

# A klímaváltozásról

Náray-Szabó Gábor

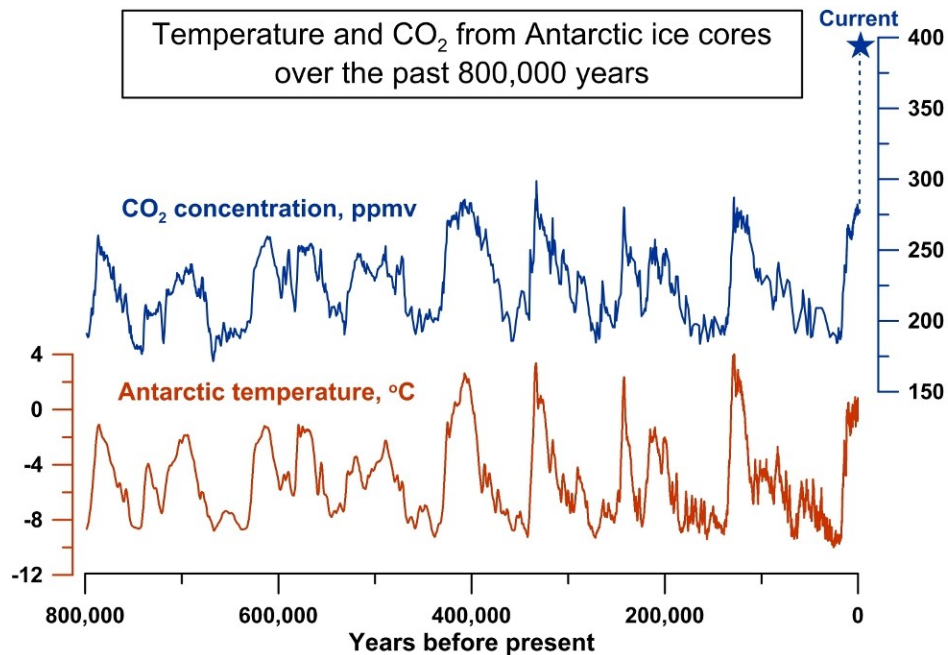
naraysza@chem.elte.hu

Beérkezett: 2017. június 14.; elfogadva: 2017. június 21.

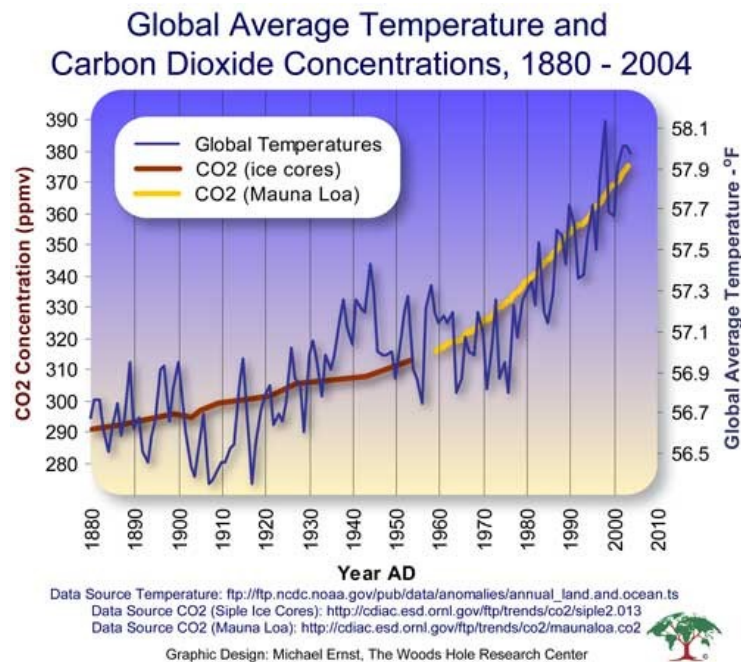
Nemrégiben Szarka László (2017) érdekes cikket írt a klímaváltozás egyesek szerint eltúlzott veszélyeiről, melyek elsősorban fölénytel uralják a főáramú médiát. Bár alapvető megállapításával egyetérttek, a probléma gyökere szerintem is a túlzott anyagi fogyasztásban rejlik, több szempontból kiegészíteném, illetve árnyalnám a képet.

A klímaváltozás tényét ma már szinte senki sem vonja kétségbe. Nem is nagyon kell érvelni egy esetleges vitában, mert naponta kapunk hírt a világ minden tájáról, így közvetlen környezetünkben is eddig nem tapasztalt időjárási anomáliákról. Elég arra emlékeztetni, hogy 2015 nyarán több alkalommal, hosszantartó hőségriadók léptek érvénybe hazánkban, az augusztusi nem kevesebb, mint 11 napig tartott (OMSZ, 2016). Ilyenre még nem volt példa, mióta rendszeresen rögzítik az időjárási adatokat. Folyamatosan érkeznek a hírek a gleccserek olvadásáról (Greenfo, 2015), az Antarktiszról leszakadó hatalmas jégtömbökről (Ecolounge, 2017), soha nem tapasztalt erősségű hurrikánokról (Erdekesvilag, 2017) és özvívízszerű esőzésekről (HVG, 2017). Nagyobb a vita arról, mi okozza ezt az egyre súlyosabb következményekkel járó jelenséget.

A Föld történetében mindig is volt felmelegedés, ahogyan lehűlés is, azonban a hideg és meleg időszakok több tízezer évenként követték egymást (NASA, 2017). A modern idők globális felmelegedése viszont alig száz év alatt következett be, ez egymagában is feltűnő. Kétségtelen ugyanakkor, hogy az ókor óta több rövid időtartamú felmelegedési és lehűlési időszak is volt Európában. Leghíresebb a „kis jégkorszak”, amely a XVI-XVII. században tetőzött, de valószínű, hogy ez nem terjedt ki a glóbusz egészére, és az északi félteke fölötti légáramlás változásával magyarázható (Oosthoek, 2015). A szakemberek döntő többsége szerint a globális klímaváltozás oka a gazdasági tevékenység erőteljes növekedése, ami növekvő mennyiségű energia felhasználásával és szén-dioxid kibocsátásával jár. Sajnos a kibocsátás legfeljebb hosszú távon és nehezen csökkenthető, mert az emberiség fosszilis forrásokból, szénből, kőolajból és földgázból teremti elő egyre növekvő energiaszükségletének döntő hányadát, más forrásokból az elhasznált energia csupán kevesebb, mint 15 %-a származik (Szarka, 2017). A legtöbb szakértő szerint a légkörben feldúsult szén-dioxid okozhatja az üvegházhatást és a melegedést. Ennek a feltételezésnek az alátámasztására számos érvet hoztak már fel, a legegyszerűbbek azok a grafikonok, melyek bemutatják, hogy a légkör szén-dioxid tartalma és a Föld felszíni hőmérséklete párhuzamosan változik (1. ábra). Ez ugyan okozatiságot nem bizonyít, sőt, a lassú felmelegedés hőmérsékleti csúcsai több esetben szisztematikusan megelőzik a szén-dioxid-tartalom növekedését, ami fordított okozatiságra utal. A modern kori felmelegedés esetében azonban ilyen összefüggés nem tapasztalható (2. ábra). További erős érv az, hogy a szén-dioxid által okozott üvegházhatás tudományos szempontból jól alátámasztott hipotézis, mely több mint száz éves (l. pl. Graham, 2000).

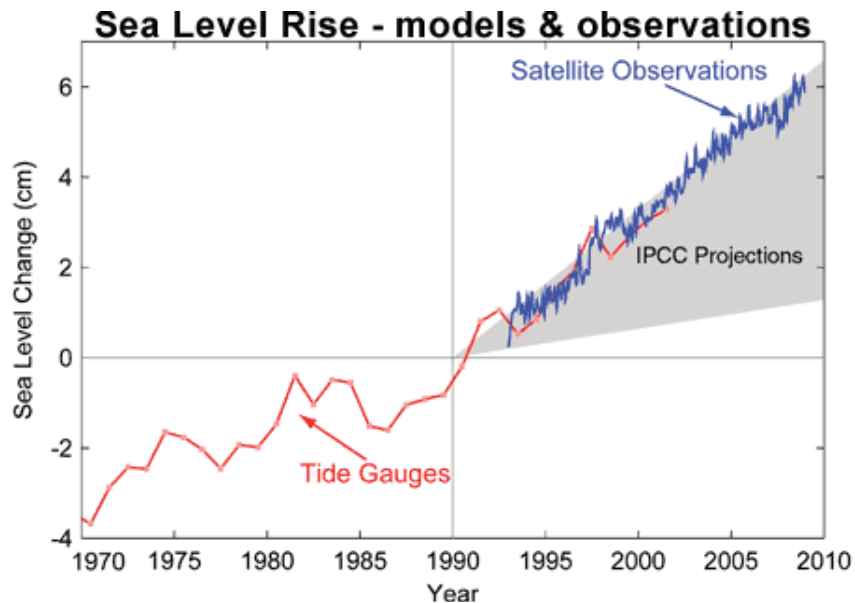


1. ábra. Az Antarktisz felszíni hőmérsékletének és a légkör szén-dioxid koncentrációjának változása az elmúlt 800 ezer évben (ScepticalScience, 2016). A hőmérsékleti csúcsok a 400 és 100 ezer év közé eső periódusban megelőzik a szén-dioxid koncentráció csúcsait.



2. ábra. A Föld átlaghőmérséklete és a légkör szén-dioxid-koncentrációja az elmúlt 130 évben (Burn, 2012). Az 1900–1920, valamint az 1970–1980 közé eső hidegebb periódusokat követően is nőtt a szén-dioxid koncentráció.

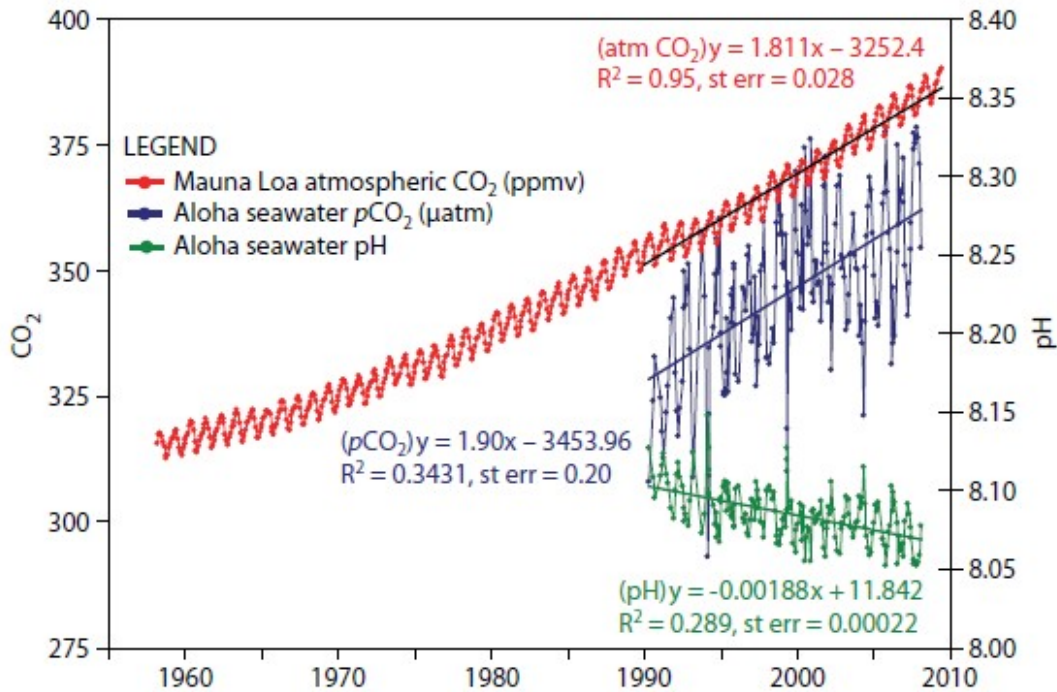
Ma már számos módszer létezik, mely alkalmas az időjárási jelenségek megbízható előrejelzésére. Egy példa az ENSZ szakosított szervezete, az Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) által készített becslés a tengerszint emelkedésére (3. ábra). Hasonló sikeres modellek léteznek a Föld felszíni hőmérséklet-változásának leírására is. Ezek fontos jellemzője, hogy jó becslést adnak akkor, ha figyelembe veszik az üvegházhatású gázok (szén-dioxid, metán, nitrogén-oxidok) koncentrációjának növekedését a légkörben, rossz eredmény adódik azonban akkor, ha ezt figyelmen kívül hagyják. Ellenérveket is megfogalmaztak, melyek a következők (Lovas, 2012): 1. Az IPCC érvei olyan modellen alapulnak, amelyben legalább egy vitatható elem van: a levegő szén-dioxid-tartalmának hatását a melegebb levegőben megnövekedő vízpáratartalom egy tényekkel nem kellően alátámasztott faktorról erősíti. Az üvegházhatást ugyanis legnagyobb részben a vízpára okozza, a szén-dioxid legfeljebb erősíti. A vízpára képes kicsapódni, de nem tudjuk, hogy milyen mértékben, ilyenkor hatása a szén-dioxidéval ellentétes. 2. Az IPCC által használt modell a történelem jól ismert korábbi éghajlatváltozásaira nem ad magyarázatot (1. fejelet). 3. A földtörténet során az átlaghőmérséklet valóban párhuzamosan változott a szén-dioxid-tartalommal, de az utóbbi változása nem megelőzte, hanem szisztematikusan követte a hőmérsékletét, ami fordított okozatiságra utal (1. fejelet). 4. Az IPCC nem magyarázza meg az óceánok hőmérsékleti ingadozásának gyakran egymással ellentétes fázisát, pedig a Föld átlaghőmérsékletének változási mechanizmusában az óceánok szerepe döntő lehet. 5. A léghőmérsékletet befolyásolja a csapadékképződés, azt pedig a levegő ionizáltsága. A hőmérsékleti ciklusokban ezért bizonyosan szerepet játszik a levegőnek a kozmikus sugárzás okozta ionizációja, amelyet pedig nagyobb részben a csaknem periodikus naptevékenység szabályoz. Az IPCC modellje erről nem ad számot.



3. ábra. A tengerszint-emelkedés jóslat (szürke árnyékolással) és ténylegesen mért (piros és kék vonal) értékeinek összehasonlítása (IPCC, 2017).

Vitatkozhatunk az üvegházhatás eredetéről, egy állítás azonban nehezen vitatható: az ipari forradalom kezdete óta, a fosszilis energiaforrások felhasználása révén óriási tömegű szén-dioxid került a légkörbe, ami korábban nem volt ott. Ennek egy részét a Föld felszíne megköti, ami a klímaváltozástól függetlenül önmagában is nagy veszélyt jelent. Az óceánok ugyanis elnyelik a gázt, mely a vízben feloldódva annak savanyodását idézi elő (4. ábra). Ez pedig súlyos veszélyt jelent a mészkőváz

élőlények, például a korallok számára, és máris megfigyelhetők a romlás jelei. A korallok ötszáz millió embernek biztosítanak táplálékot, károsodásuk súlyos következményekkel, éhínséggel, megnövekedett migrációval járhat.



4. ábra. Az óceánokban oldott szén-dioxid koncentráció és a pH változása az elmúlt ötven évben (Sceptical Science (2015a).

Miután az üvegházhatás tényének elfogadása igen jelentős érdekeket (elsősorban hatalmas fosszilisenergia-lobbi, de általában fogyasztói érdekeket) sért, érthető, hogy minden erővel igyekeznek hitelteleníteni a tudományos megnyilvánulásokat. Az is igaz, hogy a zöldenergia-lobbi egyre erősödik, különösen a sajtóban. A klímaváltozással kapcsolatos kétségek bizonyára kapcsolatosak a nemzetközi, sokszor radikális, liberális zöld mozgalmakkal szemben széles körben érzett ellenszennvel, mert ezek mintha nem is elsősorban a környezet megóvását, sokkal inkább a fennálló társadalmi rend felbomlasztását tűznék ki célul. Erősen hat az érzelmi tényező, előkerülnek az összeesküvés-elméletek, melyek szerint pl. az IPCC folyamatosan hamis jelentéseket tesz közzé. Nehéz ezt elhinni, mert működik a tudomány belső ellenőrzési rendszere. Ha tehát egy vagy több kutató erős érveket hoz fel az üvegházhatás elméletének cáfolatára, biztosan jelentős figyelmet kap és előbb-utóbb az igazság napfényre jut.

Tudományosan megalapozott érvek egész rendszere áll rendelkezésre annak alátámasztására, hogy globálisan csökkenteni kell az üvegházhatású gázok kibocsátását. Ahogy Szarka László írja: „A közvetlen ok: az ipari forradalom óta folyamatosan növekvő energiafelhasználás, a következmény pedig a teljes tönkretétel felé vezető globális környezetváltozás (Global Environmental Change, GEC). Az éghajlatváltozás a GEC része, az ún. „globális felmelegedés” pedig a rákbeteg lehetséges láztünete.” Ha más nem, az elővigyázatosság elve inti a kormányokat a probléma kezelésére. Eszerint kockázat esetén megelőző jellegű döntéshozatallal kell biztosítani a környezet magas szintű védelmét (EurLex, 2016). Ha

ugyanis mindenáron bizonyítékok sorára várunk, mielőtt cselekszünk, elkészünk a szükséges intézkedésekkel. Sem a világgazdaság urai, sem az utca embere nem érdekelt az energiafelhasználás – vagyis az anyagi fogyasztás – csökkentésében, mert ez a gazdasági növekedés lassulásához, előbb-utóbb a leállásához vezetne, ugyanakkor egy-egy személy hatása a globális éghajlatra infinitezimális. Hiába határozza el tehát valaki, hogy kevesebbet fogyaszt, ha nem követik ebben tömegek, semmi eredményre sem számíthat, így hamar elmegy a kedve a takarékoskodástól. Ha nincs növekedés, nincs beruházás, nincs profit, ez pedig a kapitalizmus szabályai szerint előbb-utóbb a főáramú gazdaság összeomlásához vezet. Nem meglepő tehát, hogy annyira szorgalmazzák az alternatív energiaforrások felkutatását, melyek kiaknázásával az emberiség mentesülhet a káros kibocsátástól. Anyagi fogyasztását egy-két elhivatott értelmiségit leszámítva senki – még a leggazdagabb ember sem – hajlandó korlátozni, ezért megjósolható a globális katasztrófa, melynek előjelei már ma is észlelhetők. A Föld egyes régiói nem képesek egyre több embert eltartani, ezért az afrikai Szahel-övezetből, a Közel-Keletről és Bangladesből megindult az elvándorlás. Az ENSZ adatai szerint a migránsok – akik nem abban az országban élnek, ahol születtek – száma 2015-ben elérte a 244 milliót, ez több mint 40%-os növekedés az ezredfordulóhoz képest (UN, 2016). A migránsok legnagyobb része megmarad a kiindulási régióban, de több milliónyian igyekeznek a gazdag Nyugatra, mely nem képes őket integrálni. Rontják a helyzetet a regionális háborúk, melyek kikényszerítik és gyorsítják a menekülést. Bár az a véleményem, hogy a legnagyobb veszélyt a túlzott szén-dioxid-kibocsátás jelenti, egyetérték Szarka Lászlóval, hogy ez csak tünet. A probléma gyökere a túlzott fogyasztás, ezt kell visszafogni.

## **Köszönetnyilvánítás**

Ezúton mondok köszönetet Lovas Rezsőnek a kéziratához fűzött értékes megjegyzéseiért.

## **Hivatkozások**

- Burn. An Energy Journal (2012). <http://burnanenergyjournal.com/tag/climate-change/>
- Ecolounge (2017). <http://ecolounge.hu/nagyvilag/hatalmas-jeghegy-keszul-levalni-az-antarktisz-felszigetrol>
- Erdekesvilag (2017). <http://www.erdekesvilag.hu/az-elmult-evek-15-legpusztitobb-es-legkoltsegesebb-hurrikanja/>
- EurLex (2016). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=LEGISSUM:I32042>
- Graham, S. (2000). <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/Arrhenius/>
- Greenfo (2015). <http://greenfo.hu/hirek/2015/08/05/aggasztoan-gyorsul-a-gleccserek-olvadasa>
- HVG (2017). <http://hvg.hu/cimke/felh%C5%91szakad%C3%A1s>
- IPCC (2017). <https://www.ipcc.ch/>
- Lovas R. (szerk.) (2012) Áttekintés Magyarország energiastratégiájáról, MTA Köztestületi Stratégiai Programok, Budapest, 11. old. [http://old.mta.hu/data/cikk/13/1/23/cikk\\_130123/Energia\\_javitott.pdf](http://old.mta.hu/data/cikk/13/1/23/cikk_130123/Energia_javitott.pdf)
- NASA (2017). <https://climate.nasa.gov/evidence/>
- OMSZ (2016). [http://www.met.hu/omsz/OMSZ\\_hirek/index.php?id=1523](http://www.met.hu/omsz/OMSZ_hirek/index.php?id=1523)
- Oosthoek (2015). <https://www.eh-resources.org/little-ice-age/>
- Sceptical Science (2015a). <https://skepticalscience.com/ocean-acidification-global-warming-intermediate.htm>
- ScepticalScience (2015b). <https://www.skepticalscience.com/climate-models.htm>
- ScepticalScience (2016). <https://skepticalscience.com/argument.php?a=7&p=11>

Szarka L. (2017). Magyar Tudomány <http://www.matud.iif.hu/2017/06/07.htm>

UN (2016). <http://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2016/01/244-million-international-migrants-living-abroad-worldwide-new-un-statistics-reveal/>