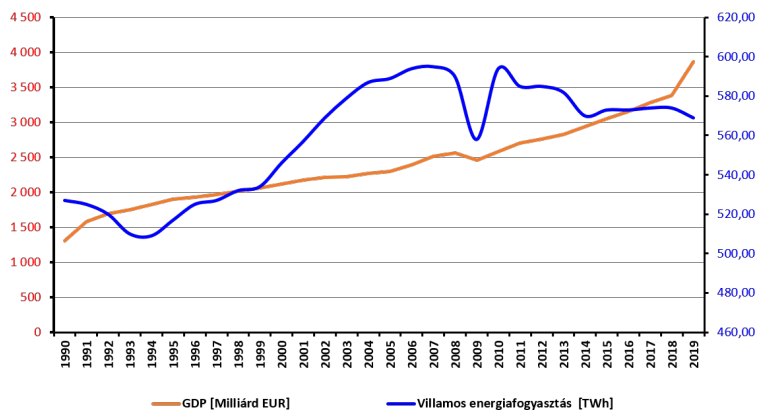


NÉMETORSZÁG 4.0 – TERMELÉS, FOGYASZTÁS, ERŐMŰVEK

Géczy Gábor, Dr. Hugyecz Attila – 2020. június 26.

Németország villamosenergia-fogyasztása a 2008-as válságig enyhe emelkedést mutatott, aztán egy 6,5%-os visszaesés (2009) után, 2010-ben elérte az eddigi csúcstól 594 TWh-ás fogyasztással. Azóta a GDP és a népesség további emelkedése ellenére egyenletes fogyasztáscsökkenés mérhető. Az ország villamosenergia-fogyasztása 2019-ben 569 TWh volt, ez a 2002. évi fogyasztási szintnek felel meg (1. ábra).

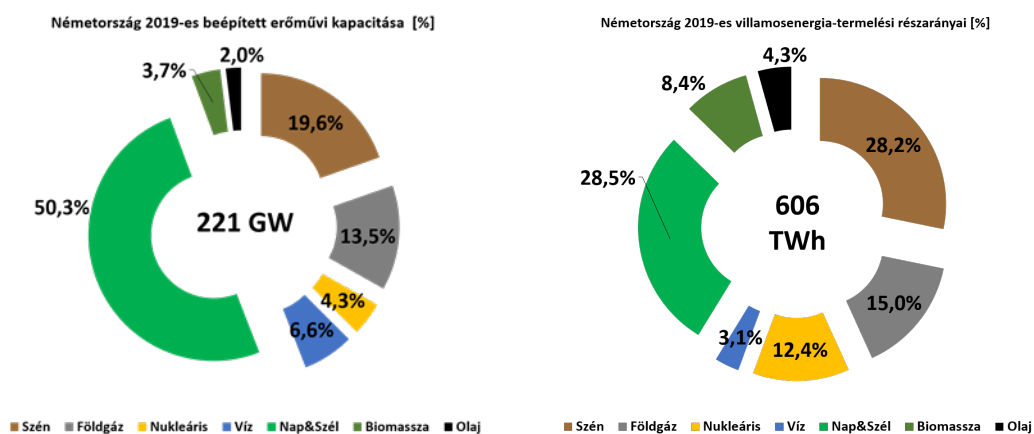
Villamosenergia-fogyasztás és a GDP alakulása



1. ábra: A német villamosenergia-fogyasztás és GDP alakulása
[Forrás: Eurostat; IEA]

A kék tengely skálázását figyelve azonban elmondható, hogy az elmúlt 20 évben a német villamos energiafelhasználás az évi 560-600 TWh-ás sávban mozgott. Németország 2019. évi 606 TWh-s villamosenergia-termelése a következő forrásokból származott: 28,2% szén, 15% földgáz, 12,4% nukleáris, 40,2% megújuló és 4,3% olaj (más források szerint az olaj 1% alatt marad).

Németország beépített erőművi kapacitása 2019-ben elérte a 221 GW-ot, ennek felét (50,3%-ot) a szél- és naperőművek képviselték. Szénerőműből 43,5 GW volt üzemben, gázerőműből 30 GW, atomerőműből 9,6 GW, vízerőműből közel 15 GW üzemelt (2. ábra).

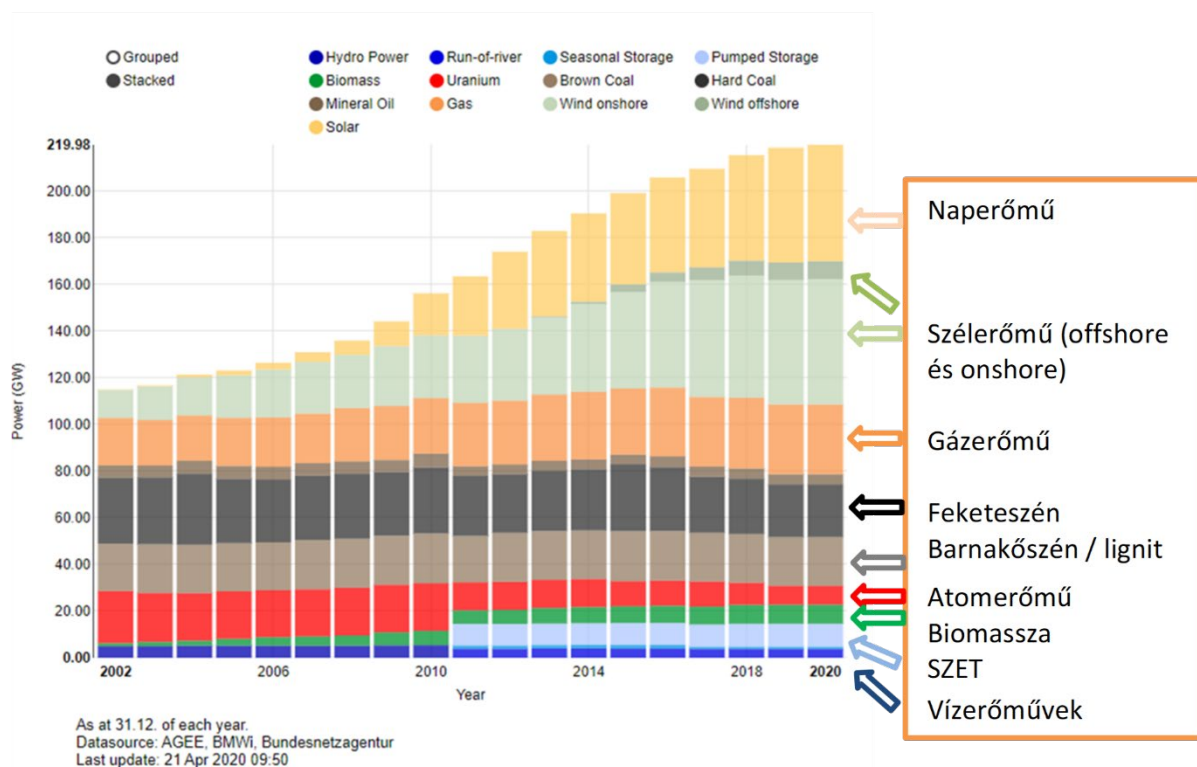


2. ábra: Németország villamosenergia-termelésének portfóliója
[Forrás: AGEE, BMWI, ENTSO-E]

A beépített teljesítőképességek és a termelési részarányok összevetéséből kitűnik a nap- és szél-erőművek alacsony kihasználtsága: 111 GW nap- és szél-erőmű éves szinten 173 TWh villamos energiát termelt, ez a két technológiára együttesen 1560 órás kihasználtságot jelez (18%). A német naperőművek teljesítménykihasználási tényezője tavaly

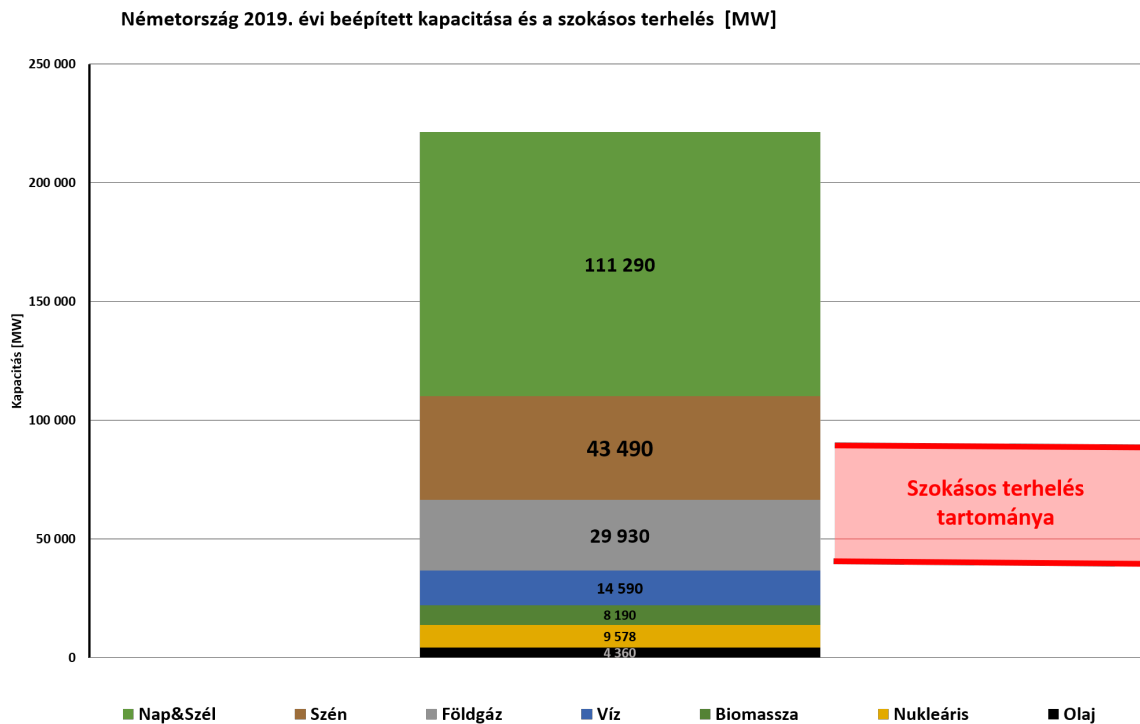
9,6% volt (840 óra), **a szárazföldi szélerőműveké 21%** (1850 óra), **a tengeri szélerőműveké 36%** (3160 óra), **az atomerőműveké 85%** (7400 óra).

Egy évtizedes távlatban az atom- és szén-erőművi beépített kapacitásokban jelentős visszaesés figyelhető meg (3. ábra). **2010 óta jelentős mértékű a megújuló energiaforrások térnyerése** és a 2002-es fosszilis és nukleáris technológiák kapacitását elérte 2020-ra a megújuló park kapacitása Németországban.



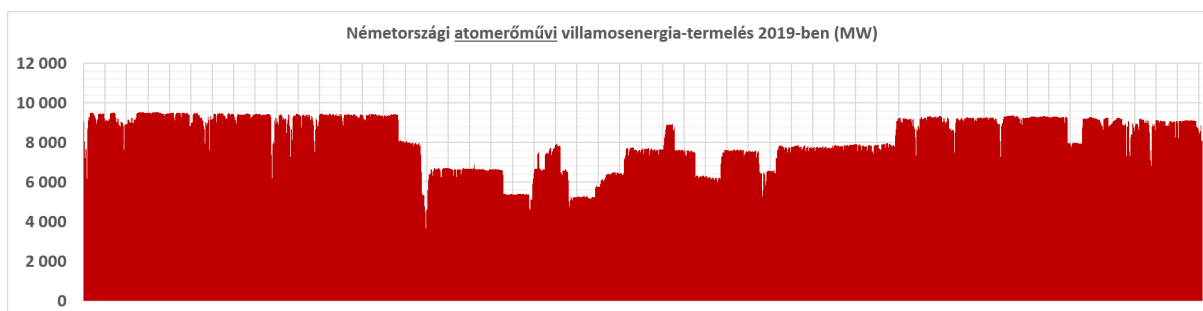
3. ábra: A német beépített erőművi kapacitások alakulása 2002-2020 között
 [Forrás: AGEE, BMWi]

Az időjárásfüggő szél- és naperőművek 2005. évi 20,4 GW kapacitása 2019 végére elérte a 111,3 GW értéket, azaz több mint ötszörösére emelkedett. Érdeemes megfigyelni a beépített kapacitások és a rendszerterhelések mértéke közötti viszonyt is (ld. a 4. ábrát). **Németországban mára két párhuzamos erőműpark épült ki, egy konvencionális erőműpark 110 GW körüli mértékben (szén-, atom-, gáz-, olaj-, biomassza- és vízerőmű), és egy időjárásfüggő, megújulóenergia-alapú erőműpark (nap- és szél-erőművek) 111 GW körüli BT-vel, miközben a rendszerterhelés 38,2 GW és 84,3 GW között mozgott,** ami a 221 GW beépített erőművi kapacitások felét sem érte el. Nyilvánvaló, hogy a nap- és szél-erőművek – időjárásfüggőségük miatt – nem képesek ellátni az ország villamosenergia-igényét, az időjárástól független erőművekre is szükség van.



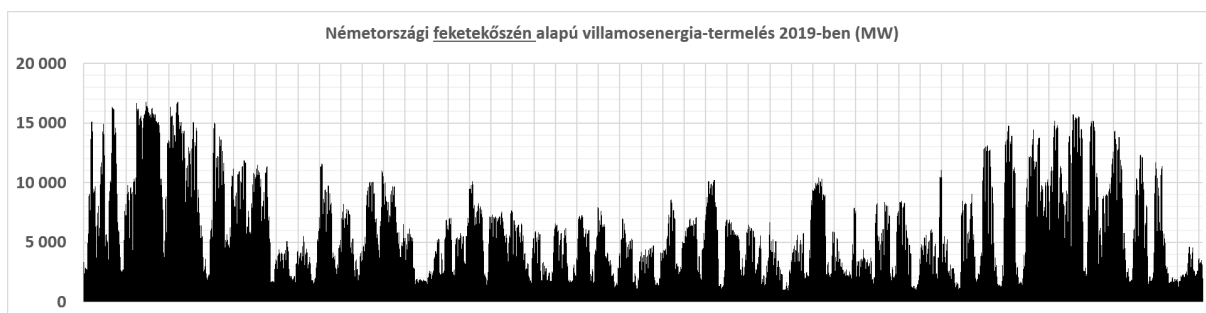
4. ábra: Német beépített erőművi kapacitás és a szokásos rendszerterhelések sávja
[Forrás: AGEE, BMWI, ENTSO-E]

Az egyes erőműtípusok különbözőképpen vettek részt a menetrendtartásban. **2019-ben a biomassza-erőművek alapvetően zsinórban termeltek**, kihasználtságuk alig változott, az idő 90%-ában termelésük egy 15%-os tartományon belül mozgott (MW-ban). Az atomerőművek időnként kénytelenek voltak részt venni a szabályozásban (5. ábra): az idő 90%-ában 5,4-9,4 GW-os tartományban termeltek (BT: 9,5 GW). Az **atomerőmű-üzemeltetők a tervezett karbantartásokat a nyári időszakra időzítik, ennek oka, hogy a villamos energia tőzsdei ára nyáron a legalacsonyabb.** (Lenti ábráinkon a vízszintes tengely az időtengely, és egy oszlop 1 hét időtartamot jelez).

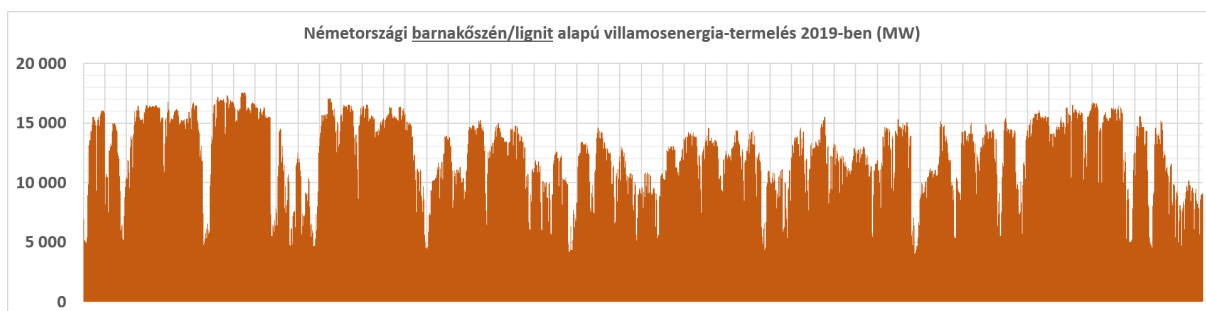


5. ábra: Német atomerőművi termelés 2019-ben
[adatok forrása: ENTSO-E]

A szénerőművek sokkal inkább vettek részt a menetrendtartásban, az év 90%-ában 7-30 GW közötti teljesítményt tápláltak a hálózatba (BT: 43 GW). **A feketeszén-erőműveken is látszik a nyári alacsonyabb termelési szint**, a ligniterőművekre ez a szezonális kevésbé jellemző (6-7. ábra).



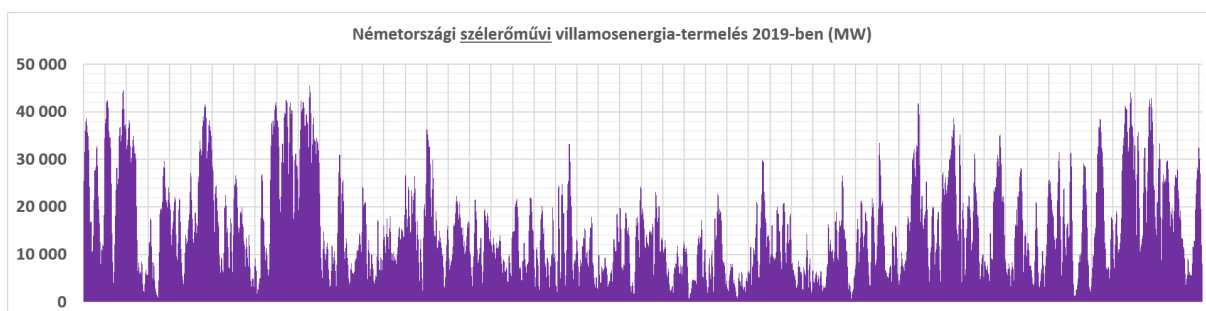
6. ábra: Német feketeszen-erőművi termelés 2019-ben
[adatok forrása: ENTSO-E]



7. ábra: Német barnakőszén- és ligniterőművi termelés 2019-ben
[adatok forrása: ENTSO-E]

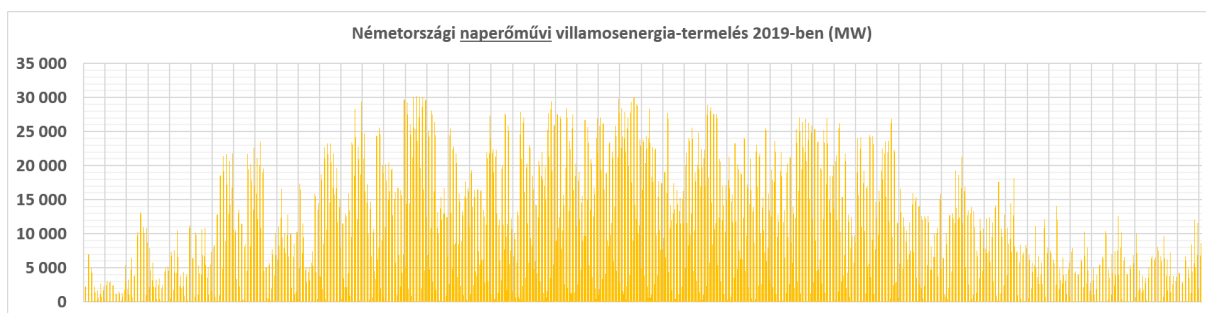
Az ENTSO-E gázerőművekre vonatkozó adatai nem megbízhatóak, csak a német termelés felét igazolják vissza, ezért a gázerőművi termelés lefutását nem mutatjuk be (a rendelkezésre álló adatokból következtetve az idő 90%-ában 4-18 GW között termelhettek (BT: 30 GW)).

A 61 GW-nyi szélenergia-termelése – érthető módon – igencsak ingadozott (8. ábra), betáplálásuk **0,4-45,5 GW között változott. 2019-ben is előfordult tehát, hogy közel teljes szélcsend volt Németországban.**



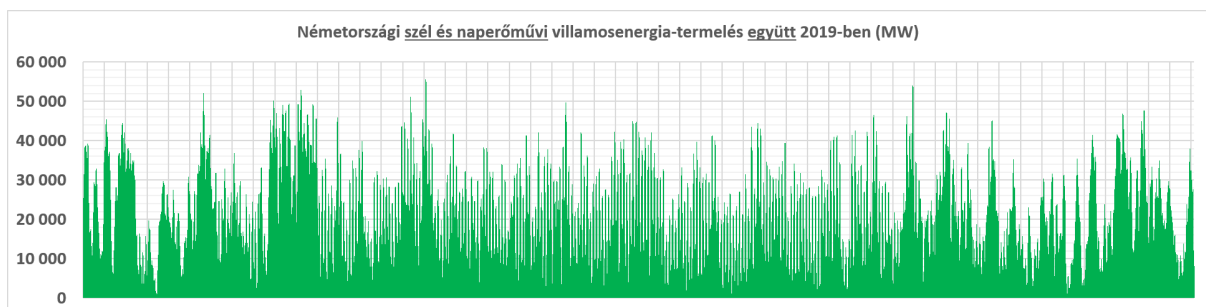
8. ábra: Német szélenergia-termelés 2019-ben
[adatok forrása: ENTSO-E]

A napelemek esetében a 9. ábra mutatja az éves teljesítményt: látszik a téli-nyári termelés különbözősége, és az, hogy 2019-ben az 50 GW-nyi német naperőmű betáplálása alig-alig nőtt 30 GW-főlé.



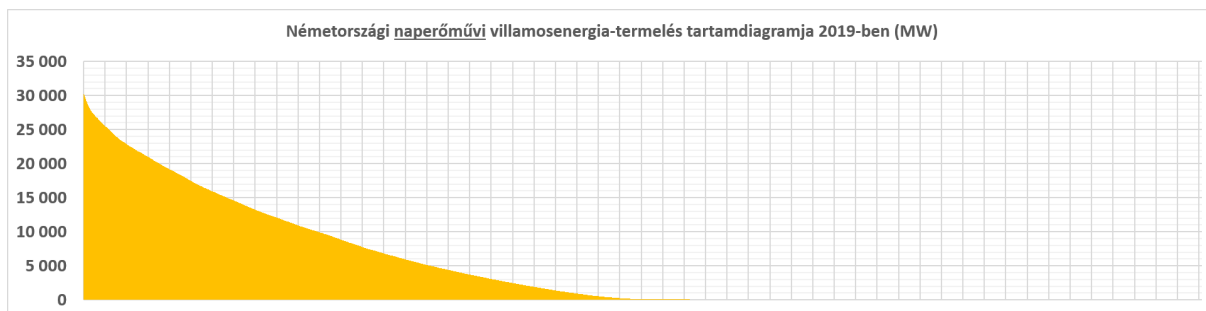
9. ábra: Német naperőművi termelés 2019-ben
[adatok forrása: ENTSO-E]

A szél- és naperőművi termelést együttesen is érdemes bemutatni, a 10. ábrán 111 GW időjárásfüggő erőmű 2019. évi termelését mutatjuk be. A két erőműtípus együttes betáplálása **0,5-55,5 GW között mozgott, az év 90%-ában 4-39 GW között termeltek, együttes legnagyobb betáplálásuk sosem haladta meg a BT felét (55,5 GW-ot).**



10. ábra: Német nap- és szélenergia-termelés együtt 2019-ben
[adatok forrása: ENTSO-E]

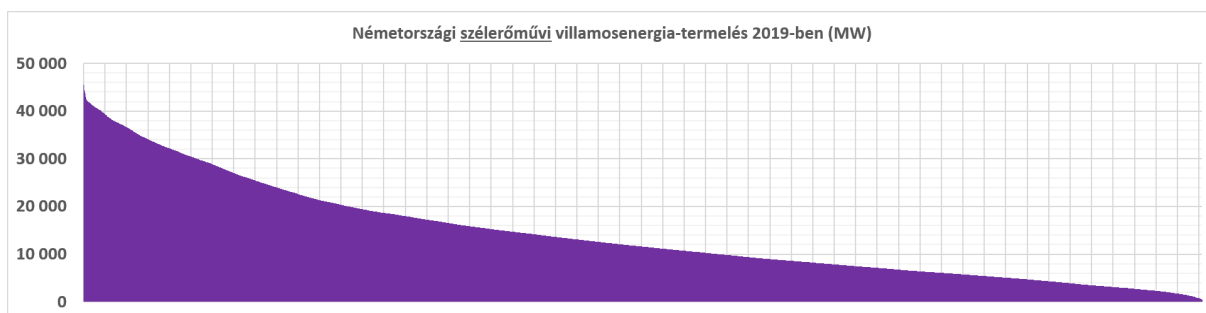
Érdekes egy pillantást vetni a nap- és szélenergia-termelés tartamgörbéire is. Kezdjük a napelemekkel (11. ábra).



11. ábra: Német naperőművi termelés tartamgörbéje 2019-ben
[adatok forrása: ENTSO-E]

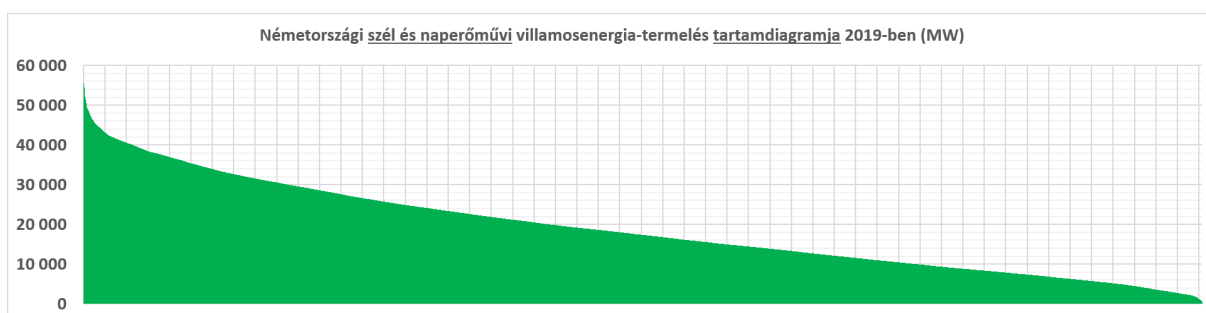
Látható, hogy a napelemek az év felében nem termelnek (éjjel), az idő 70%-ában termelésük a BT 10%-a alatt marad, a BT felénél többet csak 1 hétnyi időtartamban termelnek, és a legnagyobb napelemes termelés az 50 GW-os BT ellenére 30 GW alatt marad.

A szélenergia-termelések csak egy kicsivel jobbak (12. ábra): a 61 GW-nyi BT felénél többet 5 hétnyi időtartamban termelnek, viszont az idő 60%-ában a BT negyedénél kisebb a termelésük.



12. ábra: Német szélenergia-termelés tartamgörbéje 2019-ben
[adatok forrása: ENTSO-E]

Lássuk a szél- és naperlemek együttes tartamdiagramját, hátha az jobban néz ki!



13. ábra: Német szél- és naperenergia-termelés együttes tartamdiagramja 2019-ben
[adatok forrása: ENTSO-E]

Sajnos nem, itt is látszik az alacsony kihasználtság (13. ábra): **az idő közel 30%-ában a nap- és szélenergia-termelést együttesen sem számíthatunk a 111 GW-nyi BT 10%-ának megfelelő termelésre. Az év 2/3-ában ráadásul 25 GW alatt termelnek**, és a BT felénél többet sosem táplálnak a hálózatba.

Fentiekből noha látható, hogy a nap- és szélenergia-termelési különbsége (PV: nyáron termel, szél: nyári időszakon kívül erőteljesebb) részben kiegyenlíti egymást, viszont az ellátás folyamatosságát a kettő együtt sem képes biztosítani, a két erőműtípus együtt is túlságosan ingadozó.