



## Mire lehet képes 3 GW új szélerőművi teljesítmény Magyarországon?

Szerkesztette: Pej Zsófia, Energiaklub

Szerzők:

Kácsor Enikő (Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont, REKK)

Mezősi András (Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont, REKK)

Megvizsgáltuk, hogy milyen hatása lenne, ha különböző mennyiségű új szélerőművi teljesítményt engednénk be a magyar villamosenergia-rendszerbe: mi történne, ha 2025-ben 500, 1000 vagy 2000 MW, illetve 2030-ban 500, 1000, 2000 vagy 3000 MW új szélerőművi teljesítményt helyeznének üzembe.

### 1. Vizsgált forgatókönyvek

Az elemzés során 2025-re és 2030-ra fókuszálunk. Mindkét év esetén a teljes európai rendszerre (exogén módon) meghatározzuk a jövőbeni teljesítménymixet és villamosenergia-keresletet - ebben a kiinduló állapotban csak a jelenlegi hazai szélerőművi beépített teljesítmény meglétét feltételezzük. Ehhez az állapothoz képest vizsgáljuk, mi történne, ha 2025-ben 500, 1000 vagy 2000 MW, illetve 2030-ban 500, 1000, 2000 vagy 3000 MW új szélerőművi teljesítményt helyeznének üzembe. Utóbbi év esetén a nagyobb bizonytalanság miatt két különböző PV teljesítmény mellett (8 GW és 12 GW) is elvégezzük az elemzést.

Az elemzéshez a REKK európai villamosenergia-piaci modelljét használtuk (EPMM). Ez egy ütemezési és teherkiosztási piaci modell, amely lefedi az ENTSO-E régió országait. A modell minden évben 12 referencia hét összes órájára igyekszik megtalálni azt a rendszerállapotot, amelyben az európai rendszer feltételezett jövőbeli villamosenergia-kereslete a legolcsóbban kielégíthető. Ehhez szimultán optimalizálja a nagykereskedelmi elektromos áram- és a tartalékpiaconkat.

Legfontosabb eredmények:

*Az új szélerőművek elsőszámú hatása a (nagy részt fosszilis eredetű) import elektromos áram kiváltása lenne, ami 2030-ra meghaladná a 4,5 TWh-t.*

*A növekvő szélerőművi teljesítmények nemhogy növelnék a rendszer stabilitásához szükséges szolgáltatások költségét, hanem éppen ellenkezőleg, képesek aktívan részt venni a szabályozásban, és így képesek csökkenteni a rendszer összköltségét: 2025-re +2000 MW új szélerőművi teljesítmény mellett a teljes tartaléktartás költsége 30 %-kal csökkenne.*

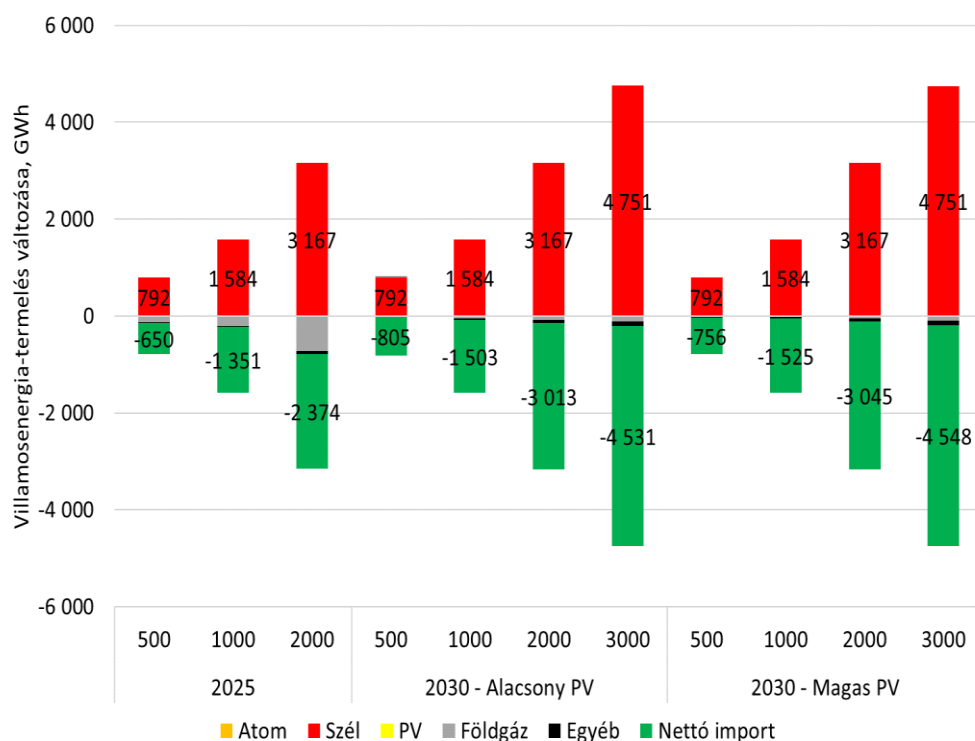
*Jelentős hazai szélerőművi teljesítmény telepítése esetén 2030-ban ennek hatására Európában akár a Mátrai Erőmű szén-dioxid kibocsátásának megfelelő mennyiségű kibocsátás is elkerülhető.*



## 2. Hazai villamosenergia-mix változása

Az 1. ábra mutatja a magyarországi villamosenergia-összetétel változást ahhoz az esethez viszonyítva, ha egyáltalán nem épül új szélerőmű. Így például 2025-ben 500 MW új szélerőművi teljesítmény (1. oszlop) 792 GWh-val növeli meg a hazai szélerőművi termelést, amely döntő részben nettó importot vált ki (650 GWh).

A szélerőművek termelése némileg másképp alakítja át a hazai villamosenergia-mixet 2025-ben, mint 2030-ban. Mindkét esetben elmondható, hogy az elsősorban hatás az import elektromos áram kiváltása. Míg az előbbi évben emellett jelentős hazai gáztermelés csökkenését is láthatunk (2 GW szélerőmű telepítése esetén 730 GWh-val csökken a gáztermelés villamosenergia-termelése, és közel 2,5 TWh-val az import), addig 2030-ban mindkét vizsgált esetben eltörlődik a fosszilis alapú hazai termelés változása a teljes kiváltott import mennyiségéhez képest, ami meghaladja a 4,5 TWh-t, ha 3 GW új szélerőművel számolunk.

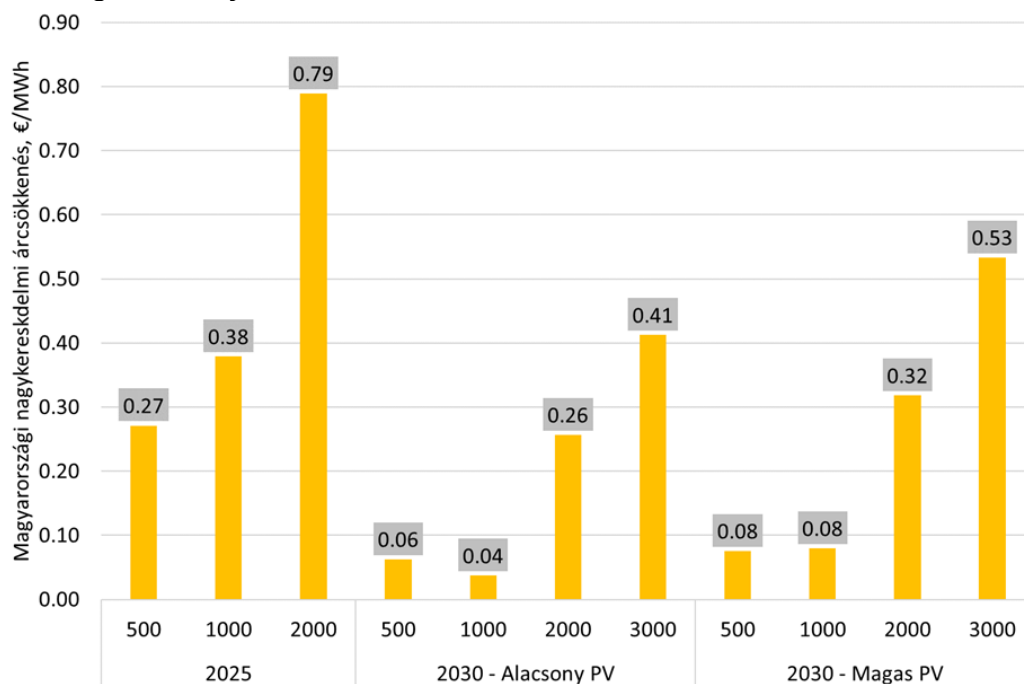


1. ábra: Magyarországi villamosenergia-összetétel változás a 0 MW szélerőművi teljesítmény forgatókönyvhöz viszonyítva



### 3. Az villamosenergia-árakra gyakorolt hatás

Mint minden (gyakorlatilag) változó költség nélkül üzemelő erőmű, a szélerőművek is csökkentik a nagykereskedelmi villamosenergia-árakat. A változás mértéke többek között függ a teljes fogyasztástól, valamint a kínálati oldal további szereplőinek adottságaitól is. A 2. ábra szemlélteti a nagykereskedelmi villamosenergia-árak változását ahhoz az állapothoz viszonyítva, ha nem épül új szélerőművi teljesítmény. Jól látható, hogy 2025-ben az árhatás nagyobb - ahogy láttuk ebben az évben az import mellett a hazai gázos erőművek helyett is termelnek a szélerőművek, ráadásul a gázalapú termelés ekkor még meglehetősen drága. Így 2025-ben 2 GW új szeles teljesítmény megjelenése csaknem 0,8 €/MWh-val csökkenti a nagykereskedelmi villamosenergia-árat. Ez a teljes magyar fogyasztást figyelembe véve nagyjából 15,5 Mrd Ft megtakarítást jelent. 2030-ban már valamivel alacsonyabb hatásokat láthatunk, különböző PV penetrációk esetén 0,4-0,5 €/MWh-s árcsökkenés valószínűsíthető. A nagyobb fogyasztás miatt azonban ez is jelentős, mintegy 11,7 Mrd Ft-os megtakarítást jelent.



2. ábra: Magyarországi nagykereskedelmi villamosenergia-árváltozás a 0 MW új szélerőművi teljesítmény forgatókönyvhöz viszonyítva, €/MWh, 2022-es reáláron



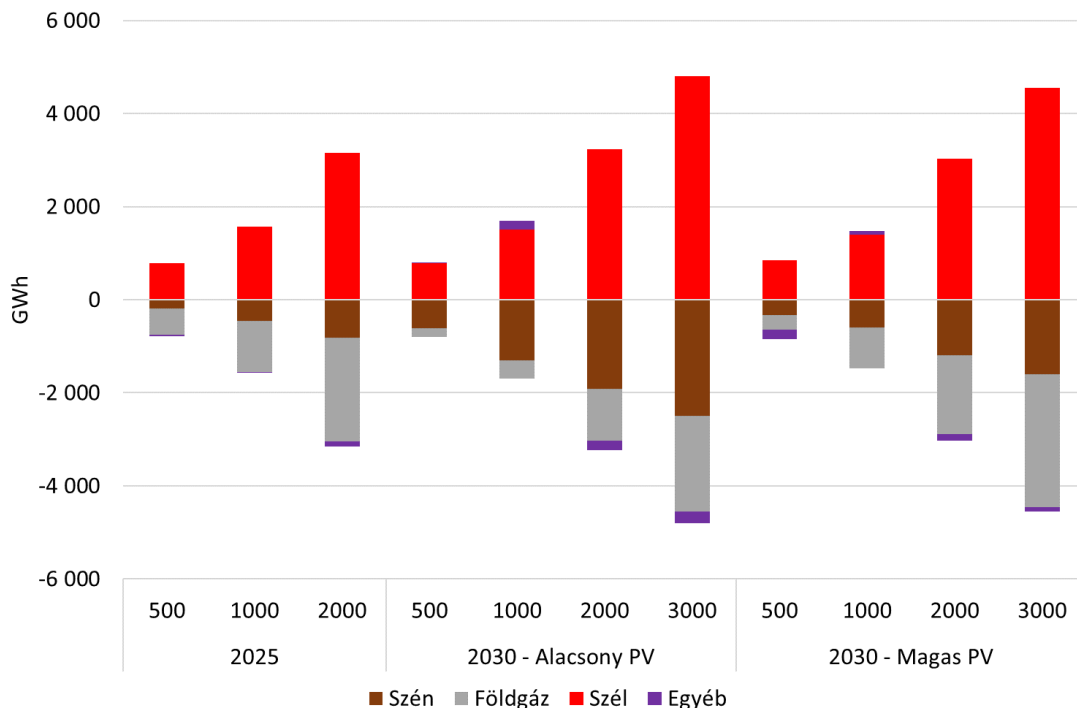
#### 4. A szabályozási piacokra való hatás

Az utóbbi időben az időjárásfüggő megújulók kiegyenlítésére szolgáló tartalékok (és a szabályozási energia is) jelentősen megrágultak, elsősorban a dráguló földgázáraknak köszönhetően.

A modellezés révén lehetőségünk van annak becslésére, hogy mennyivel nőne a tartaléktartás költsége a növekvő szélerőművi teljesítmény miatt. A szélerőművek két fontos hatással bírnak a tartalékpiacra. Egyrészt valóban növelik a szükséges tartalékok mennyiségét. Ugyanakkor képesek részt is venni ezen a piacon. Azaz akkor képesek szabályozási szolgáltatást nyújtani, amikor éppen termelnek, azaz a rendszer stabilitása érdekében csökkenthetik a termelésüket. A modellezési számításaink alapján **2025-ben 2000 MW új szélerőművi teljesítményt feltételezve a teljes tartaléktartás költsége 30 %-kal csökken, amely közel 20 milliárd forintos megtakarítást jelent csak ebben az egy évben.** Ezt a teljes hazai fogyasztásra lebontva azt kapjuk, hogy a szélerőművek megjelenésével mintegy 0,5 Ft/kWh-val csökkenthetnek a fogyasztók által fizetett költségek. 2030-ban ez a megtakarítás jóval kisebb, mivel feltételezésünk szerint ekkorra a földgáz ára jelentősen mérséklődik (1-1,5 Mrd Ft megtakarítás), így ezen szolgáltatások költsége is lényegesen alacsonyabb lesz. Ugyanakkor nagyon fontos modellezési eredmény, hogy a növekvő szélerőművi teljesítmények nemhogy növelnék a rendszer stabilitásához szükséges szolgáltatások költségét, hanem éppen ellenkezőleg, képesek aktívan részt venni a szabályozásban, és így képesek csökkenteni a rendszer összköltségét.

#### 5. Európai helyzetkép

Ahogy az előzőekben bemutatuk, a növekvő hazai szélenergia-termelés importot vált ki Magyarországon. Fontos azonban megvizsgálni, hogy ez a nettó import milyen forrásokból származik. A 3. ábra mutatja, hogy milyen hatással jár az európai villamosenergia-összetételre, ha folyamatosan növeljük a hazai beépített szeles teljesítményeket. Ez hasonló az 1. ábrához, azzal a különbséggel, hogy míg az a hazai helyzetet mutatta be, az alábbi ábra az összeurópai villamosenergia-mixet szemlélteti.



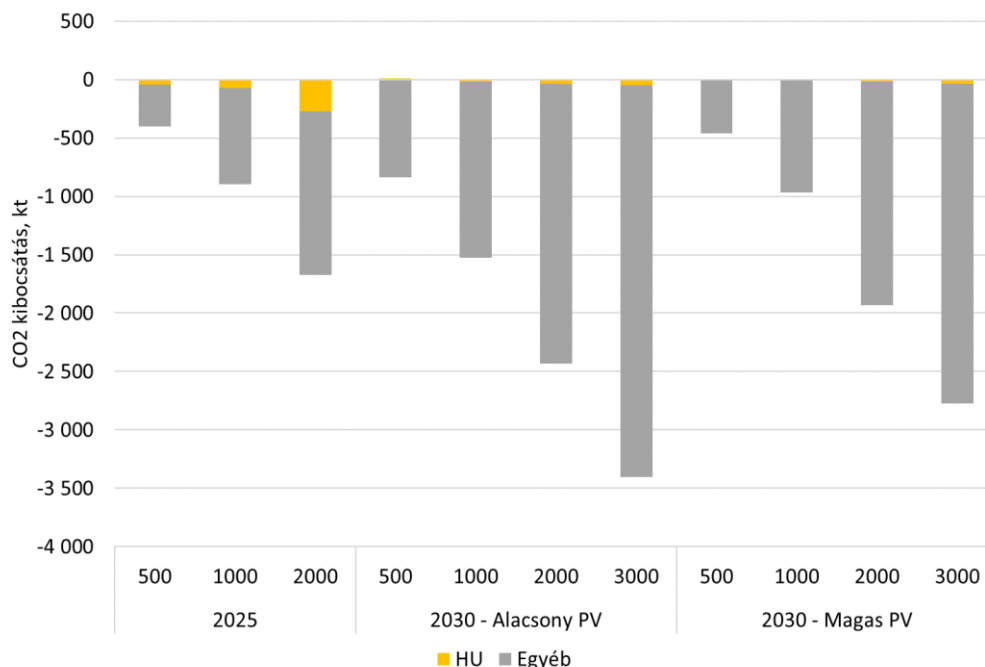
3. ábra: Európai villamosenergia-termelés változása a 0 MW új szélerőművi teljesítmény forgatókönyvhöz viszonyítva, 2025-ben, illetve 2030-ban, GWh



A 3. ábra minden scenárióban az európai villamosenergia-összetétel változását mutatja a nulla MW új szélerőművi teljesítményt tartalmazó forgatókönyvhöz viszonyítva. Látható, hogy a növekvő szélerőművi termelés 2025-ben döntően földgáz, kisebb mértékben szénalapú villamosenergia-termelést vált ki. 2030-ban kismértékben változik a helyzet, lévén a földgáztüzelés - köszönhetően a feltételezett alacsonyabb földgázáraknak és a magas szén-dioxid-kvótaáraknak - olcsóbbá válik, mint a szénalapú termelés, ezért alacsonyabb beépített napelem teljesítmény esetén az új szénalapú termelés megközelítőleg fele-fele arányban helyettesíti a földgáz- és szénalapú villamosenergia-termelést. Amennyiben több napelemmel számolunk Magyarországon, ismét elmozdul a kiváltás a földgáz irányába. **A szélerőművekkel kiváltott földgáz mennyisége igen jelentős: 2025-ben 2000 MW új szélerőművi teljesítményt feltételezve a földgázkiváltás 5 TWh-t (0,5 Mrd m<sup>3</sup>) tesz ki, amely a hazai teljes gázfogyasztás 5%-ának felel meg. 2030-ban 3000 MW új szélerőművi teljesítményt és 12 GW beépített napelemet feltételezve ez eléri a 6,5 TWh-t is.** Látható tehát, hogy a megnövekedett szélerőművi termelés döntő részben fosszilis erőművi termelést vált ki, így az európai ÜHG-kibocsátásra is pozitív hatással bír.

A 4. ábra mutatja, hogyan alakul a villamosenergia-szektor ÜHG kibocsátása a nulla új szélerőművi teljesítményt feltételező helyzethez viszonyítva. Az ábra külön szemlélteti a hazai változást (narancssárga oszlopok), illetve a Magyarországon kívüli európai országok kibocsátásait.

Már 2025-ben is jelentős mértékű szén-dioxid-megtakarítást érhetünk el, amennyiben hazánkban új szélerőművi teljesítmények épülnek ki. Amennyiben 2000 MW új teljesítmény kiépülésére kerülne sor, akkor az elkerült szén-dioxid-kibocsátás meghaladná a 1,5 mt CO<sub>2</sub>-ot, éves szinten. Ez 2030-ra akár 3 milliót tonna szén-dioxid-kibocsátáscsökkentést is eredményezhet, amely nagyságrendileg megegyezik a Mátrai Erőmű kibocsátásával.



4. ábra: Szén-dioxid-kibocsátás változása a 0 MW új szélerőművi teljesítmény forgatókönyvhöz viszonyítva Európában