

SZÉL- ÉS NAPERŐMŰVEK KIÖREGEDÉSE

Gyórfi Krisztián, Dr. Hugyecz Attila – 2020. június 5.

A megújuló forradalom hatására az Európai Unió tagállamaiban (EU-28) 2019 végéig több, mint **130 GW napelemes** és **191 GW szélenergia kapacitás létesült**, melyek abban az évben összesen **557,8 TWh** villanyt termeltek (az **EU-28-ak** erőműparkjának **teljes beépített kapacitása** nagyságrendileg **966 GW** és teljes nettó termelése **kb. 3100 TWh**). A szél- és naperőművek élettartama azonban viszonylag rövid (20-30 év), és a 2000-es évek eleji megújulás felfutás miatt mára, 2020-ra eljutottunk oda, hogy – a közvélemény számára vélhetően kissé meglepő módon – ezek leállításával, kiöregedésével is el kell kezdeni foglalkozni. Jelen anyagunkban megvizsgáljuk ezért, hogy a már megépített kapacitások várhatóan meddig maradnak rendszerben, és hogy a kieső termelési volumen hosszabb távon hogyan viszonyulhat az újonnan létesülő kapacitásokból származóhoz.

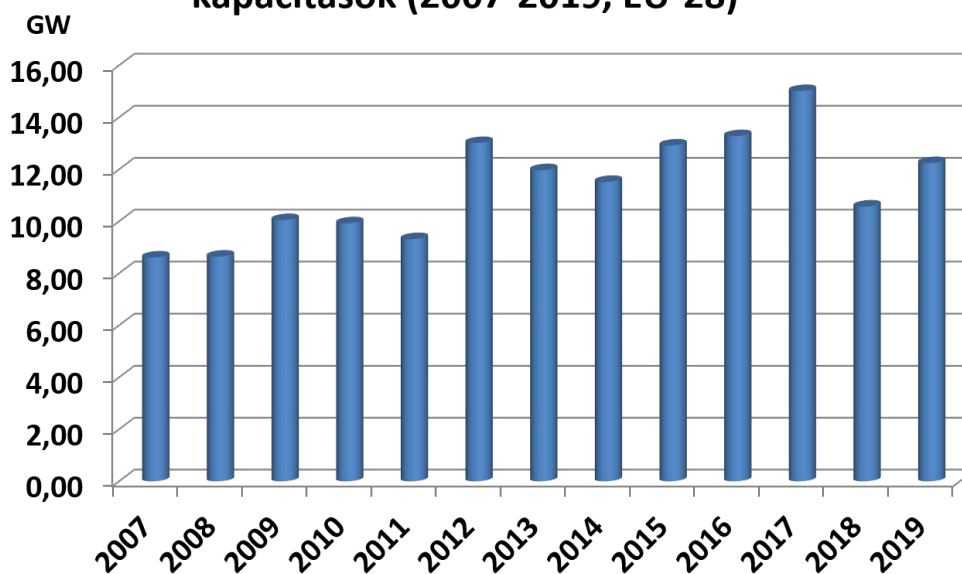
Jelen elemzésünk röviden kiterjed továbbá annak vizsgálatára, hogy a jelenlegi növekedési trendek alapján – a leállításokat is figyelembe véve – a szél- és a napenergia beépített kapacitások mekkora volumennél fognak tetőzni¹.

1. Szélenergia kapacitások

1.1. Szélenergia kapacitások létesülése

Az EU-28-ban az összes hálózatra kapcsolt szélenergia kapacitás (**191,5 GW**) **negyede (48,1 GW) 2007 előtt létesült**. A 2007 és 2019 között létesült kapacitásokat a következő diagram mutatja be.

Az adott évben létesített új szélenergia kapacitások (2007-2019, EU-28)

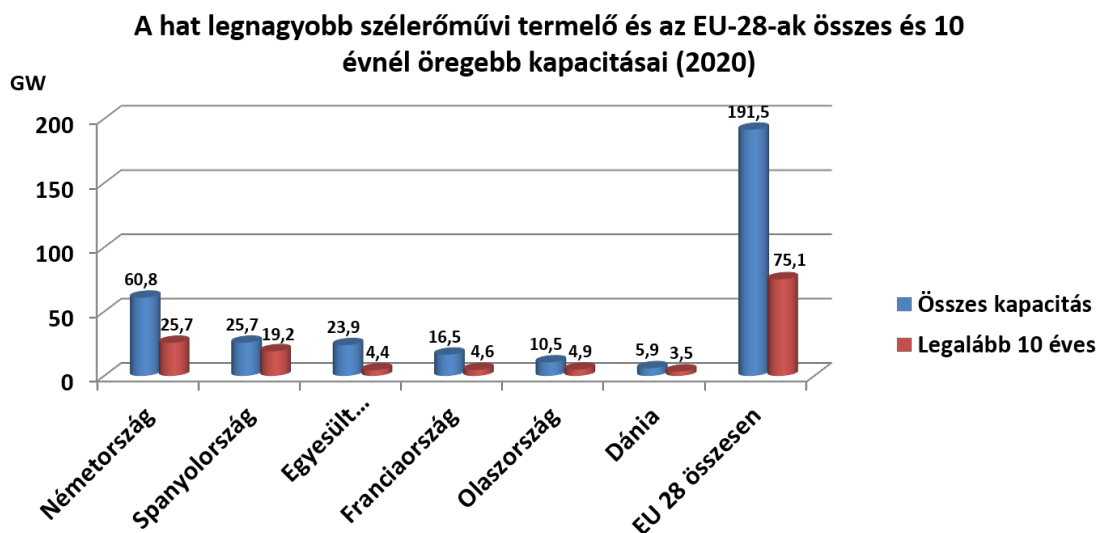


Mint látjuk, a szélenergia kapacitások beépítése a 2007-2019 közötti időszakban évenként kb. **8-12 GW körül** alakult, e tekintetben csak 2017 volt kiugró év (**15 GW**). Az összes teljesítőképesség korábbi exponenciális növekedése lelassult és lineárisra vált.

¹ Megjegyezzük, hogy jelen anyag nem az EU tagok nemzeti célkitűzései alapján várható eredményeket, hanem a múltbéli adatok alapján prognosztizálhatóakat vizsgálja, és nem annyira a konkrét számok a lényegesek, hanem hogy ezek az eredmények nagyságrendileg mire elegendőek.

1.2. Szélerőművi kapacitások élettartama

Az Unióban a máig leszerelt szélerőművi kapacitások nagysága nem jelentős, **az elmúlt 5 évben összesen 1,9 GW lépett ki a rendszerből (évi átlag 0,37 GW)**, ami az új kapacitások nagyságához képest elhanyagolható. Ugyanakkor ha a megépült erőművek korosítását vizsgáljuk, akkor egyes országokban a helyzet meglehetősen kedvezőtlen.



A hat legnagyobb szélerőművi kapacitással rendelkező tagállam közül 2020-ban

- ▶ **Németországban** a szélerőművi kapacitások **42%-a**,
- ▶ **Spanyolországban 74,4%-a**,
- ▶ **Dániában 58,8%-a**,
- ▶ **Olaszországban** pedig a **46,6%-a** 10 évnél öregebb.
- ▶ Kedvezőbb a helyzet **Franciaországban (28%)** és az **Egyesült Királyságban (18,5%)**.

Az **EU-28-ak** egészét tekintve a 10 évnél öregebb kapacitások aránya **39,1%**. 2030-ra, az Európai Unió klímavédelmi célok egyik kiemelt időpontjára **75 GW-nyi szélerőművi kapacitás éri el a tervezett 20 éves élettartama végét²**.

A szélerőművek esetében is lehetőség van az üzemidő meghosszabbítására (repowering), jelenleg azonban nagyon kevés gyakorlati tapasztalat áll rendelkezésre ezen a téren. A régebben létesített kapacitások nem minden esetben rendelkeznek az üzemirányítási- és teljesítményadatok folyamatos monitorozására és rögzítésére alkalmas rendszerekkel, így műszaki állapotukról sem áll rendelkezésre elegendő információ. Az eddigi vizsgálatok alapján az élettartamuk meghosszabbításának költségessége nagy mértékben a környezeti hatásoktól függ, és azt minden esetben egyedileg kell elbírálni. Szükséges megemlíteni továbbá, hogy a felújítások rentabilitása nem csak a műszaki állapottól függ, hanem a jogszabályi környezetétől: ezen belül elsősorban attól, hogy rendes élettartamukon túl részesülnek-e további szubvencióban, illetve kötelezik-e őket a menettrendtartásra.

A szakértői álláspontok eltérnek abban, hogy távlatilag mennyire lesz általános a szélerőművek esetében az üzemidő meghosszabbítása, de a most kiöregedő kapacitások esetében jelen állás szerint célszerűbbnek látszik az előregedett kapacitásokat teljesen újakra cserélni, így **egész Európában 2030-ra 86 GW szélerőművi kapacitás is kieshet (a ma meglévők 45%-a)**.³

² Az újonnan épült, modernebb kapacitások üzemideje jellemzően már 25 év.

³ Forrás: <https://www.windpowerengineering.com/owners-guide-wind-turbine-lifetime-extensions/>

1.3. Szélerőművi kapacitások alakulása hosszú távon

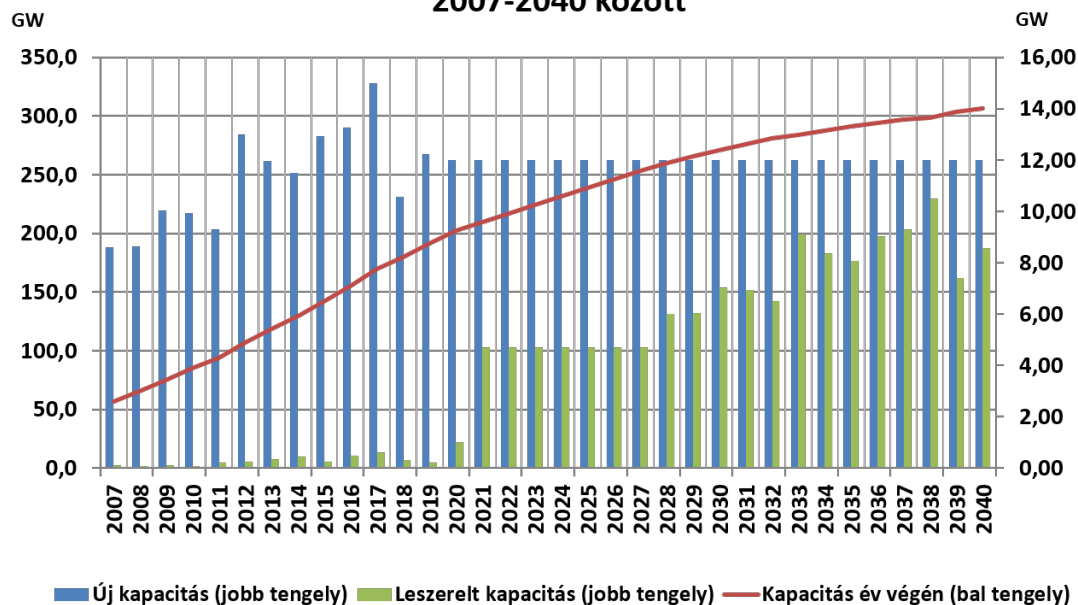
Modelleztük, hogy különböző arányú üzemidő-hosszabbítások mellett hogyan alakul a beépített szélerőművi kapacitások nagysága 2030-ban illetve 2040-ben⁴. Ehhez feltételeztük, hogy az új szélerőmű-beépítések mértéke a következő években nagyságrendileg évi **12 GW** lesz.

A rendszerben lévő szélerőművi kapacitások nagysága a repowering arányától függően **2030** végére **30-50%-kal** bővíthet és ekkorra **256-286 GW** szélerőmű lehet rendszerben, ami nagyságrendileg **620-710 TWh** villany termelését teszi lehetővé.

2040-ben a repowering arányától függően **268-346 GW** szélerőművi kapacitás lehet rendszerben, ami **680-860 TWh** villany megtermelését teszi lehetővé. **10%-os felújítási (repowering) arány esetén** 2030 és 2040 között a teljes beépített kapacitás már csak kis mértékben (10 év alatt összesen 4,7%-kal) nő, vagyis a görbe ellaposodik: **a beépített szélerőművi kapacitás az elmúlt évekhez hasonló szélerőmű-beépítési ütem feltételezése ellenére – a ma emlegetett „óriási” növekedéstől eltérően – az erőművek rövid élettartama miatt már csak alig bővül majd.**

30%-os repowering arány feltételezésével készült a következő ábra, amely a **2007 és 2019 közötti tényadatokat** (újonnan létesített, leállított és év végén rendszerben lévő szélerőművi kapacitásokat), és a 2020-2040 közötti időszakra általunk számolt adatokat mutatja (alapesetben 20 éves szélerőművi élettartammal számoltunk).

**Szélerőművi kapacitások múltbeli és tervezett alakulása
2007-2040 között**



Az ábrán látható, hogy 30%-os repowering esetén is igaz, hogy a leállások nagysága idővel megközelíti az újonnan telepített kapacitásokét és az összes kapacitás alakulását ábrázoló görbe ellaposodik. Ennek eredménye, hogy a maihoz hasonló erőfeszítések egy idő után már csak az elért eredmények fenntartását biztosítják, és nem növelik tovább a szélerőművek beépített teljesítőképességét.

⁴ Három különböző változatot néztünk meg: 10%-os, 30%-os és 50%-os repowering arányokkal számolva.

2. Naperőművek

2.1. Naperőművi kapacitások létesülése

A többi megújuló alapú energiatermelési módtól eltérően a napenergia tömeges terjedése viszonylag későn, a 2000-es évek közepétől kezdődött meg. Ennek hátterében az áll, hogy a napelemek ára, élettartama és minősége tekintetében egyaránt robbanásszerű fejlődés ment végbe, ezáltal a fotovoltaikus villamosenergia-termelés néhány külföldi ország soha meg nem térülő játékszeréből valóban életképes megoldássá érett meg.

A napelemes forradalom olyan új lehetőségeket teremtett, amelyek alapjaiban változtathatják meg a villamosenergia-rendszereket. Ugyanakkor **a rendkívül gyors és nem organikus fejlődés miatt a napelemek villamosenergia-rendszerbe való integrálását elősegítő fejlesztések, megoldások kissé „lemaradtak”** és elegendő tapasztalat sem gyűlt össze. Olyan helyzet állt elő, hogy bár napelemmel mára valóban elfogadható költségszinten tudunk villant termelni, viszont azt garantálni, hogy ez megfelelő biztonsággal a szükséges időpontban rendelkezésre is álljon, meglehetősen drága és nem túl kiforrott. Nem zárható ki, hogy 15-20 éves időtávon az integrációt szolgáló megoldások (például tárolás) is beérnek, „talán”-okra viszont nem lehet ellátásbiztonságot alapozni.

2019 végéig az Európai Unió tagállamai összesen 130,7 GW napelemes kapacitást létesítettek, melynek mindössze **2,3%-a (3 GW)** épült 2007 előtt és **12%-a (16 GW)** 2010 előtt. A 2007-2019 között évente megvalósított kapacitásokat a következő diagram mutatja be.



- ▶ A napelemek beépítésének élharcosa kezdetben Németország volt, ezt követte Spanyolország (2008-tól), hozzájuk később zárkózott fel Olaszország, Franciaország, és az Egyesült Királyság.
- ▶ A legtöbb kapacitás **2011-ben létesült (22 GW)**, ezután a növekedési ütem évről-évre visszaesett, majd **2017** után ismét felgyorsult.

2.2. Naperőművi kapacitások élettartama

A napelemes villamosenergia-termelő kapacitások esetében az előregedés két formában jelentkezik. Az egyenáramot váltóárammá alakító inverter élettartama a gyártótól és a szerencsétől függően 5-15 év (a megbízhatóbb termékekre jellemzően 10 év garancia van), ezt követően azokat cserélni kell. A napelemek esetében a teljesítmény romlik folyamatosan (degradáció). A régebbiek esetében ez 10 év alatt a 20%-ot is elérhette, viszont a jó minőségű, modern kapacitások – elvileg – 20 év alatt csak 10%-ot degradálódnak. Ugyanakkor hozzá kell tenni, hogy gyakorlati, „éles” adat még nagyon kevés áll rendelkezésre.

Fentiek következtében a napelemek telepítésekor már eleve célszerű figyelembe venni egy invertercserét, ezt követően viszont az élettartam már nincs kőbe vésve. A cserére vonatkozó döntést a hálózati méretű napelemek esetében a támogatási rendszer alapján, a háztartási méretűeknél pedig a degradáció és az új napelemek aktuális árának függvényében célszerű meghozni.

Tekintettel arra, hogy a napelemes kapacitások döntő része az elmúlt években épült, 2030-ig a kilépő kapacitások nagysága várhatóan nem lesz jelentős, ezt követően viszont – a gyors technológiai fejlődés és a szabályozás miatt – valószínű, hogy az előregedő kapacitások közel 100%-a leszerelésre kerül.

2.3. Naperőművi kapacitások alakulása hosszú távon

Az újonnan létesülő naperőművi kapacitások nagyságát rendkívül nehéz megjósolni. **Az elmúlt 5, 10, vagy 15 év adatai alapján eddig átlagosan évente 8-11 GW kapacitás létesült.** A jövőre nézve viszont figyelembe kell venni a rendkívül gyors technológiai fejlődést, ami további árcsökkenés mellett merőben új megoldások (például szerves anyagú napelemek, infravörös sugárzást hasznosító műanyag panelek) életképessé válásához is vezethet.

A napelemes technológia magas benapozottságú területeken (például Kalifornia vagy Ausztrália) nagykereskedelmi piaci alapon már most is versenyképes (ha nem számolunk a szabályozási költséggel) és elképzelhető, hogy a jövőben egyre több helyen állami szubvenció nélkül is rentábilis lesz. Ugyanakkor a tömeges terjedéssel párhuzamosan a létesítéssel nem összefüggő, rendszerszinten jelentkező költségek – mint például a szabályozási költségek – drasztikusan megemelkedhetnek, amit előbb-utóbb legalább részben a napelemes termelőkre kell majd hárítani.

Konzervatív becslésként **évi átlag 13 GW** új napelemes kapacitás létesítésével számolva 2030-ra az EU-28-ban az összes beépített napelemes kapacitás **250-260 GW-on** tetőzhet. Ebben az esetben a jelenlegi beépített kapacitás 2030-ra lényegében megduplázódik és évi **300-320 TWh villany előállítását** teszi majd lehetővé (vö: EU-28 ma: évi nettó 3100 TWh).

2030-at követően viszont a növekedés megáll, **13 GW-nyi éves új kapacitás létesülése és 20 éves élettartam mellett az összes kapacitás maximuma 260 GW, melynek elérését követően az új kapacitások már csak a kiesőket pótolják.**

Következtetéseink

- Fentiekből kiindulva a jelenlegi trendek alapján 2030-ra szél- és naperőművi kapacitásokból az EU-28-ban megtermelhetővé válhat nagyságrendileg **900–1000 TWh villany**, ami a **2030-ra várt, kb. 3270 TWh-nyi össztermelés 30%-át adhatja.**
- A villamos energia esetében **a 2030-ra kitűzött, uniós szintű 32%-os megújuló arány így kapacitás és termelési oldalról is megvalósulhat, sőt, a többi megújuló forrással együtt túl is teljesülhet, ugyanakkor az időjárásfüggő termelés rendszerintegrációjának módja, költségessége még nem látszik.** Ennek következtében valószínűsíthető, hogy a 20-as évek második felében – a német atomerőművek leállítását követően – a figyelem középpontjába a megújulók integrációja és a rendszerbiztonság kerül.
- **A nap- és szél-erőművi kapacitások előregedése és kiesése miatt 2030 után a jelenlegi erőfeszítések már egyre kevesebb eredményt hoznak, a beépített teljesítőképességet jelző görbe ellaposodik, így a tisztán megújuló energiaforrásokon alapuló karbonsemlegesség megvalósíthatósága – még ha a szabályozhatósági problémáktól el is tekintünk – igencsak kérdésesnek tűnik.**

Az anyaghoz felhasznált adatok forrása: Eurobserv'ER: Photovoltaic barometer 2020; elérhetősége: <https://www.eurobserv-er.org/photovoltaic-barometer-2020/>; Eurobserv'ER: Wind energy barometer 2020; elérhetősége: <https://www.eurobserv-er.org/wind-energy-barometer-2020/>; valamint EUROSTAT és ENTSO-E adatok.