



Tóth János

Bioetika – Klímaváltozás –
Klímaváltozás és energiatermelés

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával.

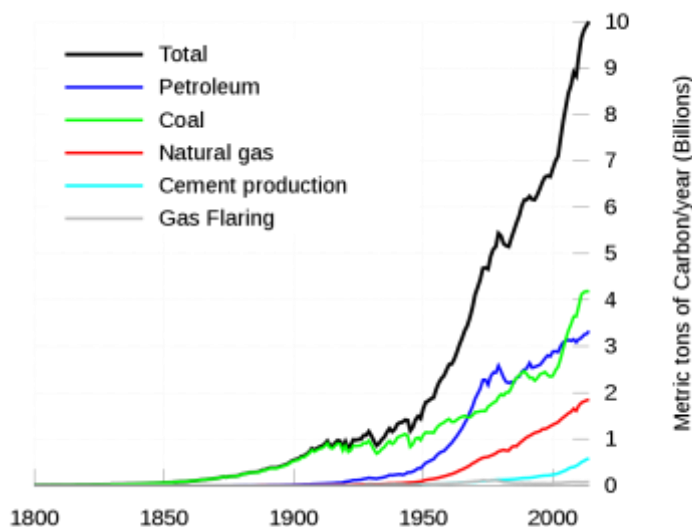
Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014

10.2 LECKE KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS ENERGIATERMELÉS

A modern ipari társadalomnak óriási energiaszükséglete van, ezért energiát kell „termelnie”; pontosabban a természetben található ún. **primer energiahordozókból** (szén, urán, napfény) könnyebben felhasználható ún. **szekunder energiahordozókat** (elektromos áram, benzin, hidrogén) kell készíteni. Korlátozzuk a figyelmünket a legfontosabb három primer energiahordozóra és a kapcsolódó környezetetiekai kérdésekre. Az energiatermelés mindhárom formájának vannak veszélyei, kockázatai és hiányosságai, ezek azonban különböző jellegűek. Amellett érvelek, hogy klímaváltozás mérséklése szempontjából a megújuló energiaforrások választása jelenti a legjobb, míg a fosszilis energiahordozók használata jelenti a legrosszabb opciót.

10.2.1 Fosszilis tüzelőanyagok

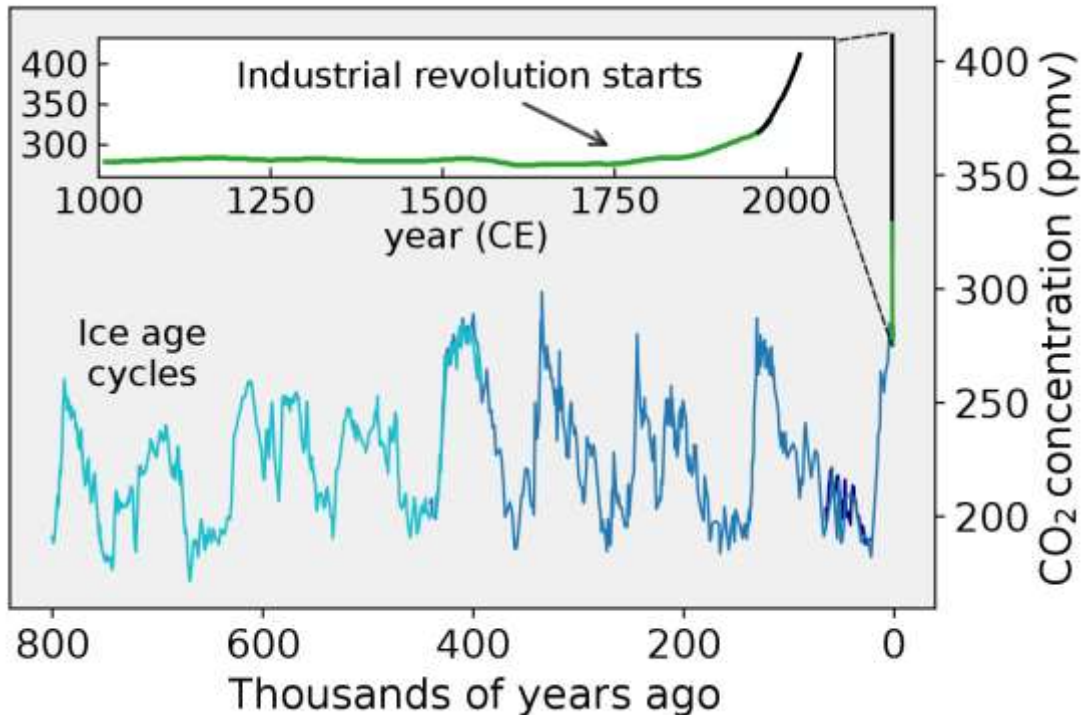
A fosszilis tüzelőanyagok (szén, olaj, földgáz) ősi növények és állatok évmilliók óta a föld mélyén rejtőző maradványaiból képződtek. A kőszén ipari méretekben kb. 400 éve, a kőolajat úgy 100 éve használjuk. **A fosszilis energiahordozóknak sok előnye van: könnyen és veszteség nélkül hordozható, lokálisan biztonságos, folyamatos energiatermelésre képes. Ezért gyorsan elterjedt a világban.**



A fosszilis tüzelőanyagok globális szén kibocsátása (metrikus tonna/év) üzemanyag típusonként 1800-2007 között.

Forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Fossil_fuel#/media/File:Global_Carbon_Emissions.svg

A fosszilis tüzelőanyagok elégetése során szén-dioxid keletkezik. A korábban kibocsátott CO₂ jelentős része még ma is a légkörben kering, ugyanis a molekula lebomlási ideje 50 és 200 év között van. **2017-ben a világ primer energiahordozójából a fosszilis tüzelőanyag 85%-ot tett ki**, s ezen belül a kőolaj 34%-ot, szén 28%-ot és földgáz 23%-ot (Wikipedia, Fossil fuel).



A szén-dioxid változása az elmúlt 800 000 évben, illetve az ipari forradalom óta. Forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Fossil_fuel#/media/File:Carbon_Dioxide_800kyr.svg

Mindazon eljárások (pl. fosszilis energiahordozók kiváltása, energiahatékonyság növelése) összessége, amelyek célja a szén-dioxid (általában szénalapú) **antropogén kibocsátásának** csökkentése mind a gazdaság, mind egyének szintjén.

A fosszilis energiahordozók egyedi és kumulatív felhasználásához kapcsolódó károk élesen eltérnek egymástól. Egy autó vagy éppen egy szénerőmű viszonylag biztonságos és az üvegházhatása sem jelentős, ugyanakkor ezeknek a globális hatása összességében az emberiség fennmaradását fenyegeti. Ezért joggal mondhatjuk, hogy **a fosszilis energiahordozók felhasználása az emberiség szempontjából – Hans Jonas**

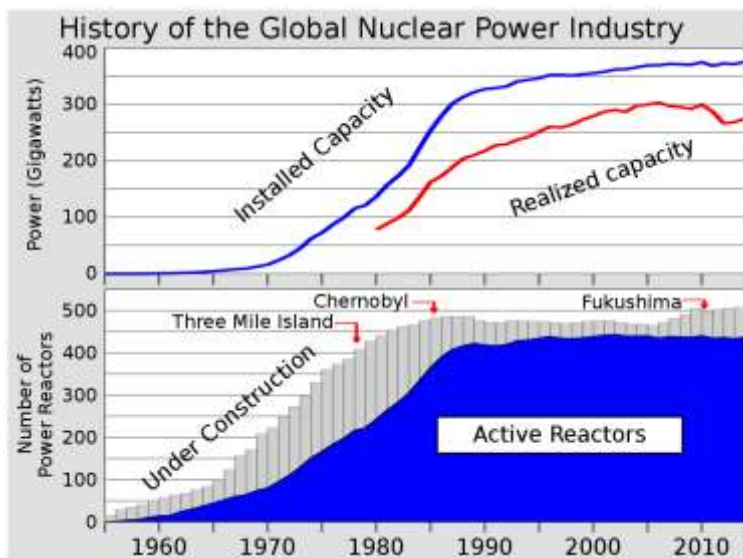
(1984 28) kifejezésével élve – a **legfőbb rosszat** (summum malum) jelenti.

Sajnos az emberek sokkal érzékenyebbek az egyedi, mint a kumulatív károkra, mivel az előbbit közvetlenül érzékelik, míg az utóbbit nem. Ezért a fosszilis tüzelőanyagokhoz egyáltalán nem kapcsolódnak olyan negatív asszociációk, mint az atomenergiához.

10.2.2 Atomenergia

Az atomenergia biztosítja a világ energiájának 6%-át, és a világ villamos energiájának 13-14%-át. Az atomenergia előnyei a következők: működése nem jár üvegházhatású gázok kibocsátásával, képes folyamatosan üzemelni, alig termel hulladékot, viszonylag kis területet igényel, működtetése olcsó és rendkívül sok villamos energiát képes termelni.

Sajnos az atomerőművek felfedezése szorosan összekapcsolódott a hadiiparral és az atombombával. Ezért az atomerőműveket a kezdetektől fogva erős gyanakvás kísérte. A *csernobili atomkatasztrófa* tovább rombolta az atomenergia hitelét a közvélemény szemében. Súlyos probléma, hogy az atomerőművekből származó radioaktív hulladék csak nagyon hosszú idő alatt bomlik le. Szintén súlyos hátránya az atomenergiának, hogy az elsődleges uránforrások már csak egy-két évtizedig elérhetők. Továbbá egy atomerőmű felépítésének, majd később a lebontásának is óriási költségei vannak. Ha a másodlagos forrásokat (pl. kiégett fűtőelemek visszadúsítása, állami tartalékok, leszerelhető atomfegyverek) is figyelembe vesszük, akkor is csak durván ötven évre elegendő urán áll rendelkezésre. Mindezen károk és kockázatok ellenére az atomenergia, ellentétben a fosszilis energiával, nem fenyegeti az emberiség fennmaradását.



Az atomenergia kapacitás fejlődése a világon.

Forrás:

https://hu.wikipedia.org/wiki/Atomenergia#/media/F%C3%A1jl:Nuclear_power_history.svg

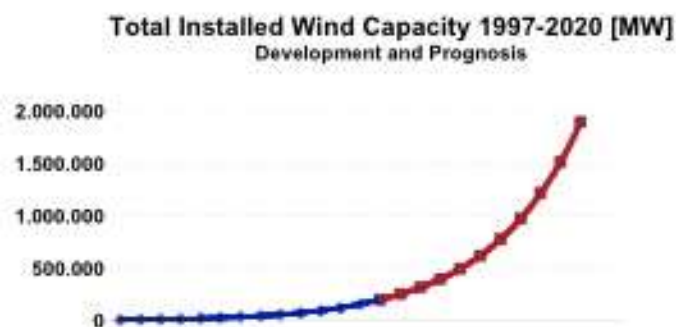
Az atomenergia tényleges (objektív) és vélt (szubjektív) kockázata, jelentős mértékben különbözik egymástól. Ebből a szempontból hasonlít a repüléshez, ami összességében biztonságos, miközben esetenként egy-egy repülőgép lezuhan és akkor néha száz ember is meghal. Ezért a közvélemény a repülést sokkal veszélyesebbnek érzi mint az autózást.

Bár súlyos atomerőmű baleset ritkán következik be, de ha bekövetkezik akkor az emberek ezreit veszélyezteti, ezért a közvélemény sokkal jobban fél az atomenergiától, mint a fosszilis energiától, noha az magának az emberiségnek a létét és jólétét fenyegeti. Úgy tűnik, hogy az átlagember nem akar különbséget tenni a két kockázat között, sőt a környezetvédők többsége sem akar a klímaváltozás valódi kockázataival szembenézni, amikor az atomenergiát rosszabb opciónak tekinti, mint a fosszilis energiahordozók használatát.

10.2.3 Megújuló erőforrások

Megújuló energiaforrások, olyan erőforrások, amelyek, pongyolán fogalmazva, sohasem merülnek ki. A legfontosabb megújuló erőforrás a nap, szél, víz, árapály és geotermikus energia, valamint a biomassza. A napenergia jelenleg a világ energiaszükségletének csak a 0,1%-át fedezi, ugyanakkor ez a szektor gyorsan fejlődik.

A megújuló energiaforrások legnagyobb előnye – a fentiekén túl –, hogy karbonmentesen működik, kivéve a biomasszát. A kivágott és elégetett fák helyére ültetett fák csak 60-90 év múlva veszik vissza a szén-dioxidot a légkörből, a klímaváltozás miatt viszont a következő évtizedekben kell lehető legkisebbre csökkenteni az emissziót.

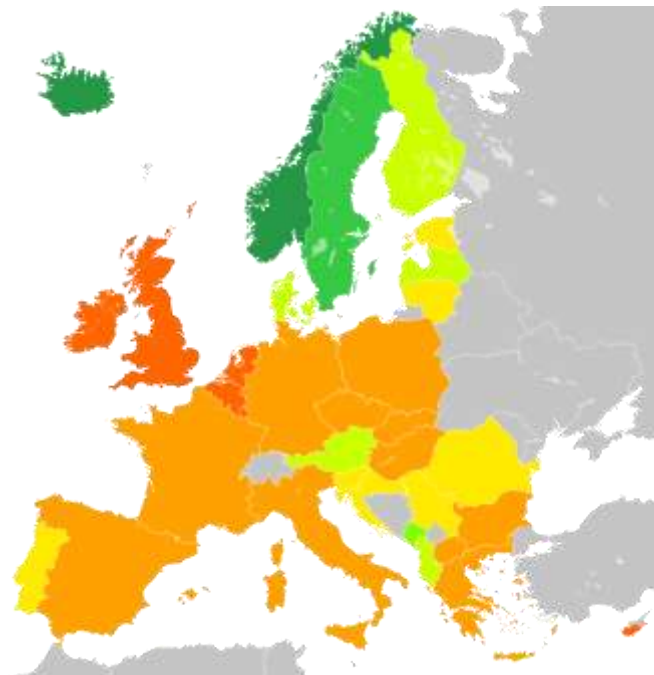


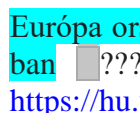
A világban telepített szélenergia kapacitás 2009-ig és előrejelzés 2020-ig. Forrás: <https://en.wikipedia.org/wiki/Low->

[carbon_economy#/media/File:Total_Installed_Wind_Capacity_1997-2020-MW.jpg](#)

A megújuló erőforrások nagy hátránya, hogy működését a napszak és az időjárás jelentősen befolyásolja, vagyis **alaperőműként** (zsinórerőműként) nem használható. Kivételt a vízenergia és az inkább lokális jelentőségű geotermikus energia jelenti. A megújuló energiaforrások koncentrációja alacsony ezért csak lokális jelentőségűek vagy nagy területet igényelnek, mint pl. a naperőmű és szél erőmű telepek. További hátrányuk, hogy a felhasználásuk a helyi adottságoktól függ. Szélcsendes területen értelmetlen szél erőműveket telepíteni.

Vannak olyan szerencsés adottságú országok (pl. Norvégia, Ausztria), amelyek megújuló energiában gazdagok és folyamatosan működtethető vízenergiával is rendelkeznek. Ezek az országok az energiatermelésüket teljes mértékben alapozhatják megújuló energiákra. A megújuló erőforrásokban szegény országoknak viszont csak a következő tényezők között választhatnak: fosszilis energia, atomenergia vagy jelentős mértékű energiaimport.



Európa országaiban a megújuló energia aránya teljes energiafelhasználásukhoz képest, 2016-ban  < 5% 5-10% 10-20% 20-30% 30-40% 40-50% 50-60% > 60%. Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/Meg%C3%BAjul%C3%B3_energiaforr%C3%A1s#/media/F%

[C3%A1jl:Europe Renewables Energy consumption 2016.svg](#)

10.2.4 Kombinált energiatermelés

2006-ban a nem-fosszilis energiahordozók aránya még a 15%-ot sem érte el, amelyből a nukleáris energia 8,5%-ot, a vízenergia 6,3 és az egyéb megújulók (nap, szél, fa stb.) 0,9%-ot tett ki (Wikipedia, Fossil fuel). A világ energia fogyasztása évenként 2,3%-kal nő, amelynek egyre nagyobb része származik megújuló erőforrásokból. **2015-ben a világ energia fogyasztásának már a 18% származott megújuló energiákból** (Renewable energy consumption 2015). A megújuló erőforrások aránya szerencsére gyorsan növekszik, azonban a fosszilis energiahordozók mennyisége is nő. Tehát ezen a téren még a fordulóponthoz sem jutottunk el, ami rendkívül elkésérítő a jövő szempontjából.



Az atomerőművek megoszlása a világban. Forrás: https://fr.wikipedia.org/wiki/Centrale_nucl%C3%A9aire#/media/Fichier:Elektrownie_atomowe_na_%C5%9Bwiecie.png

Sajnos vannak megújuló erőforrásokban szegények országok. Például Magyarország eleve nem használhat árapály erőműt, sőt a szélenergia és a vízenergia szempontjából sem jók a feltételek, ugyanis nincsenek nagy esésű folyók és a szélfolyosók is ritkák. A biomassa (pl. fa) elégetése is problematikus nemcsak a CO₂ felszabadulás, hanem a légszennyezés miatt.

A megújuló erőforrásokban szegény országok szembekerülnek azzal a társadalmi szempontból kínos döntéssel, hogy alaperőműként fosszilis vagy atomenergiát használjanak. **Az emberek az atomenergiától félnek, ugyanakkor**

csak a fosszilis energiahordozók használata fenyegeti pusztulással a civilizációnkat. Németország a fukusimai atomerőmű-baleset (2011) után politikai döntést hozott a német atomerőműveknek 2022-ig történő leállításáról és bezárásáról. Ennek a döntésnek a nem-szándokolt következménye a dekarbonizáció lelassulása. Ebből a szempontból ez egy rossz döntés volt, nem az atomerőművek, hanem a szénerőművek bezárását kellett volna felgyorsítani.

Tekintettel a klímaváltozásra és arra, hogy ez a folyamat az ember fennmaradását fenyegeti, ezért mindent meg kell tenni a dekarbonizáció érdekében, mivel jelenleg a legfőbb rosszat a fosszilis energiahordozók használata és a klímaváltozás jelenti. Ha a nemzetek olyan helyzetbe kerülnek, hogy a dekarbonizáció folyamatát csak az atomenergia segítségével tudják fenntarthatni, akkor ezt a lépést meg kell tenni. Tehát ha egy a megújuló erőforrásokban szegény nemzet esetében a fosszilis energiahordozó csak atomenergiával váltható ki, akkor ebbe az irányba kell elmozdulni, mert az emberiség fennmaradása szempontjából a fosszilis energiahordozók használata jelenti a nagyobb, és az atomenergia jelenti a kisebb rosszat. Figyelembe véve a megújuló energiák jellegét és felhasználásának alacsony arányát, ezért a dekarbonizáció végrehajtása érdekében átmenetileg az atomenergiára is támaszkodni kell.

(Tóth János, SZTE)

Kérdések

1. Mi a különbség primer és a szekunder energiahordozók között?
2. Mi a fosszilis tüzelőanyagok előnye és hátránya?
3. Mi az atomenergia előnye és hátránya?
4. Mi a megújuló energia előny és hátránya?
5. Az emberiség szempontjából melyik energiahordozó a legveszélyesebb?
6. A dekarbonizáció szempontjából az energiatermelésnek milyen kombinációi fogadhatók el?

Szakirodalom

Hans Jonas (1984): *The Imperative of Responsibility: In Search of Ethics for the Technological Age*. University of Chicago Press.

Renewable energy consumption (% of total final energy consumption; 1990-2015). The World Bank.

Tóth I. János (2020): A klímasemleges társadalom elvi kérdései. in Szécsi Gábor, Tóth I. János: *Természet és felelősség. A környezeti etika és nevelés filozófiai alapjai*. Gondolat Kiadó, Budapest, 123-144.o.

Wikipedia: Fossil fuel.