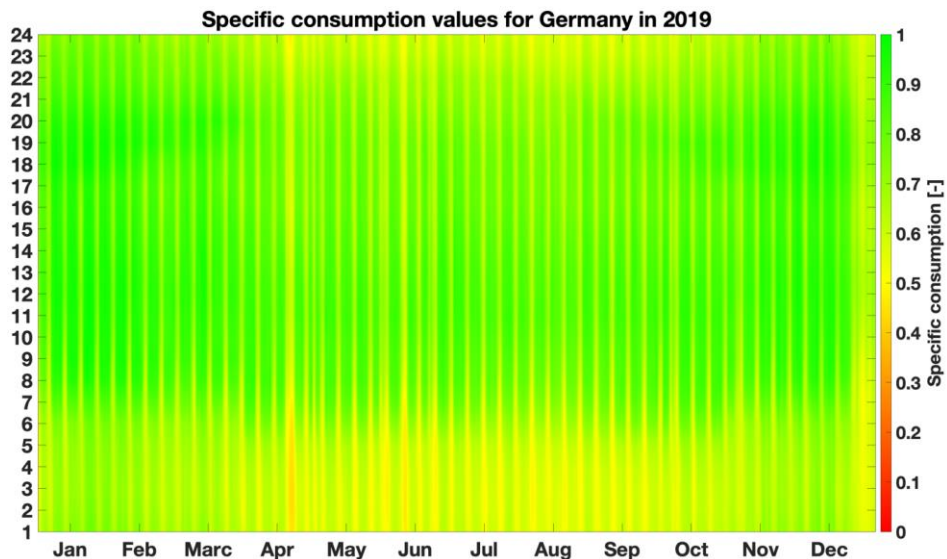
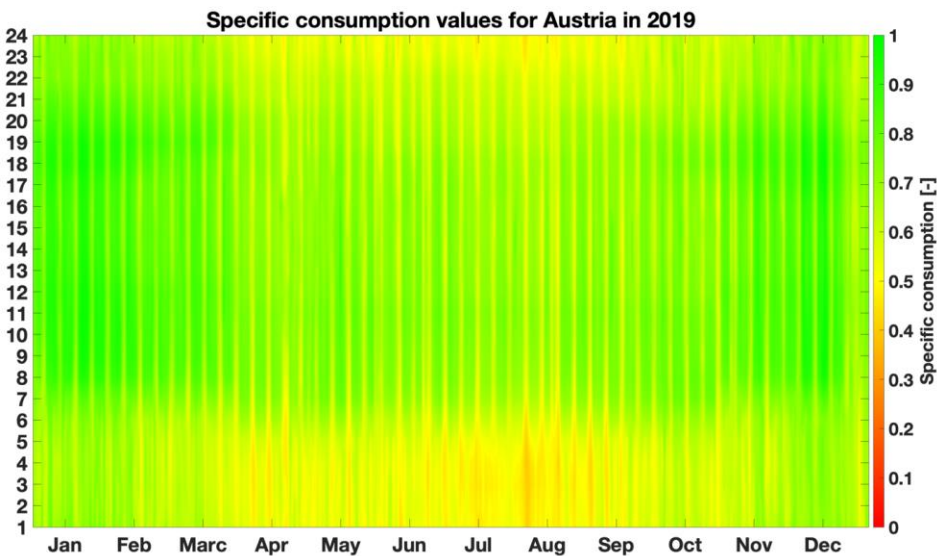
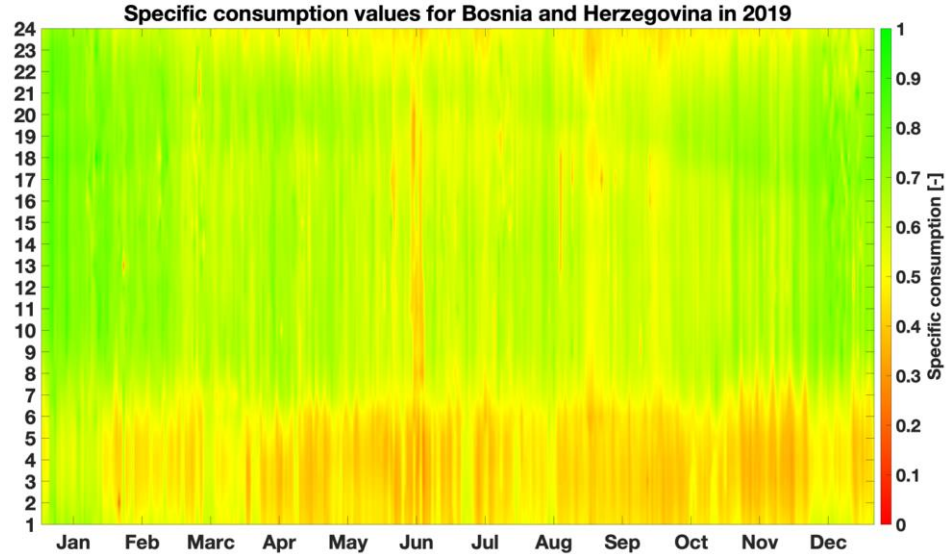
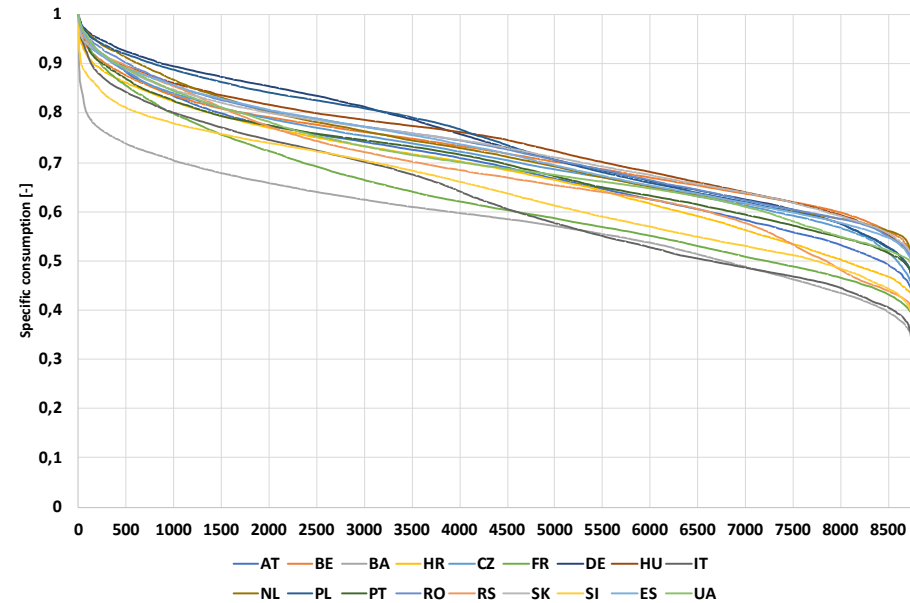
# Bemeneti órás adatok – Fogyasztás



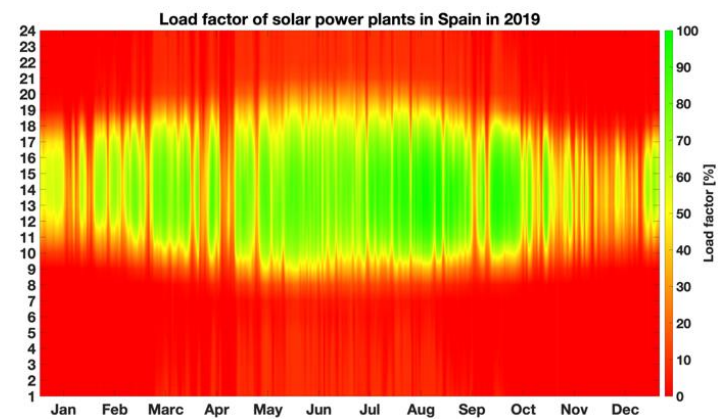
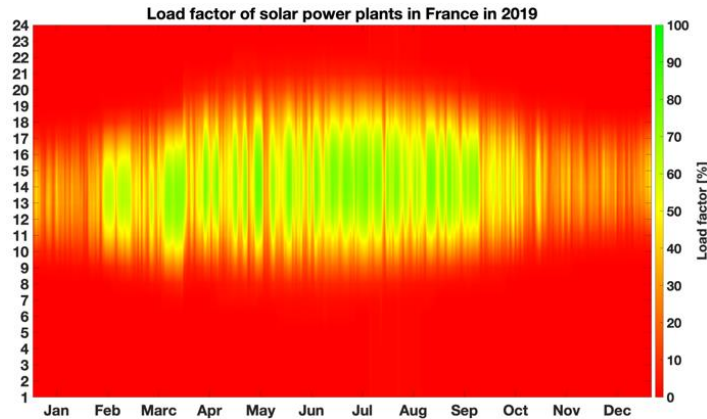
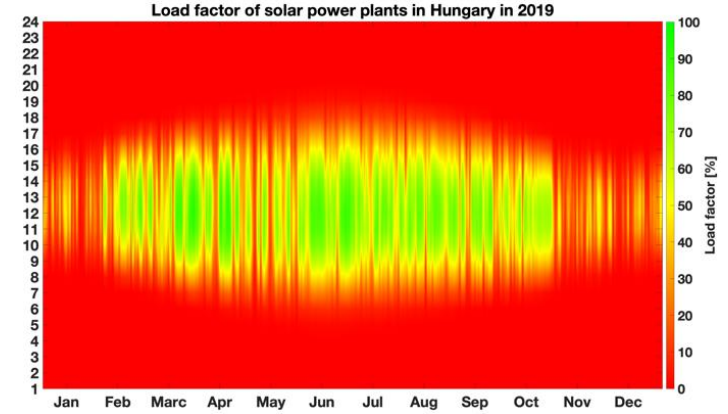
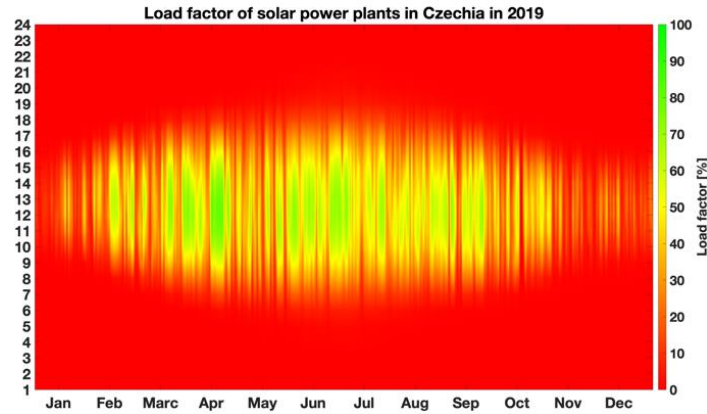
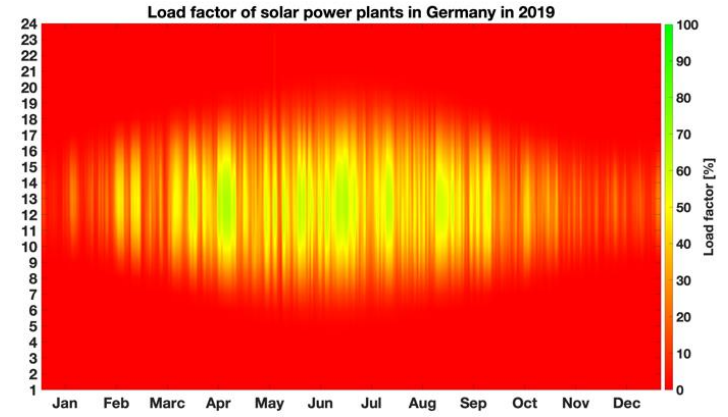
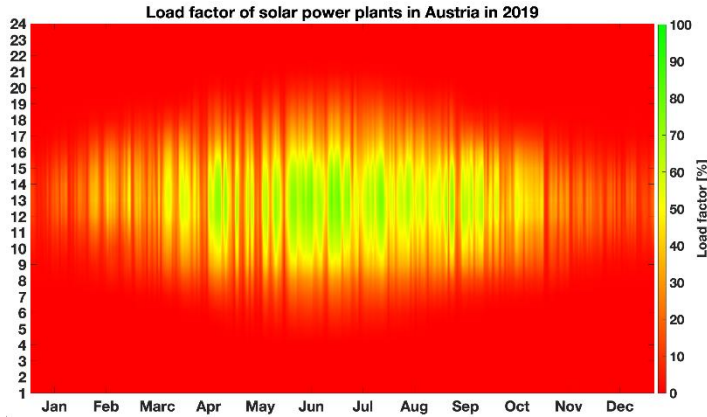
# Bemeneti órás adatok – „Halszálka diagram”



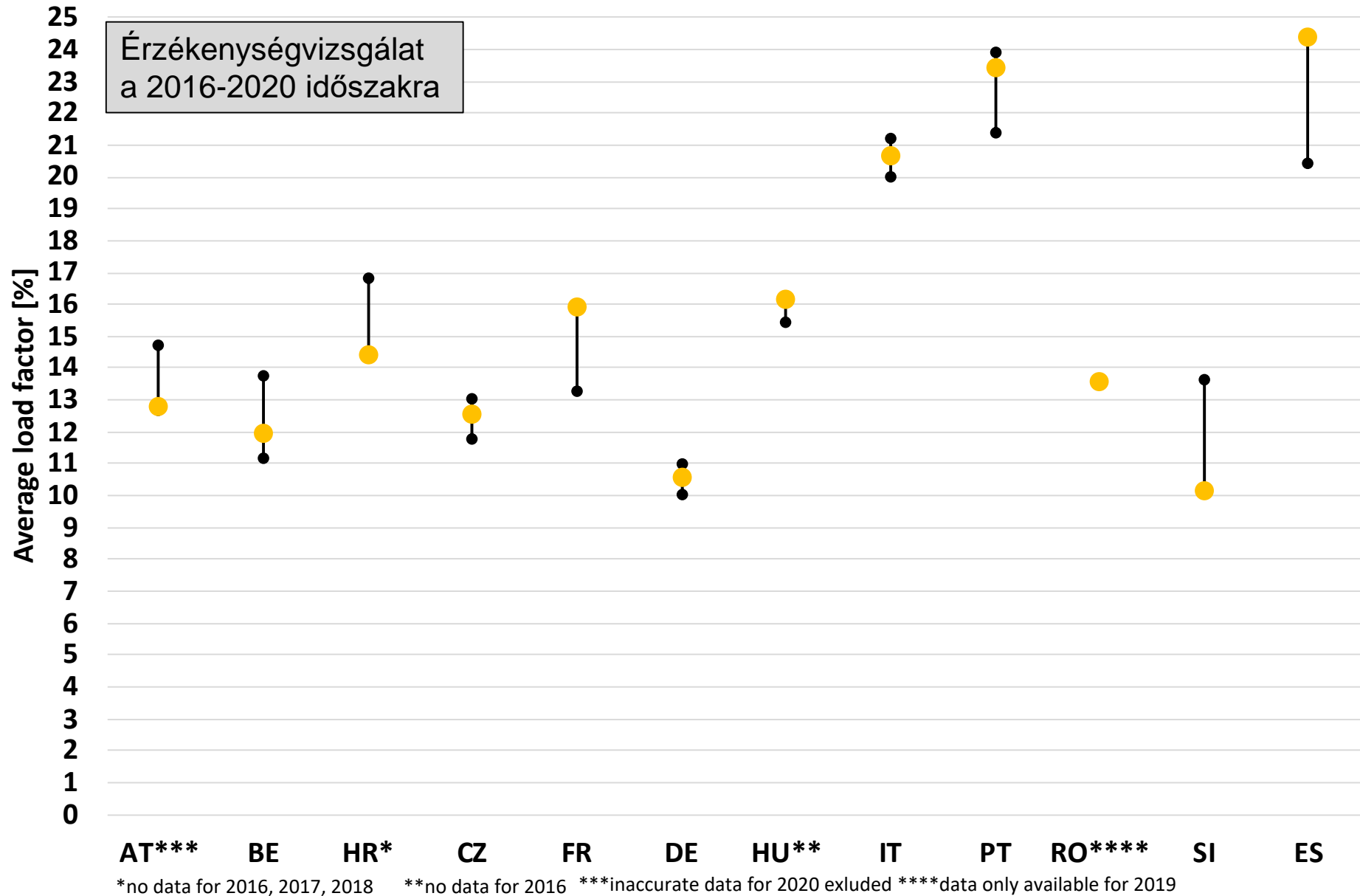
# Bemeneti órás adatok – Fogyasztás



# Bemeneti órás adatok – Napenergia termelés

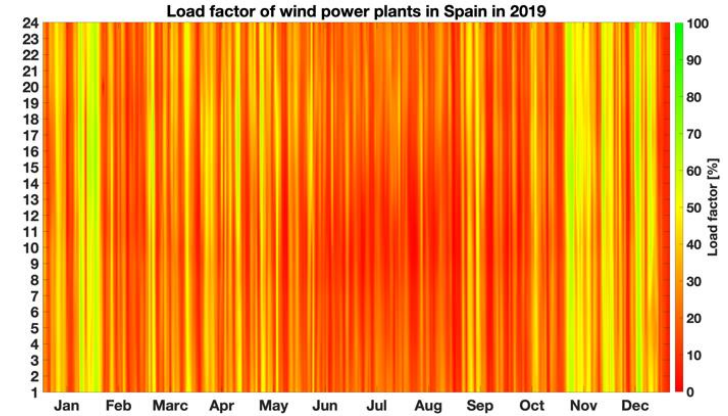
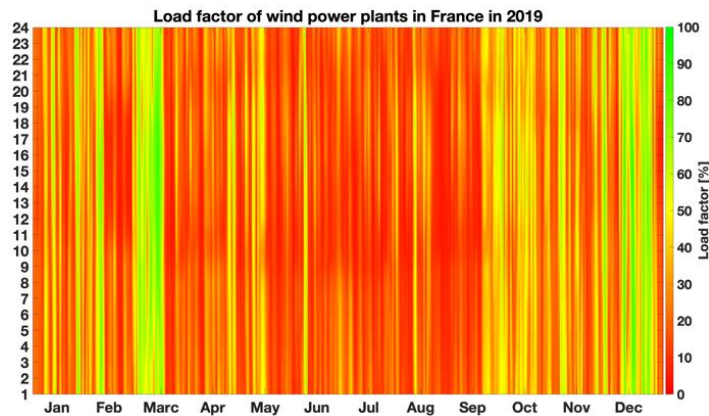
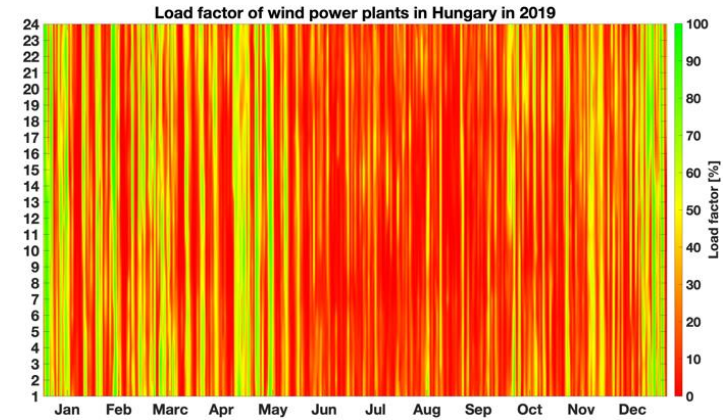
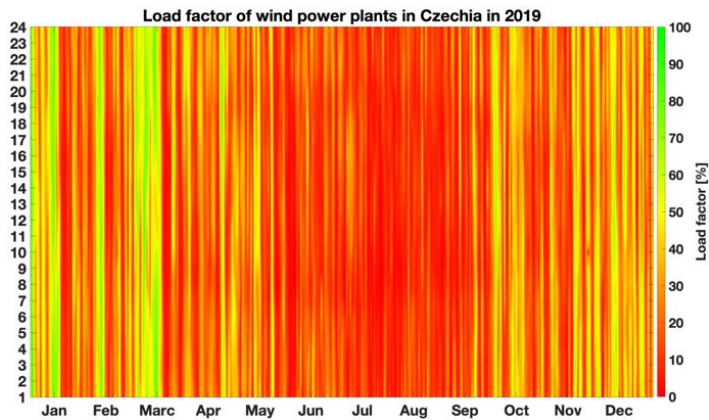
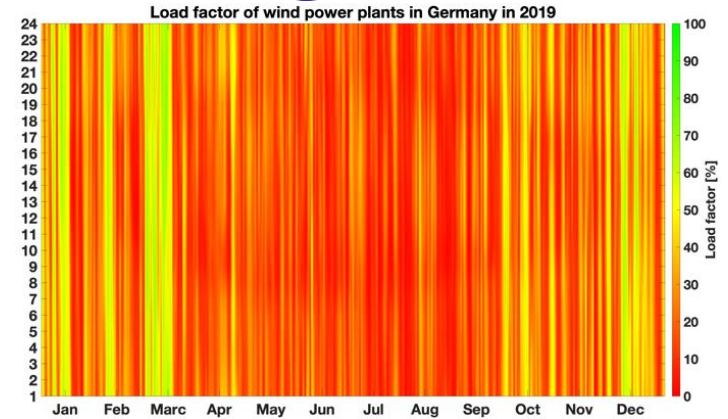
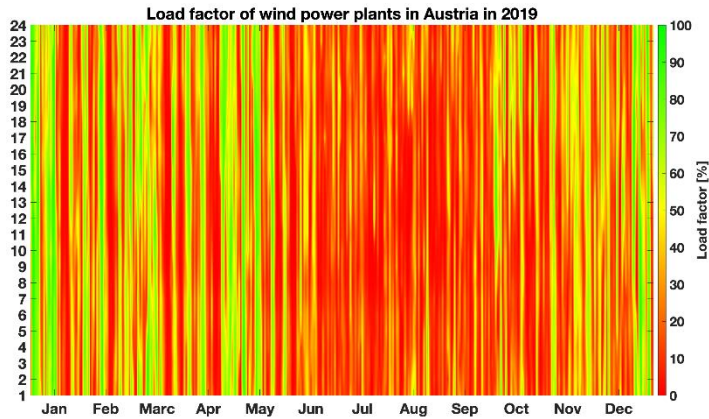


# Bemeneti órás adatok – Napenergia termelés

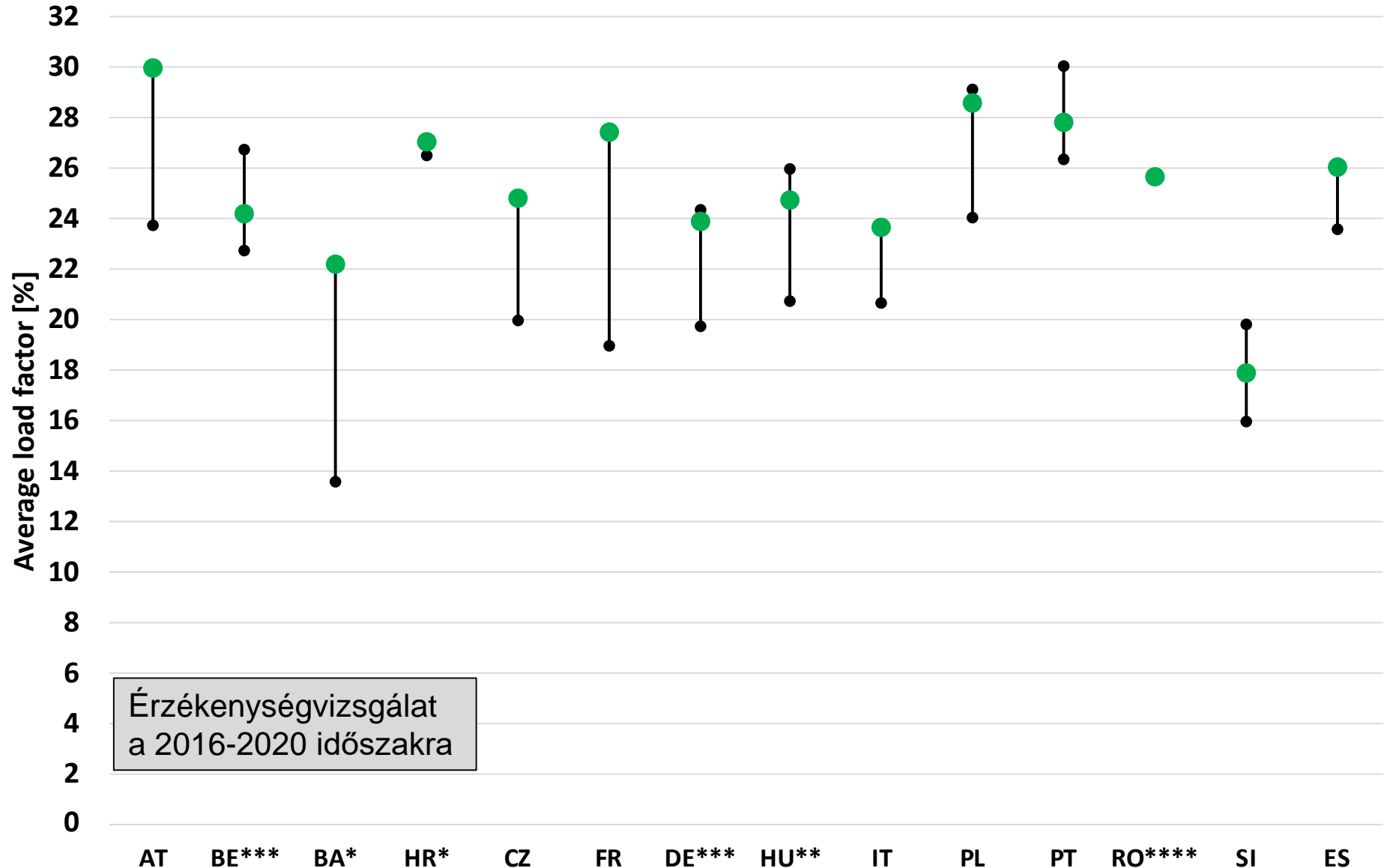




# Bemeneti órás adatok – Szélenergia termelés



# Bemeneti órás adatok – Szélenergia termelés



\*no data for 2016, 2017, 2018

\*\*no data for 2016

\*\*\*aggregated data from onshore and offshore production

\*\*\*\*data only available for 2019

# A felmerült nehézségek

- A szimulációk elkészítéséhez szükséges adatok összegyűjtése során **számos komplikációval** szembesültünk.
- A problémák **forrása** elsősorban a **Nemzeti Energia- és Klímatervekben (NEKT)** szereplő **adatok hiánya**, illetve az **ENTSO-E adatbázis hiányosságai** vagy **pontatlanságai** voltak.

NEKT-hez tartozó hiány	ENTSO-E hiányosság /pontatlanság
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Belgium, Franciaország, Hollandia:</b> villamosenergia-fogyasztás (2030, 2040), BT (2040)</li><li>• <b>Horvátország:</b> villamosenergia-fogyasztás adathiány (2030, 2040)</li><li>• <b>Magyarország:</b> BT (2030)</li><li>• <b>Szlovénia:</b> BT (2030, 2040), villamosenergia-fogyasztás (2040)</li><li>• <b>Spanyolország:</b> BT (2040)</li><li>• <b>Ukrajna:</b> nap- és szélerőmű BT nincs külön megadva</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Bosznia és Hercegovina:</b> szél termelés &gt; szél BT, 2019-ben 0 MW napenergia</li><li>• <b>Olaszország:</b> nap termelés &gt; nap BT</li><li>• <b>Hollandia:</b> víz termelés 0, nap termelés alacsony</li><li>• <b>Lengyelország:</b> nincs nap termelés és SZET fogy.</li><li>• <b>Portugália:</b> nap termelés &gt; nap BT</li><li>• <b>Románia:</b> váltás órásról negyedórásra <math>\Rightarrow</math> nincs elérhető adat az adatbázisban</li><li>• <b>Szerbia:</b> nincs szél termelés, 2019-ben nincs naperőmű</li><li>• <b>Szlovákia:</b> éjszakai nap term., túl alacsony szél BT</li><li>• <b>Szlovénia:</b> nap termelés &gt; BT, szél termelés &gt; BT</li><li>• <b>Spanyolország:</b> olvadt sós energiatároló termelése a napenergia adatokban</li><li>• <b>Svájc:</b> <b>nincs megadva a SZET fogyasztás</b></li><li>• <b>Ukrajna:</b> csak fogyasztási adat</li></ul>

# SZIMULÁCIÓS EREDMÉNYEK

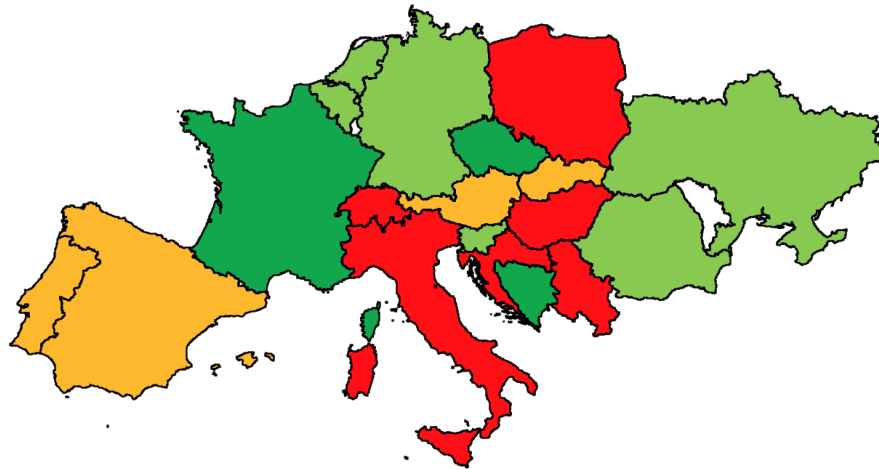


Getty Images

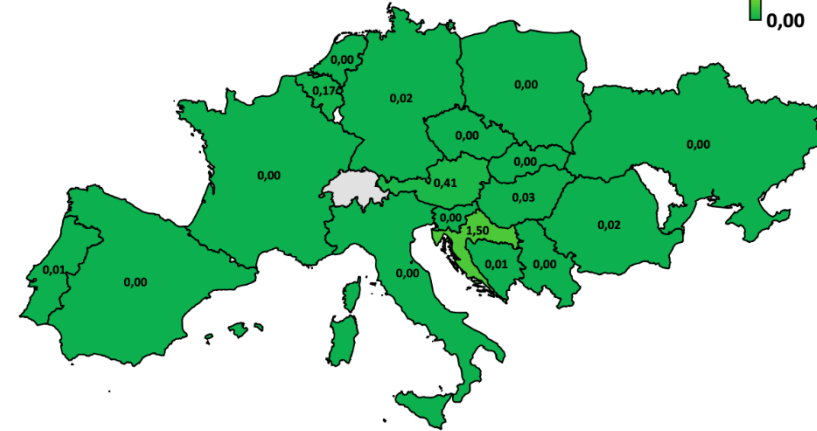
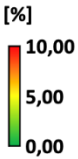
# Nem szolgáltatott energia

Import-export positions in 2019

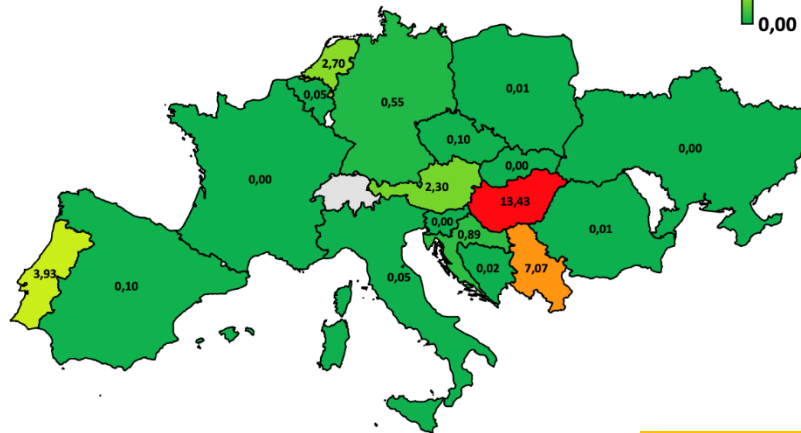
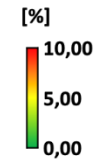
- Highly import-based (import >10 %)
- Slightly import-based (import <10 %)
- Slightly export-based (export <10 %)
- Highly export-based (export >10 %)



Share of unserved demand compared to the electricity consumption in 2030



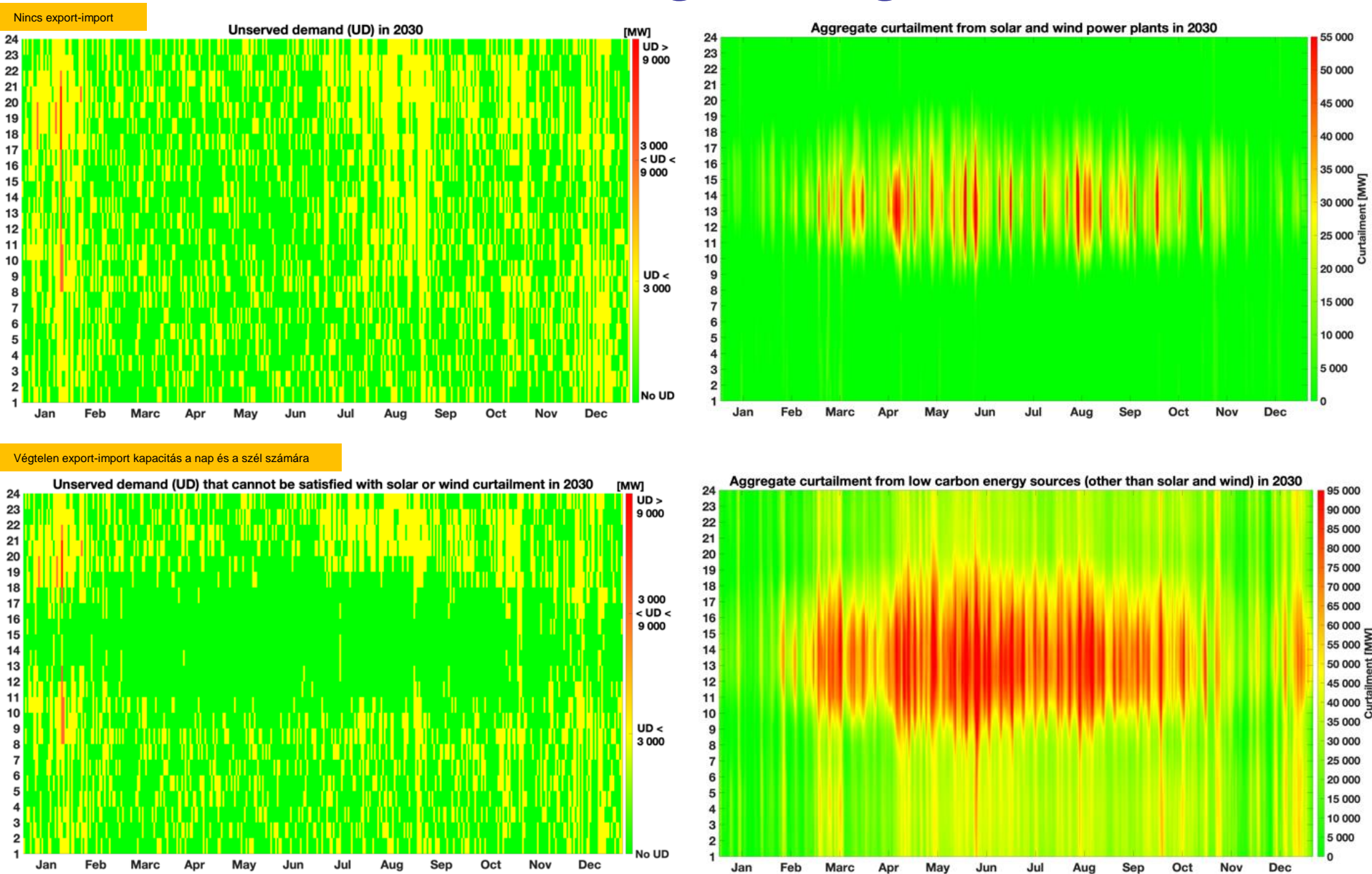
Share of unserved demand compared to the electricity consumption in 2040



(Minden energiahordozót  
figyelembe véve)



# Ki nem szolgálható energia és kényszerű erőmű visszaterhelések a vizsgált országokban (2030)



# Főbb következtetések – karbonsemlegesen ki nem szolgálható energia (2030)

2030: 0,15 TWh

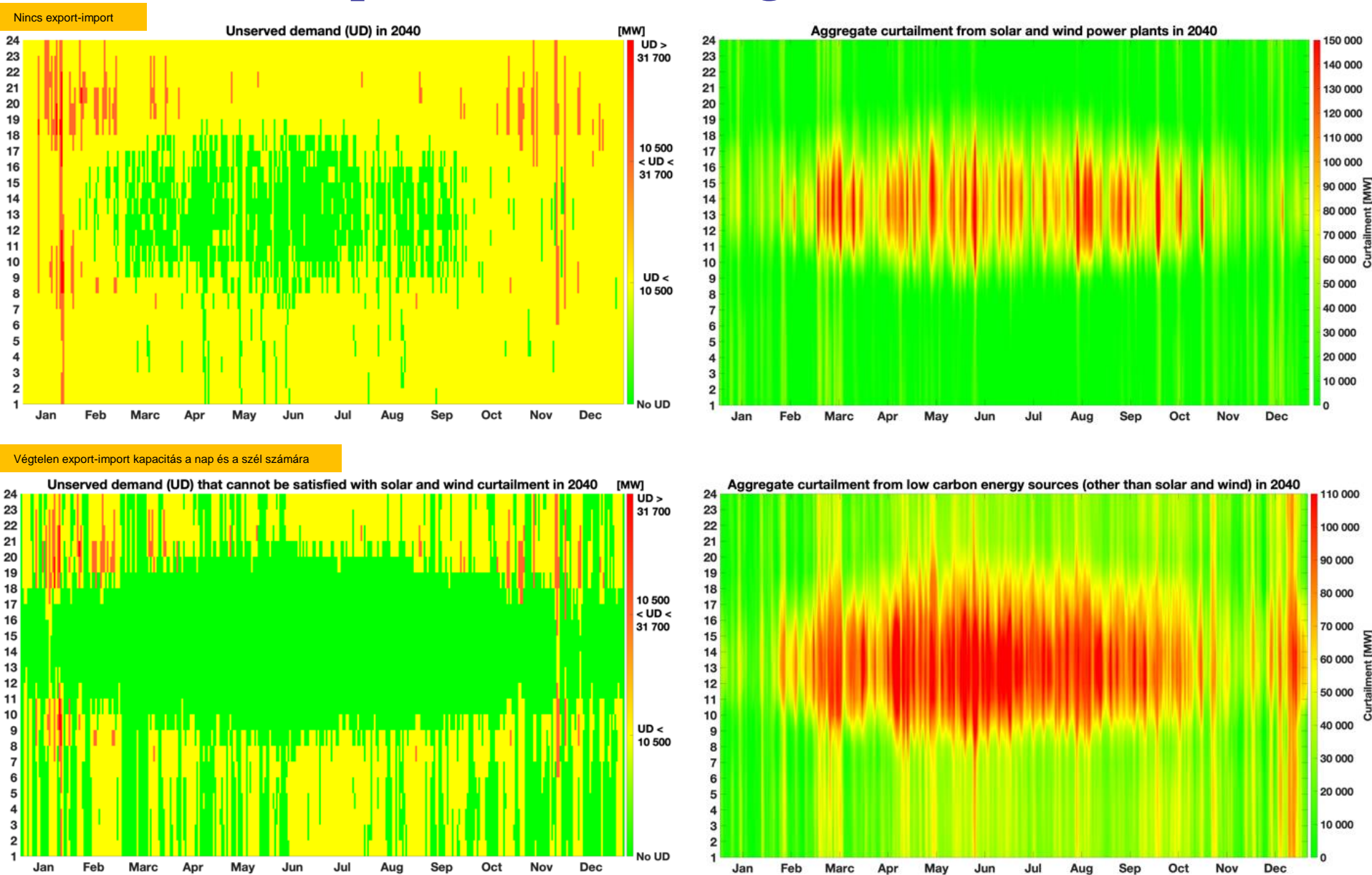
55 kt CO<sub>2</sub>

Problémás órák száma: 108 h



(Végtelen határkeresztező kapacitások feltételezésével.)

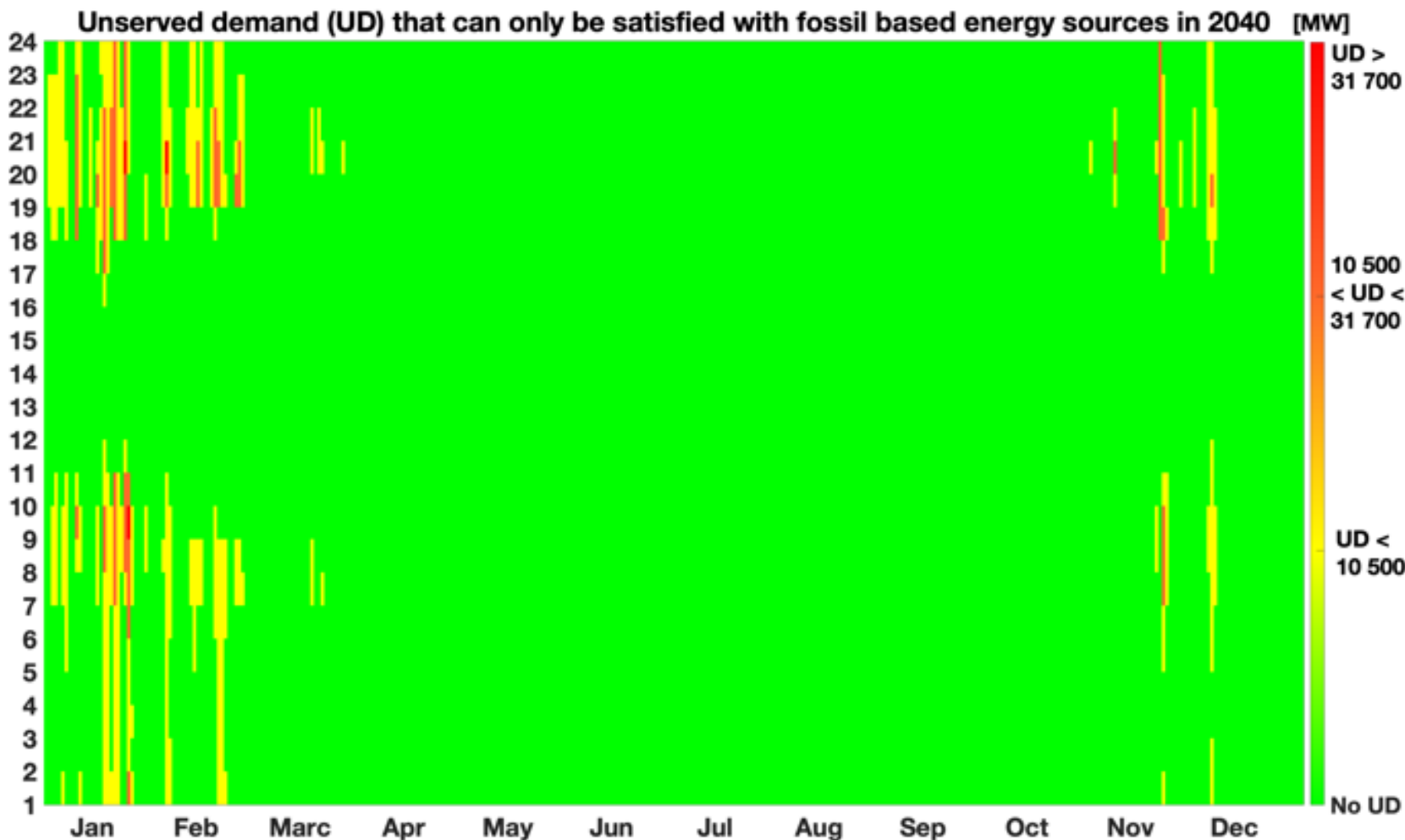
# Ki nem szolgálható energia és kényszerű erőmű visszaterhelés az összekapcsolt villamosenergia-rendszerben (2040)





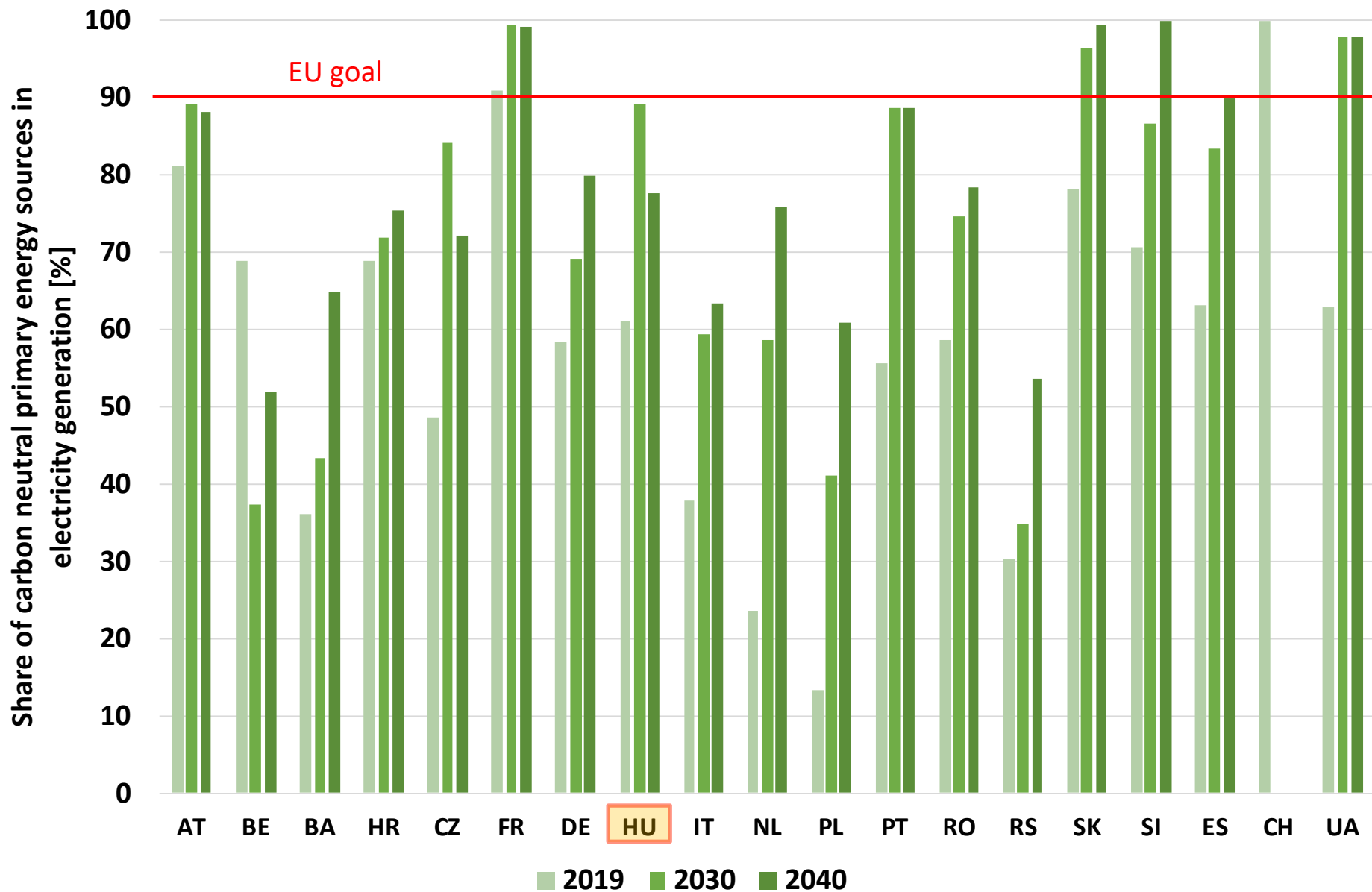
# Főbb következtetések – karbonsemlegesen ki nem szolgálható energia (2040)

2040: 2,7 TWh  
984 kt CO<sub>2</sub>  
Problémás órák száma: 408 h

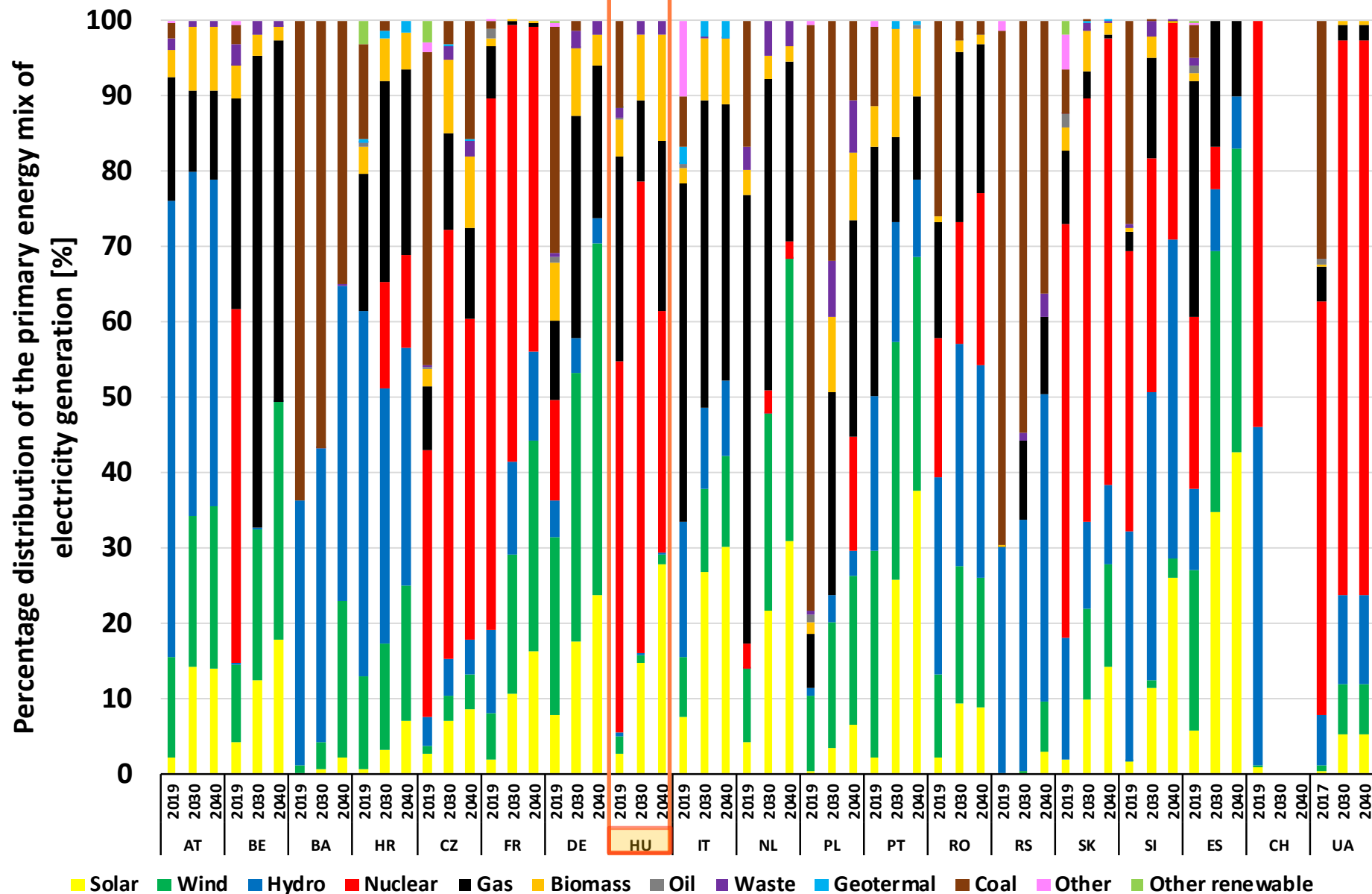


(Végtelen határkeresztező kapacitások feltételezésével.)

# Karbonsemleges villamosenergia-termelés

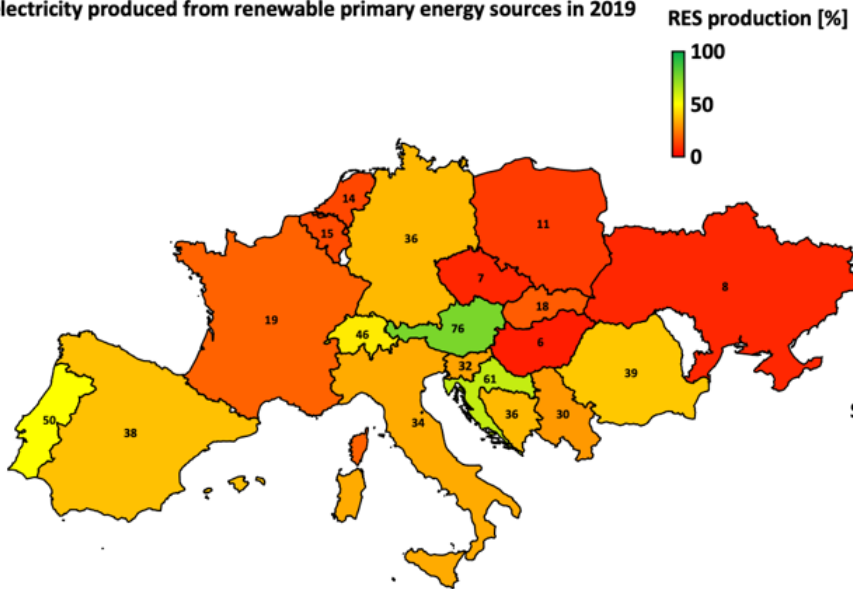


# Termelés energiahordozó szerinti megoszlása

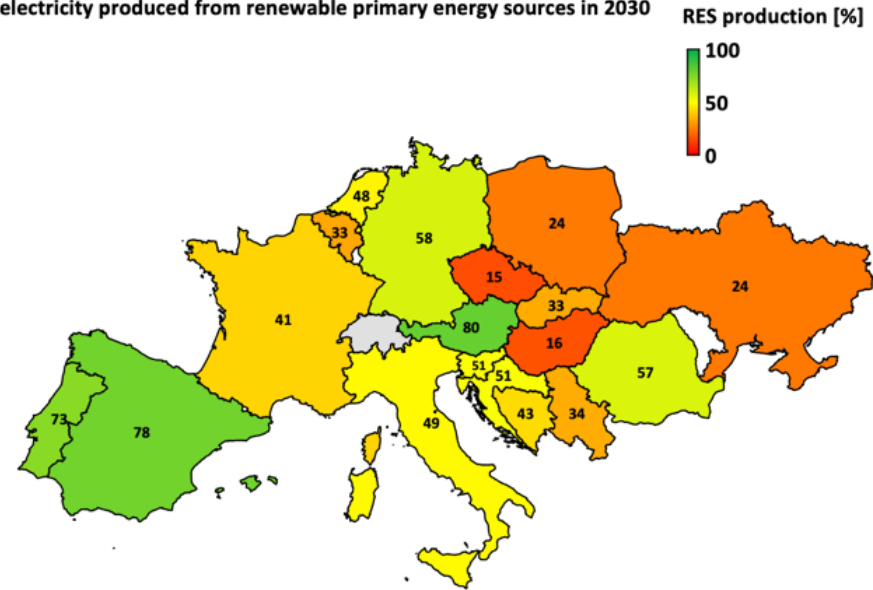


# Geo- és energiapolitikai következtetések – megújuló részarány

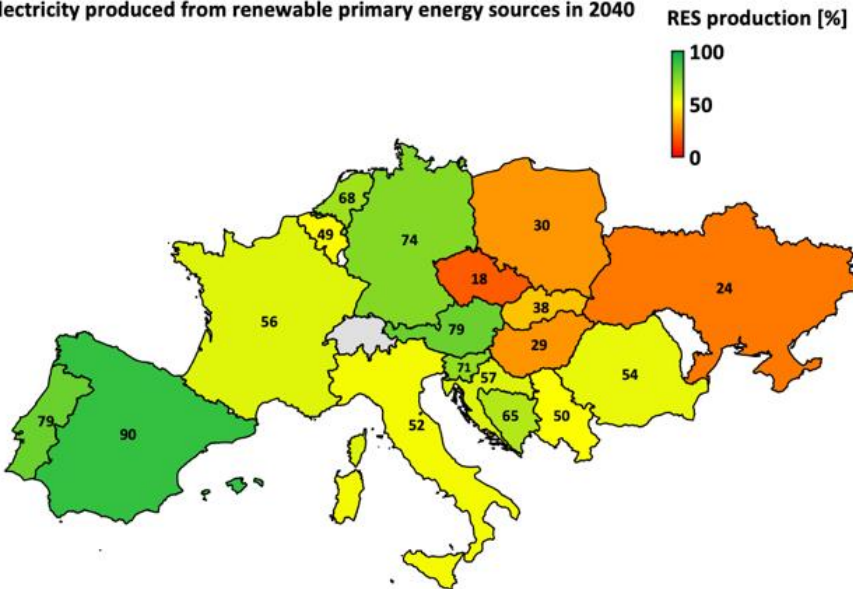
Share of electricity produced from renewable primary energy sources in 2019



Share of electricity produced from renewable primary energy sources in 2030



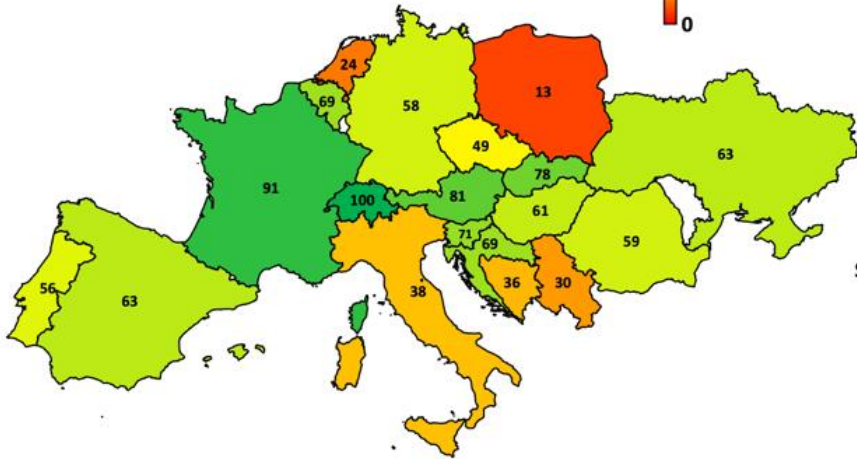
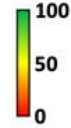
Share of electricity produced from renewable primary energy sources in 2040



# Energiapolitikai következtetések – alacsony karbon részarány

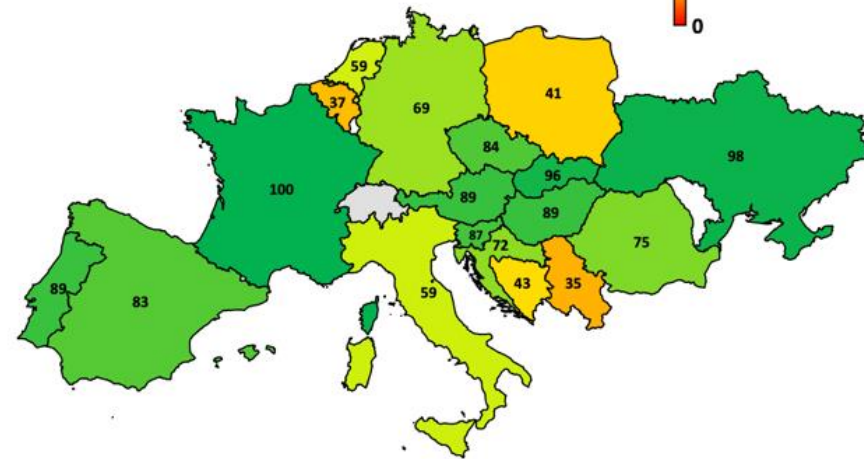
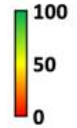
Share of electricity produced from low carbon primary energy sources in 2019

LCES production [%]



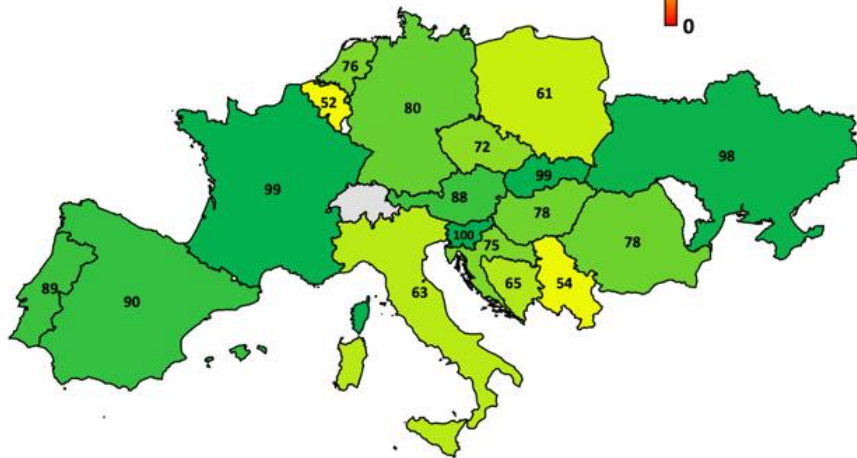
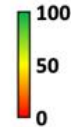
Share of electricity produced from low carbon primary energy sources in 2030

LCES production [%]



Share of electricity produced from low carbon primary energy sources in 2040

LCES production [%]



# Technológiai megvalósíthatóság – Kihasztnálási tényezők

Country	Year	Solar	Wind	Hydro	Nuclear	Gas	Biomass	Oil	Waste	Geo-thermal	Coal
Austria	2019	12,8	30,0	37,4		25,3	49,8		66,7		23,9
	2030	12,8	29,8	32,9		23,6	59,8		49,1		
	2040	12,8	29,8	33,6		34,2	65,6		56,6		
Belgium	2019	12,0	24,2	9,8	83,8	44,2	66,3	1,0	77,6		61,4
	2030	12,0	24,1	9,8		59,0	99,1	2,9	99,3		
	2040	11,9	22,8	9,1		42,7	89,0	1,0	89,7		
Bosnia and Herzegovina	2019		22,4	28,5							59,1
	2030	14,4	22,4	28,4					99,9		36,0
	2040	14,4	22,4	27,9					84,5		35,2
Croatia	2019	14,4	27,1	30,6		33,4	67,7	0,6	5,7	78,8	51,3
	2030	14,4	27,1	30,2	93,1	58,0	87,0			89,3	15,1
	2040	14,4	27,1	29,9	90,5	48,5	82,9			85,9	
Czech Republic	2019	12,5	24,8	15,5	80,8	48,6	55,7		21,2		39,7
	2030	12,5	24,8	15,5	99,8	56,7	93,6		85,6		2,4
	2040	12,5	24,8	15,5	99,9	89,8	98,1		96,3		33,1
France	2019	15,9	27,4	29,2	72,2	36,5	37,5	22,6			18,6
	2030	15,9	27,4	27,6	58,0	1,4	6,2				
	2040	15,9	26,8	26,3	48,8	2,3	7,6				
Germany	2019	10,6	23,9	20,3	85,2	19,7	60,4	10,4	23,8		39,1
	2030	10,5	23,1	18,1		48,2	85,3	0,5	81,2		4,2
	2040	10,1	19,4	13,8		30,5	62,4	5,3			
Hungary	2019	16,2	24,8	42,1	92,4	24,9	54,7	1,2	77,1	39,1	37,8
	2030	16,2	24,8	41,2	93,9	24,4	71,9		79,9		
	2040	15,3	23,6	38,2	88,1	73,7	81,2		83,7		
Italy	2019	20,7	23,7	23,7		28,0	38,0	7,6	29,4	74,7	40,1
	2030	20,0	22,4	21,8		38,4	85,2		83,0	87,8	
	2040	19,3	21,3	20,4		39,8	79,7		77,9	82,0	
Netherlands	2019			21,0	91,0	52,2	87,1		57,2		49,3
	2030	11,0	22,4	8,9	86,5	33,3	83,1		84,8		
	2040	8,2	18,2	6,4	60,4	37,8	55,7		58,1		
Poland	2019		28,6	29,5		50,8	27,8	44,0			43,0
	2030	10,6	28,6	29,5		98,6	100,0		100,0		31,3
	2040	10,6	28,6	29,5	99,8	83,3	99,0		97,9		19,8
Portugal	2019	23,4	29,9	16,0		40,0	51,1				33,7
	2030	23,3	28,0	12,3		18,7	59,0	0,2		69,9	
	2040	18,8	23,6	10,2		39,1	54,1	26,6		58,4	
Romania	2019	13,6	25,7	29,2	99,1	35,1	42,7				43,4
	2030	13,6	25,7	28,7	90,6	56,8	83,0	0,9			9,4
	2040	13,6	25,7	28,9	90,6	51,9	79,7	0,5			7,2
Serbia	2019			39,4		0,7	44,5				47,2
	2030	14,4	27,1	39,4		100,0			100,0		47,3
	2040	14,4	27,1	39,4		99,8			100,0		82,5
Slovakia	2019			20,2	90,3	26,6	43,7	23,5			34,4
	2030	16,2	24,8	20,2	90,7	9,9	47,3		32,4		0,3
	2040	16,2	24,7	20,1	72,6	1,8	13,2		8,3		
Slovenia	2019	10,2	17,9	41,9	90,4	8,3	60,1		21,0		49,5
	2030	10,2	17,9	41,9	87,4	17,3	67,2		61,8		
	2040	9,4	16,5	34,2	36,0	0,2	2,9		1,5		
Spain	2019	24,4	26,0	15,0	89,8	29,1	65,7	34,7	53,5		13,2
	2030	23,2	21,7	10,6	56,1	17,8					
	2040	19,2	17,2	6,6		17,0					
Ukraine	2017										
	2030	13,6	25,7	29,2	83,0	5,3	22,3				
	2040	13,6	25,7	29,2	83,0	5,3	22,3				

# Megfigyelések, érdekességek

- Solar PV jelentős kihasználási tényező növekedés
- Svájc adatai használhatatlanok a hiányzó SZET adatok miatt
- Az ENTSO-E adatbázisa a jelenlegi formájában nagyon sok hibával terhelt, az országok adatszolgáltatási gyakorlata javítandó
- A HMKE (rooftop solar) valós idejű adatai hiányoznak, ami mind a termelési, mind a fogyasztási adatokat nagyban torzítja
  - Mindenképpen orvosolandó
- Szlovákia menetrendje sokkal kedvezőbb, mint a magyar
  - Vízenenergia-hasznosítás előnyei
  - Szivattyús tározós vízerőmű kedvező hatásai
- Spanyolországban a 2400 MW, sóolvadékos hőtárolóval kiegészített naptornyos hőerőművek nagyfokú flexibilitást visznek a rendszerbe



Kép forrása: <https://bze.hu/hirek/felavattak-a-paksi-naperomuvet>



Kép forrása: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Cerny\\_Vah](https://cs.wikipedia.org/wiki/Cerny_Vah)



# Összefoglalás

- Az országok zöme a villamosenergia-igények jelentős növekedésével számol a következő két évtizedre.
- Minden vizsgált ország jelentős időjárásfüggő termelői kapacitás tervez beépíteni, de a rendszer stabilitásának, működőképességének fenntartásához szükséges további intézkedések (energiatárolók) nincsenek megtervezve.
  - Olyan ez egy kicsit, mint egy „bungee jumping” nem hogy bekötés nélkül, hanem a kötél technológiájának ismerete nélkül.

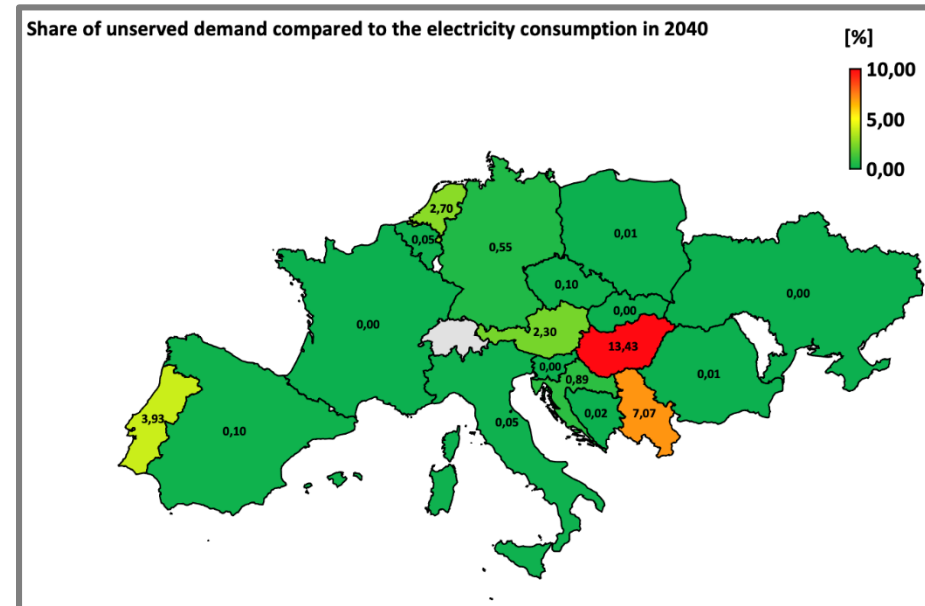


Kép forrása: <https://www.origo.hu/utazas/galeria/20180605-mar-tesztelik-a-vilag-legmagasabb-bungee-jumpingjat-kepgaleria.html>



# Összefoglalás

- A magyar energiapolitika kiemelkedően magas import aránnyal számol hazánk esetében, ami az európai átlagnál nagyobb kitettséget és így nagyobb kockázatokat eredményez.
- A novembertől februárig terjedő időszakban nagyon sok olyan időszak van, amikor az igények a tervezett karbonsemleges erőműparkkal teljes egészében nem kiszolgálhatóak, így jelentős ki nem szolgálható villamosenergia-igény mutatkozik.
- A klímavédelmi célkitűzéseket a legtöbb ország az energiapolitikájában szereplő villamosenergia-rendszerrel nem tudja teljesíteni
  - „Fit for 55” céljai a mostani tervekkel nem teljesíthetőek
- Ellátásbiztonsági célok nem teljesülnek.
- Meggyőződésünk, hogy olyan villamosenergia-rendszerre van szükség, ami a folyamatos és biztonságos ellátást biztosítja.



# Összefoglalás

- A fenntarthatóság (*környezeti, gazdasági és társadalmi*) és a *társadalmi-politikai stabilitás* feltételei nem lesznek teljesíthetőek, ha a napjainkban még tovább felértékelődő villamos energia folyamatos ellátása nem lesz biztosítható!
- A bemutatott számítások szerint ehhez az energiapolitikák további alakítása és rengeteg fejlesztés, beruházás szükséges.



Az előadás és a bemutatott kutatás a BME-NVA-02 számú projekt részeként az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatással, a **TKP2021** pályázati program finanszírozásában valósult meg.