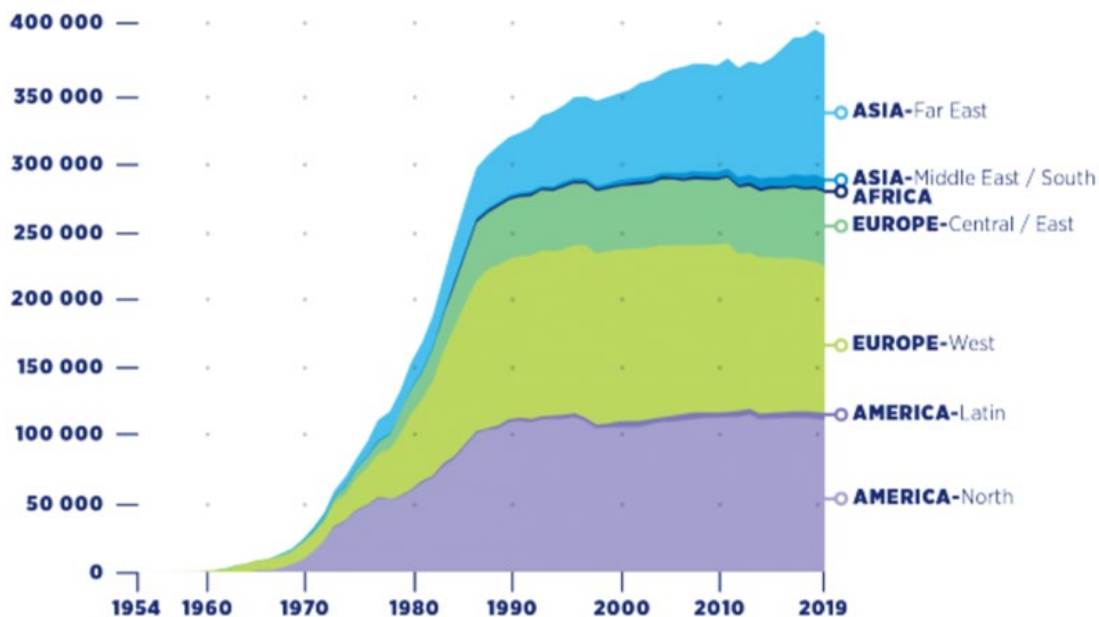


# AZ ATOMENERGIA SZEREPE A DEKARBONIZÁCIÓBAN

Gyórfi László Krisztián, Dr. Hugyecz Attila – 2020. október 15.

A nukleáris technológia polgári célú hasznosításának kezdete óta eltelt közel 70 évben az atomerőművek érdemi részesedést vívtak ki a világ villamosenergia-ellátásában. Az azóta eltelt évtizedekben **felépült összesen több, mint 600 blokk és ezek működtetése során 18 000 reaktorévnyi tapasztalat gyűlt össze.**

A beépített atomerőművi kapacitások alakulása régióként az 1950-es évektől napjainkig (MW)



Forrás: IAEA - Nuclear Power Status, 2019

A világon jelenleg 442 energetikai célú atomerőművi blokk<sup>1</sup> (összesen nagyságrendileg 392 GW beépített teljesítőképességgel) működik. Ezek a globális villamosenergia-igény több, mint 10%-át fedezik, így **a nukleáris energia világszinten a vízenergia után a második legjelentősebb karbonsemleges energiaforrás** (a vízenergia részesedése körülbelül 16%). A világon további 54 blokk létesítése zajlik, melyek összesített beépített teljesítőképessége körülbelül 57 GW.

**A világ országai közül 31 működtet atomerőművet**, ezek jellemzően Európában, Ázsiában vagy Észak-Amerikában üzemelnek. A legtöbb reaktort az USA, Franciaország, Kína, Oroszország és Japán működteti (összesen a blokkok több, mint 60%-át). Három további ország (Banglades, Fehéroroszország, Törökország) még nem rendelkezik működő atomerőművel, de a kivitelezés folyamatban van. A kereskedelmi célú reaktorok mellett a világban üzemel továbbá 220 kutatási és oktatási célú reaktor is.

**Az atomerőművek globálisan évente nagyságrendileg 2 500 TWh villanyt termelnek, mely a karbonsemleges előállított villamos energia körülbelül 30%-a.** A nukleáris energiából előállított villany az időjárásfüggő megújuló energiához hasonlóan nem jár szén-dioxid-kibocsátással. Ha figyelembe vesszük a létesítéshez és leszereléshez szükséges feladatokhoz kapcsolódó kibocsátást is (vagyis ha ún. teljes életciklus alapján vizsgáljuk a fajlagos karbonemissziót), akkor is nagyon kedvező a kép: **az ENSZ Éghajlatváltozási Kormányzási Testületének (IPCC) jelentése<sup>2</sup> szerint az atomerőművek teljes életciklusra vonatkoztatott, a megtermelt villanyra vetített (fajlagos)**

<sup>1</sup> 2020. szeptember 30-án, adatok forrása: <https://pris.iaea.org/PRIS/home.aspx>

<sup>2</sup> Climate Change 2014 Mitigation of Climate Change -IPCC

**szén-dioxid-kibocsátása lényegében megegyezik a szélenergiaéval (12 g CO<sub>2</sub>/kWh) és jóval kedvezőbb, mint a napelemeké** (háztartási méretű napelemek: 41 g CO<sub>2</sub>/kWh, hálózati méretűek: 48 g CO<sub>2</sub>/kWh)<sup>3</sup>.

#### Egyes erőművi technológiák teljes életciklusra számított fajlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátása

| Options  | Direct emissions   | Infrastructure & supply chain emissions | Biogenic CO <sub>2</sub> emissions and albedo effect | Methane emissions | Lifecycle emissions (incl. albedo effect) |
|--|--------------------|---|--|-------------------|---|
|  | Min/Median/Max     | Typical values                          |  |                   | Min/Median/Max                            |
| <b>Currently Commercially Available Technologies</b> |                    |   |  |                   |   |
| Coal—PC  | 670/760/870        | 9.6                                     | 0  | 47                | 740/820/910                               |
| Gas—Combined Cycle                                   | 350/370/490        | 1.6                                     | 0  | 91                | 410/490/650                               |
| Biomass—cofiring                                     | n.a. <sup>ii</sup> | –                                       | –  | –                 | 620/740/890 <sup>ii</sup>                 |
| Biomass—dedicated                                    | n.a. <sup>i</sup>  | 210                                     | 27   | 0                 | 130/230/420 <sup>v</sup>                  |
| Geothermal   | 0                  | 45                                      | 0  | 0                 | 6.0/38/79                                 |
| Hydropower   | 0                  | 19                                      | 0  | 88                | 1.0/24/2200                               |
| Nuclear  | 0                  | 18                                      | 0  | 0                 | 3.7/12/110                                |
| Concentrated Solar Power                             | 0                  | 29                                      | 0  | 0                 | 8.8/27/63                                 |
| Solar PV—rooftop                                     | 0                  | 42                                      | 0  | 0                 | 26/41/60                                  |
| Solar PV—utility                                     | 0                  | 66                                      | 0  | 0                 | 18/48/180                                 |
| Wind onshore   | 0                  | 15                                      | 0  | 0                 | 7.0/11/56                                 |
| Wind offshore  | 0                  | 17                                      | 0  | 0                 | 8.0/12/35                                 |
| <b>Pre-commercial Technologies</b>                   |                    |   |  |                   |   |
| CCS—Coal—Oxyfuel                                     | 14/76/110          | 17                                      | 0  | 67                | 100/160/200                               |
| CCS—Coal—PC  | 95/120/140         | 28                                      | 0  | 68                | 190/220/250                               |
| CCS—Coal—IGCC  | 100/120/150        | 9.9                                     | 0  | 62                | 170/200/230                               |
| CCS—Gas—Combined Cycle                               | 30/57/98           | 8.9                                     | 0  | 110               | 94/170/340                                |
| Ocean  | 0                  | 17                                      | 0  | 0                 | 5.6/17/28                                 |

Forrás: IPCC (2014): *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change*, p. 1335.

Nagyságrendi becslésként írjuk, hogy az ENSZ IPCC egy 2007. évi riportja<sup>4</sup> alapján elmondható az is, hogy a nukleáris energia hasznosítása évi 1,5 milliárd tonna szén-dioxid kibocsátását teszi elkerülhetővé, miközben a teljes energiaszektorhoz köthető globális CO<sub>2</sub>-kibocsátás évi 32-33 Mrd tonna körül alakul (ebbe az erőművi szektoron kívül beletartozik a közlekedés, épületfűtés stb. is).

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) adatai szerint 1971-2018 között a nukleáris energia révén összesen 74 milliárd tonna szén-dioxid-kibocsátás vált elkerülhetővé<sup>5</sup>, ami nagyságrendileg megegyezik a teljes globális villamosenergia-szektor 2013-2018 közötti kibocsátásával. **Az atomenergia erőművi felhasználásának köszönhetően tehát máig 6 teljes évnvi globális erőműparki CO<sub>2</sub>-kibocsátást takarítottunk meg.**

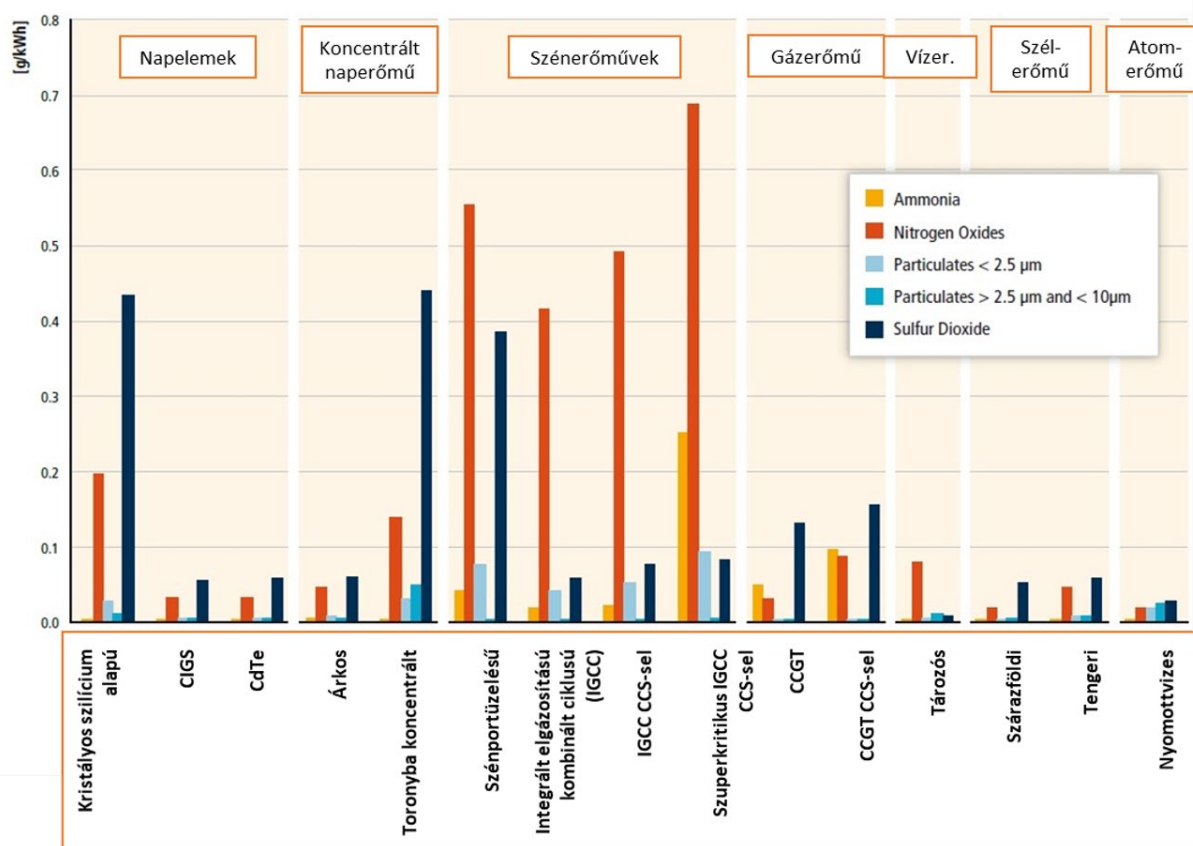
Az **életciklus alapú értékeléshez** a levegőszennyezés káros egészségügyi hatásának egyéb okozóit is érdemes erőművi technológiánkénti bontásban áttekinteni (szintén az IPCC anyagából átemelve).

<sup>3</sup> Medián értékek a táblázat utolsó oszlopából, forrás a táblázat alatt

<sup>4</sup> *Climate Change 2007 Mitigation of Climate Change - IPCC*

<sup>5</sup> *Climate Change and Nuclear Power 2020 - IAEA*

**Az egyes erőművi technológiák teljes életciklusához kapcsolódó különböző, egyéb kibocsátások az ENSZ IPCC szerint**



Forrás: IPCC (2014): *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change*, p. 548., saját fordítással módosítva

E téren is megfigyelhető a széntüzelésű erőművek hátránya, mely hátrány leginkább a nitrogén-oxidok és a kisméretű szálló por fajlagos kibocsátásában mutatkozik meg. Kissé meglepő talán a ma leginkább elterjedt polikristályos szilícium alapú napelemek teljes életciklusához tartozó, viszonylag magas nitrogén-oxid- és kén-dioxid-kibocsátás (ez egyébként a toronyba koncentrált napsugaras naperőművekre is igaz). **Az IPCC szerint ugyanakkor kiemelkedően kedvező a szél- és atomerőművek, az újabb technológiájú (CIGS és CdTe) napelemek és a vízerőművek környezeti lábnyoma.** A víz- és nyomottvízes atomerőművek kedvező értékeiben minden bizonnyal szerepet játszik az ilyen erőművek rendkívül hosszú élettartama és atomerőművek esetén azok rendkívül nagy kihasználtsága is (szinte folyamatos üzeme teljes teljesítményen).

A hosszú távú fenntarthatóság tekintetében is kedvező a helyzet: a már ismert és kitermelhető **uránkészletek** is több, mint 260 évre elegendőek. Ha ehhez hozzávesszük a fűtőanyag reprocessálásának lehetőségét, a 4. generációs szaporítóreaktorokat és a tórium alapú üzemanyagot akkor **a készletek évezredekig elegendőek lehetnek.**

Ha mindezt kiegészítjük azzal, hogy az atomerőművek időjárás alakulásától függetlenül, éjjel-nappal, szélben és szélcsendben is folyamatosan, kimagasló rendelkezésre állás mellett tudnak termelni, akkor látható, hogy óriási hátrányba kerülünk a klímaváltozás elleni harcban, ha lemondanánk a nukleáris energiáról.