

HOGYAN KÉPES DÁNIA 47%-NYI SZÉLENERGIÁT INTEGRÁLNI A RENDSZERBE? – HELYZETKÉP DÁNIÁRÓL

Dr. Hegedüs Krisztina, Dr. Hugyecz Attila – 2020. április 17.

Vezetői összefoglaló

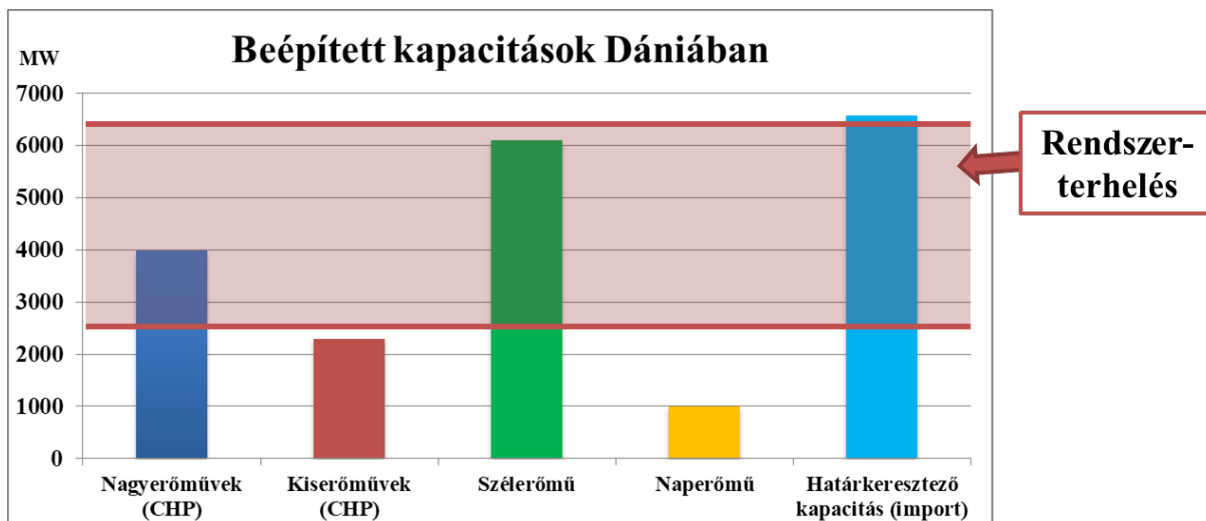
Egy korábbi elemzésünkben jeleztük, hogy Dánia világrekorder abban, hogy a szélenergiával termelt villamos energia az éves termelés 56%-át, az éves fogyasztásnak pedig 47%-át éri el. Ígértük, hogy utánajárunk annak, **miként lehetséges ennyi időjárásfüggő megújuló energia rendszerbe integrálása**. Jelen anyagunkban ezen ígretünknek teszünk eleget.

E munkánk során a dán villamosenergia-helyzetről részletes, 18 oldalas anyagot készítettünk (kérésre elküldöm). Ebből szemezgetve előzetesen álljon itt néhány kiemelt gondolat Dániáról:

- ▶ 2019-ben Dánia villamosenergia-termelésében a szélerőművek 56%-ot tettek ki, csúcskihasználási óraszámuk ~2850 óra (~33%) volt.
- ▶ Dánia villamosenergia-termelésében 74,5% a megújuló részarány (a hulladék idevonatkozó részével együtt)
- ▶ A villamosenergia-fogyasztásban mért 47%-os szélelergia részarányal Dánia világrekorder
- ▶ A beépített onshore (szárazföldi) szélerőmű-kapacitás 2019-ben 4402 MW, míg az offshore (tengeri) 1700 MW, összesen 6102 MW (vö. Magyarország: 330 MW).
- ▶ A villamosenergia-fogyasztás az elmúlt 4 évben 34 TWh körül stagnált. (Dánia lakossága jelenleg 5,8 millió fő.)
- ▶ Az egy főre jutó villamosenergia-fogyasztás 2019-ben 5,9 MWh volt. (vö. Magyarországon kb. 4,6 MWh)
- ▶ Van olyan hónap – jellemzően a nyári hónapok – amikor már alig van szükség a központi erőművekre az országban, a szabályozást jórészt az import-export oldja meg.
- ▶ A kontinentális Európával egy szinkron területen lévő Nyugat-Dánia 985 órát is kibírt anélkül, hogy a központi erőműveket szabályozásra kellett volna használni
- ▶ A nyári időszakban jelentősen növekszik a nettó import
- ▶ Abban az esetben amikor sok szélelergia termelés van, akkor azt Dánia exportálja. A nettó import és a szélerőmű termelés 2019. évi óras adatainak korrelációs együtthatója $r = -0,82197$, ami azt jelenti, hogy kifejezetten erős a korreláció a szélerőművi termelés és az aktuális export/import között
- ▶ A korreláció az egyes összekötő vezetékek esetében különböző erősségű. Németországnál közel nulla az együttható, amelyből arra következtetünk, hogy Németország felé nem akkor exportál Dánia amikor termelnek a szélerőművek és nem akkor importál amikor épp kevesebb szélelergia termelődik.
- ▶ Norvégia felé a legerősebb a korrelációs együttható (közepesen erős), tehát erős szélerőmű termelés esetén jellemzően oda exportál Dánia villamos energiát. Svédország irányába hasonlóak mondhatóak el, bár a korreláció gyengébb (de ez esetben is közepesen erős).
- ▶ Dániában a megújuló erőművek terjedését úgy tűnik a lakosság fizeti meg. Az EU 28 országa közül Dániában a második legmagasabb a lakossági villamos energia ára, míg az ipari villamosenergia-ár a legalacsonyabb.
- ▶ Dánia szén-dioxid-kibocsátása csökkenő tendenciát mutat 1996 óta. 1990-2018 között 37%-ot csökkent a dán CO₂ kibocsátás (ez nem csak az erőművi kibocsátást jelenti, hanem a teljes országos kibocsátást).
- ▶ A villamosenergia-termelés legnagyobb CO₂-kibocsátója a szén alapú termelés, amely jelentősen csökkent 1990 óta. A teljes dán villamosenergia-termelés 2019-ben saját számításaink szerint 4,29 Mt CO₂ kibocsátásért volt felelős, amelyből 3,05 Mt CO₂ a szén alapú termelés (vö. magyar villanyszektor kibocsátása: kb. 7-9 Mt CO₂).

Szélerőművi termelés integrációjának mikéntje

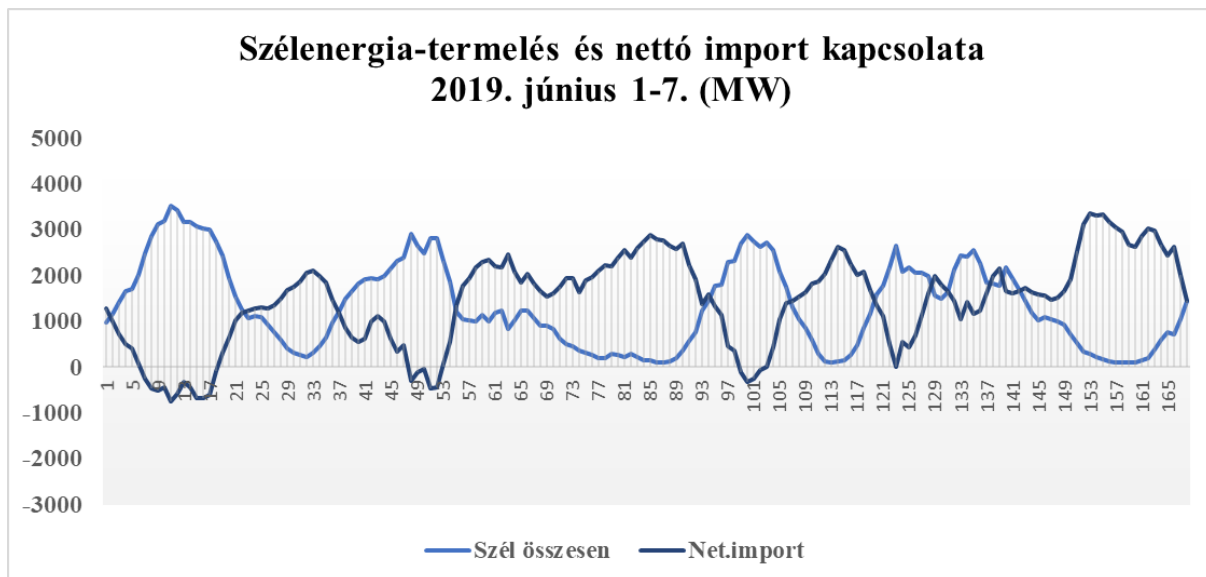
A rendszerterhelés az 5,8 millió fő lakosú Dániában 2500 MW minimális terhelés és 6500 GW csúcsterhelés között van, az éves villamosenergia-fogyasztás 34TWh. Az ország nagyjából 16 000 MW beépített kapacitással rendelkezik, amelyből több mint 7000 MW időjárásfüggő megújuló energia.



A dánok a villamosenergia-rendszeregyensúlyt 4 egymásra épülő elemmel biztosítják:

- ▶ Átviteli hálózat és határkereszteső kapacitások
- ▶ Nemzetközi villamosenergia-piac
- ▶ Rugalmas termelő kapacitások
- ▶ Proaktív rendszer kiegyensúlyozás – jó előrejelzés és tervezés

A rendszeregyensúly tartásának egyik legfontosabb eleme a határkereszteső kapacitások kihasználása (7635 MW export és 6585 MW import kapacitás áll rendelkezésre, ez meghaladja a dán csúcsterhelést). A szélerőművi termelés és az export-import kifejezetten erős korrelációjából látható (ld. részletes anyagunkat), hogy **Dánia** a legfőképp szélenergiából fakadó **termelési többletet norvég és svéd irányba exportálja**, ahol a rendszer e többletet fel tudja venni, hisz sok a vízerőmű, melyekből több tárolós-átfolyós (tehát jól szabályozható), és némi szivattyús energiatárolós vízerőművi kapacitás is rendelkezésre áll (nem túl sok, a két országban együtt kb. 1500MW). Ebben nagy szerepe van az európai szabad piacnak is, **a villamos energia országokénti szabad áramlását a piacok is támogatják.**



Forrás: ENTSO-E adatai alapján

Ábránkon jól látható, hogy amikor a szélbetáplálás nő, a nettó import csökken, és alacsony szélerőművi betáplálás idején a nettó import nagy.

Dániában a szélerőenergia rendszerintegrálásában az export és az import mellett a távhőrendszer játszik fontos szerepet. A távhőrendszert már az 1980-as évektől rugalmasságra tervezték. A dán hőtermelő erőművek többsége **kapcsolt hő- és villamosenergia-termelő erőmű (CHP).** Az erőművek jórészt gáztüzelésűek, illetve biomassza-erőművek, amelyek rugalmasan tudnak termelni. Ezen felül **a kapcsolt erőművek hőtárolóval vannak összekötve, amely rövid távon (maximum 12 óra) képesek a hőenergiát eltárolni, ezáltal többlet rugalmasságot biztosítanak a rendszerben.**

A szélerőműveket is igyekeztek rugalmassá tenni, olyannyira, hogy **azokat** Dániában egészen a névleges teljesítmény **10-20%-ára vissza lehet terhelni.**¹

A fentieket megerősíti a villamosenergia-fogyasztás forrás szerinti megoszlásának elemzésekor talált megállapításunk is, amely szerint a központi nagyerőművek nyáron alig termelnek, míg téli időszakban nagyobb arányban biztosítják a villamosenergia-termelést (nagy részben hőkiadás-vezéreltek). Ez a távhőnek köszönhető: télen a kapcsolt erőművek magasabb hőtermelés mellett több villamos energiát termelnek, így jobban lehet használni őket a rendszeregyensúly fenntartására. Ekkor inkább villamosenergia-export jellemző. Ezzel szemben a nyári hónapokban a távhőigények csökkenésével a (kapcsolt) hőerőművekre kevésbé van szükség, így Dánia a kieső villamos energiát a piacon szerzi be, és inkább nettó import a jellemző.

További szükséges eleme a rendszeregyensúly fenntartásának, hogy a dán átviteli rendszerüzemeltető **az új energiatermelő kapacitások beépítésével egy időben fejleszti az átviteli hálózatot is.** Emellett a dánok által használt **időjárás-előrejelző rendszer igen magas színvonalú, ezzel tervezhetőbb az időjárásfüggő termeléshez történő alkalmazkodás.**

Hazánk más utat választ a villamosenergia-rendszer dekarbonizációjára, teljesen más filozófiát követ. **Ennek oka egyrészt a természeti adottságokban keresendő,** nevezetesen, hogy hazánkban sokkal kisebb az átlagos szélerősség (nem tengerparti ország vagyunk), és kisebb a szélerőművek átlagos csúcskihasználási óraszámja is. **Másik oka, hogy Magyarországon a távhőrendszerek sem annyira kiterjedtek, hogy a kapcsolt villamosenergia-termelés akkora szerepet játszhatna a rugalmasság biztosításában,** mint Dániában. **Egy további, társadalompolitikai érv, hogy Magyarország más történelmi úton és környezetben jutott el jelenkori helyzetébe,** így villamosenergia-ellátásának biztonságát elsősorban hazai erőművekre kívánja alapozni. E téren ne feledjük, hogy (1) három évtizeddel ezelőtt északi és déli szomszédaink darabjaira hullottak, (2) alig bő két évtizeddel ezelőtt déli szomszédunkban dúlt háború, (3) ma pedig keleti szomszédunk kénytelen a háború kínjaival és kihívásaival szembenézni. **Ilyen társadalmi-történelmi környezetben a hazai erőművekre való támaszkodás igénye kifejezetten megalapozott.**

¹ Eric Martinot; 2015: How is Denmark integrating and balancing renewable energy today http://www.martinot.info/Martinot_DK_Integration_Jan2015.pdf