



Tóth János

Bioetika – Klímaváltozás – Természetes és antropogén klímaváltozás

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen
készült az Európai Unió támogatásával.

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

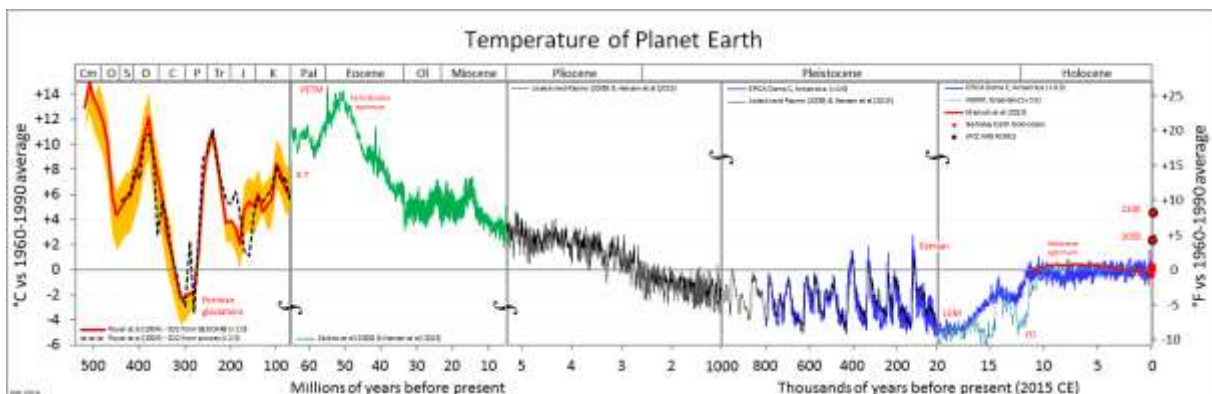
10. TÉMA KLÍMAVÁLTOZÁS

10.1. Lecke Természetes és antropogén klímaváltozás

Éghajlat, görög eredetű szóval a klíma, valamely hely időjárási viszonyainak összessége, az időjárás elemeinek hosszabb idejű ismétlődése. Klímaváltozás az éghajlat tartós és jelentős mértékű változását jelenti, helyi vagy globális szinten. Ez eredendően egy lassan, de folyamatosan zajló természeti folyamat. A Föld történetében voltak melegebb (melegházi) és hidegebb (hidegházi) időszakok, mindenféle ciklikus jelleg nélkül (Császár és mtsai 2008).

10.1.1 Klímaváltozás természeti okai

Jelentős mértékben befolyásolja a Föld klímáját a bolygó csillagászati mozgása. A Föld forgástengelyének a dőlési szöge 41 ezer éves periódussal ingadozik 21,5 és 24,5 fok között, miközben a dőlési irány is körbe fordul úgy 23 ezer évenként. Ingadozik a keringési pálya excentricitása is 92 ezer éves periódussal.



Becsült globális felszíni átlaghőmérséklet a Föld története során. Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%89ghajlat#/media/F%C3%A1jl:All_palaeotemps.png

Milanković (és **Bacsák**) elmélete a **jégkorszakok** kialakulását is ezekkel a tényezőkkel, nevezetesen a tengelyhajlás, a naptávolság és az excentricitás maximumainak egybeesésével magyarázza. Tudományos értelemben **jégkorszaknak** nevezzük a földtörténet azon időszakait, amikor állandó sarki jégtakaró van a Földön. Ennek vannak melegebb (interglaciális) és hidegebb (glaciális) időszakai. Köznapi értelemben csak az utóbbit nevezik

jégkorszaknak. Jelenlegi tudásunk szerint a Föld életében eddig legalább öt jégkorszak volt. **Jelenleg egy jégkorszak (kainozoikumi eljegesedés) melegebb szakaszában (interglaciálisban) élünk** (Wikipédia, Glaciális).

A természetes klímaváltozás szempontjából fontos tényező a **napsugárzás** intenzitásának a folyamatos növekedése. 3-4 milliárd évvel ezelőtt a Nap a jelenleg kibocsátott energiának csupán **70%-át** sugározta a Földre. Ennek nyilvánvalóan melegítő hatása van a légkörre (Wikipédia, Naptevékenység).

A klímaváltozásban szintén jelentős szerepet játszik **vulkántevékenység**, amely a légkör üvegházhatását megváltoztatva vezet klímaváltozáshoz. A Tambura 1815-ös kitörését a „nyár nélküli év” követte.

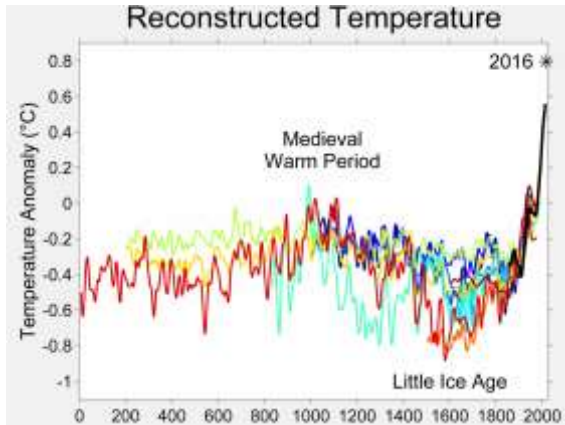
Évmilliárdokkal ezelőtt bolygónknak vastag **szén-dioxid légköre** volt, ami rendkívül erős üvegházhatást jelentett. Ugyanakkor abban az időben a napsugárzás kisebb volt. Az élet és a bioszféra kialakulásával párhuzamosan a burjánzó vegetáció folyamatosan vonta ki a légkörből a széndioxidot. A föld ősi redukáló légkörét az élet alakította át **oxidáló légköré**, azaz az élet kivonta a szenet a légkörből és így hűtötte a bolygót. Jelenleg a föld légköre csak nyomokban (0,032%) tartalmaz szén-dioxidot. Természetesen a légkörből kivont szénmennyiség nem tűnt el, hanem kőzetekben (karbonátokban), fosszilis tüzelőanyagokban halmozódott fel.

Tehát miközben nőtt a Nap ereje, folyamatosan csökkent a légkör üvegházhatása ugyanis a Gaia a fölösleges szenet a föld alá temette. A széndioxid esetleges növekedésére – például egy vulkánkitörés eredményeképpen – Gaia dús vegetációval válaszol, s így képes kivonni a széndioxidot a légkörből. Tehát az intakt és erős Gaia képes alacsony szinten tartani az atmoszféra széndioxid tartalmát. Ezért a globális felmelegedéssel szembeni küzdelemnek fontos része az ökoszisztéma, erdő, talaj, mint **természetes szennyelő** megőrzése és megerősítése.

10.1.2 Antropogén klímaváltozás

Az ember sokáig nem gyakorolt lényeges hatást a klímára, miközben a természetes klímaváltozás jelentős hatást gyakorolt az emberiség történetére így pl. az utóbbi tízezer év stabil klímája tette lehetővé a mezőgazdaság kialakulását.

Az ipari forradalommal azonban megváltozott a helyzet, kialakult a fosszilis energiahordozók elégetésére épülő civilizáció először Angliában később az egész Földön. 1751 óta hozzávetőlegesen 375 milliárd tonna szén került a légkörbe; ennek a fele az 1980-as évek közepe óta.



A Föld elmúlt két évezredének globális átlaghőmérsékleteit ábrázoló grafikon. Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%89ghajlatv%C3%A1ltoz%C3%A1s#/media/F%C3%A1jl:2000_Year_Temperature_Comparison.png

A légkör széndioxid tartalma az ipari forradalom kezdete óta 0,028 %-ról (280 ppm-ről) 0,04% (400 ppm) fölé emelkedett (Wikipedia, Greenhouse gas). Az Egyesült Államok Nemzeti Óceán- és Légkörkutató Intézete szerint az üvegházhatást okozó gázindex 41%-ot emelkedett 1990 óta. „Az éghajlati rendszer működésében meghatározó szerepe van a szenciklusnak. Az *atmoszférában* kb. 765 Mrd tonna szén van CO₂ formájában, s ez a mennyiség évente 3 Mrd tonnával nő. ... A növekedést alapvetően az emberi tevékenységek okozzák: ezek közül is meghatározó a *fosszilis tüzelőanyagokban megkötött szén felszabadítása az energiatermelés során.*” (Faragó és Kerényi 2003 10, kiemelés a szerzőktől).

A fentiekén túl az emberi közösségek elfoglalják a szárazföldeket és így megakadályozzák a vegetáció burjánzását, ami képes lenne csökkenteni a légkör széndioxid szintjét. Harmadrészt a lebetonozott városok lokális hőszigeteket képeznek, ahol esetenként 4-5 fokkal is melegebb van, mint vidéken.

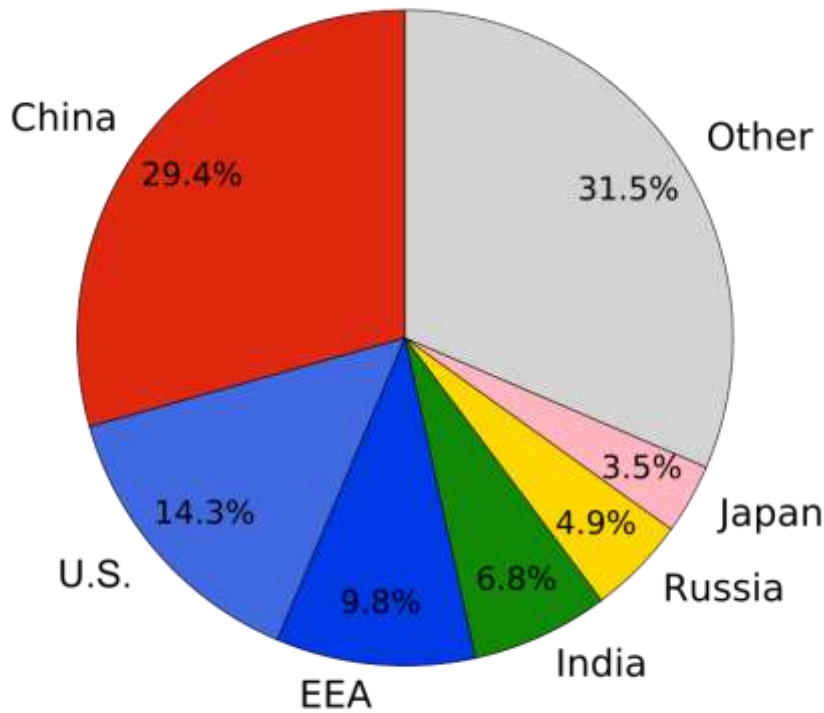
A szakemberek döntő többsége szerint mindezek a hatások vezetnek a Föld klímájának antropogén eredetű emelkedéséhez. Az *Éghajlat-változási Kormányközi Testület* (IPCC) szerint a 20. században a Föld átlaghőmérséklete úgy 0,7 °C-kal nőtt. **2016-ban az átlaghőmérséklet már 1,3 °C-kal volt magasabb, mint 1880-ban.** Az ipari forradalom óta az öt legmelegebb év 2010 után volt.

James Lovelock (1990) szerint a klímaváltozással kapcsolatban *a legrosszabb forgatókönyv* a következő. Az emelkedő hőmérséklet miatt egyre több jég olvad el a sarkokon, vagyis egyre több víz és jéggel nem borított szárazföld keletkezik. Mivel a víz és a szárazföld jobban elnyeli a napfényt, mint a jég mindez további hőmérsékletemelkedést jelent, ami miatt még több jég olvad meg, a tengerszint pedig tovább emelkedik.

Az erdők kivágása tovább rontja a helyzetet, hiszen az élővilágban tárolt szén háromnegyede az erdőkben van lekötve. Az északon található örökké fagyott területek teljesen felolvadnak, ami miatt jelentős mennyiségű metán szabadul fel, ami csaknem húszszor

erősebb üvegházgáz, mint a szén-dioxid (Faragó és Kerényi 2003).

Egy intakt bioszférában ezeket az öngerjesztő (pozitív) körfolyamatokat folyamatokat negatív visszacsatolások ellensúlyozzák. Egy bizonyos ponton azonban a szabályozórendszer összeomlik és új egyensúly áll be: az éghajlat melegebbre vált, ahogy ez már a múltban is számos alkalommal megtörtént. Ez nem jelenti a bioszféra végét, de annak a klímának igen, amihez hozzá szoktunk (Bíró 2014).



A világ széndioxid kibocsátása.

Forrás:

https://hu.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1rizsi_%C3%A9ghajlatv%C3%A9delmi_egyezm%C3%A9ny#/media/F%C3%A1jl:CO2_emission_pie_chart.svg

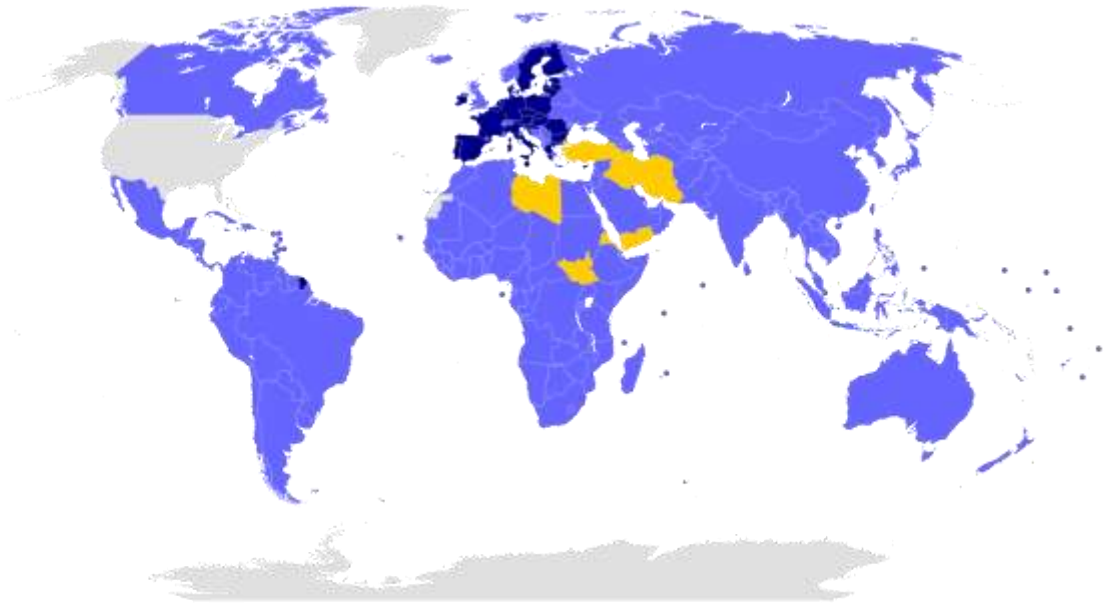
10.1.3 Párizsi klímaegyezmény

A párizsi klímaegyezmény szerint a Föld felmelegedését 1,5 fokban kell korlátozni. Itt jegyzem meg, hogy 2016 első félévében az átlaghőmérséklet 1,3 °C-kal volt magasabbak az 1880-as átlagnál. Tehát már majdnem elértük a párizsi egyezmény által megjelölt maximális emelkedést.

Ennek érdekében 2030-ig 55%-kal, majd az évszázad közepére nullára kell csökkenteni a klímagyilkos kibocsátásokat. Az újabb tudományos eredmények szerint a 1,5 foknál magasabb hőmérséklet-emelkedés csak úgy kerülhető el, ha az üvegházhatású gázok kibocsátása tíz éven belül megszűnik, azaz a fosszilis energiahordozók felhasználását azonnal be kell szüntetni. Sőt vannak olyan elemzések, amelyek szerint még ha az államok betartják a párizsi egyezményben vállalt kötelezettségeiket, a hőmérséklet az évszázad végére 3,5 fokkal fog nőni, ha pedig az államok nem tudják betartani ezeket a vállalásokat, akkor ennél jóval magasabb emelkedés várható. Itt jegyzem meg, hogy az egyezményt államok írták alá, nagyon sok olyan multinacionális vállalat létezik, amelynek kibocsátása nagyon jelentős, miközben ők nem tettek vállalásokat.

Tehát a helyzet rendkívül válságos: a globális klímaváltozás már régóta nem csak a jegesmedvékről, hanem az emberről szól. Ebben a vész helyzetben azonnal prioritást kell kapnia a karbonmentes energiatermelésnek és életformának. Gazdasági szempontból ez azt jelenti, hogy a jelenleg létező lineáris gazdasági folyamatokról át kell térni a zárt láncú gazdaságra (closed loop economy) vagy a körkörös gazdaságra (circular economy).

Dekarbonizációnak nevezzük a karbonmentes gazdasághoz vezető folyamatot. Tehát dekarbonizáció 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 globális gazdaság szén-dioxid-intenzitása 2018-ban 1,6%-kal csökkent – ez kevesebb mint fele a párizsi megállapodásban kitűzött dekarbonizációs rátának (3,3%) – és ha ez az ütem folytatódik, az országok nem lesznek képesek elérni a megállapodásban vállalt célkitűzéseiket, sem pedig a Párizsban elfogadott, ennél ambiciózusabb globális célt, azaz a felmelegedés jóval 2°C alatt tartását.” (PWC, 2019)



Párizsi éghajlatvédelmi egyezmény (2015): [tagok](#), [tagok az EU-ból](#), [aláírók](#). Forrás: https://hu.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1rizsi_%C3%A9ghajlatv%C3%A9delmi_egyezm%C3%A9ny#/media/F%C3%A1jl:ParisAgreement.svg

(Tóth János, SZTE)

Kérdések

1. Mit értünk a klíma fogalma alatt?
2. Mit értünk jégkorszak fogalma alatt?
3. Milyen tényezők befolyásolják a klíma természetes változását?
4. Mit jelent az antropogén klímaváltozás fogalma?
5. A klímaváltozással kapcsolatban mi a legrosszabb forgatókönyv?
6. Mit jelent a dekarbonizáció fogalma?
7. Miről szól a párizsi klímaegyezmény?
8. Mit jelent a zárt láncú gazdaság?

Szakirodalom

Bíró, Csaba (2014): Gaia-elmélet, földanya-elmélet – James Lovelock. *delikronika.hu* 2014.02.16

Császár, Géza, Haás János, Nádor Anamára (2008): A földtörténet klímaváltozásai és azok tanulságai. *Magyar Tudomány*. 2008/06 663.o.

Faragó, Tibor és Kerényi, Attila (2003): *Nemzetközi együttműködés az éghajlatváltozás veszélyeinek, az üvegházhatású gázok kibocsátásának*



csökkentésére. Budapest-Debrecen, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium és Debreceni Egyetem.

PWC (2019): Kevesebb mint a kitűzött cél felével csökkent a széndioxid-intenzitás. pwc, Október 31, 2019. <https://www.pwc.com/hu/hu/sajtoszoba/2019/megtorpanni-latszik-a-globalis-dekarbonizacio.html>

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: Glaciális, Greenhouse gas, Naptevékenység, Párizsi éghajlatvédelmi egyezmény.