

Alapvető tények a jelenlegi felmelegedésről

>> Háttéranyag az ábráshoz

Az alábbiakban olyan ábrákat mutatunk be, amelyek egyértelműen megmutatják, hogy a Föld nagyon gyorsan melegedett az elmúlt évtizedekben, és hogy ennek a melegedésnek a fő oka az ember.

Az ábrák eredeti vagy közvetett forrásai az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) klímajelentései, amelyek közül a legutóbbi ismét aláhúzta azt a tudományos tényét, hogy az emberi tevékenységből származó üvegházgázok kibocsátása miatt melegszik a Föld, és lesz egyre szélsőségesebb az időjárás.

Az IPCC legutóbbi, hatodik értékelő jelentése (Sixth Assessment Report) a klíma- és társtudományok jelenlegi állását összegzi több tízezer tudományos cikk áttekintésével és több ezer szakértő részvételével.

A jelentés így az éghajlat-változásra vonatkozó tudományos konszenzus és a világ legjobb elérhető tudományos ismeretanyaga a témában.

A jelenleg zajló, évezredek óta példátlan mértékű klímaváltozás globális, gyors, és erősödik.

Ha nem történik azonnali és nagyarányú csökkentés az üvegházhatású gázok kibocsátásában, nem tudjuk 1,5 Celsius-fok alatt tartani a felmelegedést az ipari forradalom előtti időkhöz képest.

1,5 Celsius-fok



A klímaváltozás ma már a Föld minden területét érinti, és egyes földi folyamatokat már nem lehet visszafordítani. Ugyanakkor reményre ad okot, hogy a felmelegedés mérséklésével néhány változás lelassítható, mások pedig leállíthatók.

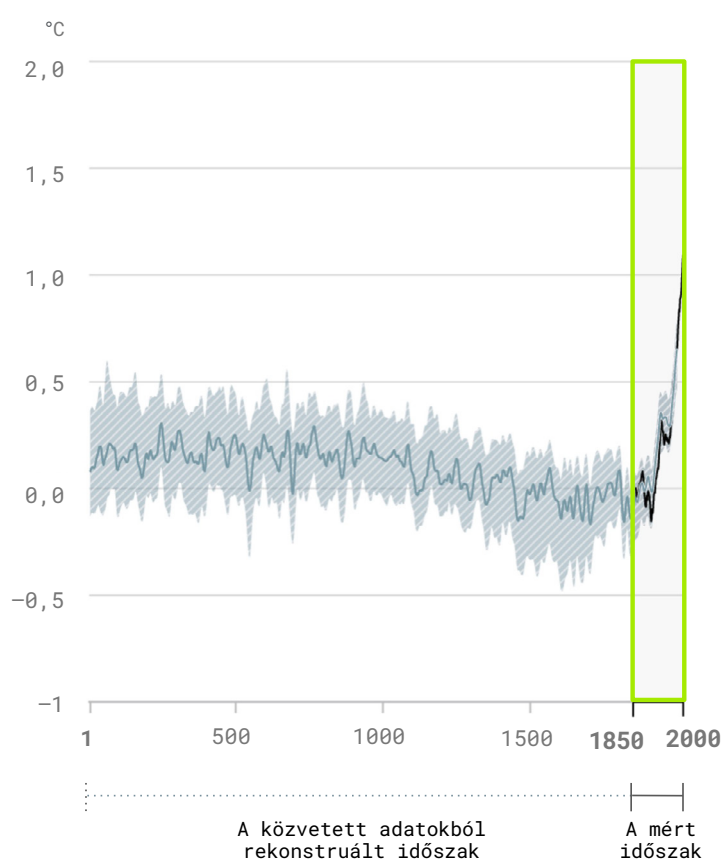
Ehhez a fogyasztási szokásaink olyan alapvető megváltoztatására van szükség, amelynek eredményeként azonnal és drasztikusan visszafogjuk az üvegházhatású gázok kibocsátását.

A Föld nagyon gyorsan melegedett az elmúlt évtizedekben

Az ábrán a globális felszíni átlaghőmérséklet változása látható az elmúlt 2000 évben, az 1850–1900 közötti, ún. referencia-időszakhoz viszonyítva.

Az 1850 körül kezdődött műszeres mérések adatai, valamint a korábbi időszakból származó közvetett adatok (például tavi üledékrétegek, jégfuratok elemzéséből) egyértelműen jelzik az utóbbi évtizedek melegedésének rendkívüli gyorsaságát.

Forrás: IPCC, Sixth Assessment Report – Climate Change 2021: The Physical Science Basis
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>



A műszeres mérések és a paleoklimatológiai módszerekkel rekonstruált adatok együttese egyértelműen jelzi az utóbbi évtizedek melegedésének rendkívüli gyorsaságát.

A műszeres mérések – különösen a második világháború után – már a teljes Földet lefedik, így a globális átlaghőmérséklet változása jól számítható. A különféle közvetett információk (pl. a fák évgyűrűinek, tavi üledékrétegeknek, jégfuratoknak az elemzéséből) sokkal egyenlőtlenebb térbeli eloszlással állnak rendelkezésre (és az egyes leletek által reprezentált időszak is sokféle, rendszerint nem is évezredekkel jelent), ezért a műszeres mérésekhez viszonyítva csak nagyobb bizonytalansággal adhatók

meg a globális átlaghőmérséklet változásai (ezt jelzi a grafikonon a szürke sáv).

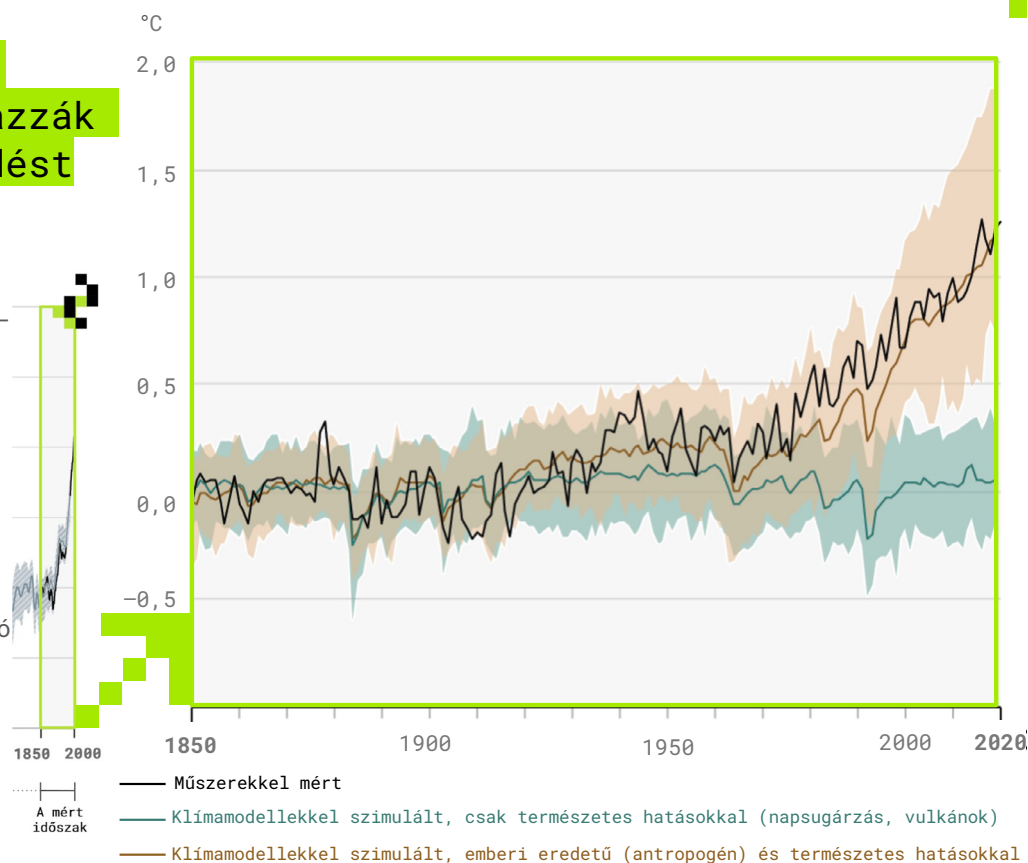
Eredeti forrás: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-1>

A természetes hatások önmagukban nem magyarázzák a jelenlegi felmelegedést

A műszeres mérésekből látható felmelegedést csak úgy lehet magyarázni a földi éghajlat változásait szimuláló klímamodellekkel, ha azokban az emberi tevékenység hatását is figyelembe vesszük.

A természetes hatások (a napsugárzás változásai, vulkánok) ezt a már 1 Celsius-fokot meghaladó mértékű melegedést önmagukban nem igazolják.

Forrás: IPCC, Sixth Assessment Report – Climate Change 2021: The Physical Science Basis
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>



Az ipari forradalom utáni időszak melegedésének magyarázatát úgy keressük, hogy a globális klímamodelleket különféle feltételek mellett futtatjuk. Az egyik lehetőség, hogy csak a természetes tényezőket – a napsugárzás változásait és a vulkáni tevékenységet – vesszük figyelembe (ez a diagramon zöld színnel jelenik meg). A másik lehetőség, hogy e természetes tényezők mellett az antropogén hatást – vagyis az üvegházhatású gázok koncentrációjának mért növekedését – is figyelembe vesszük (ezt jelzi a barna szín). Mivel több modellszimulációt is végeztek, a modellek közötti különbség kisebb bizonytalanságot eredményez (ezt színes sávok jelenítik meg a diagramon).

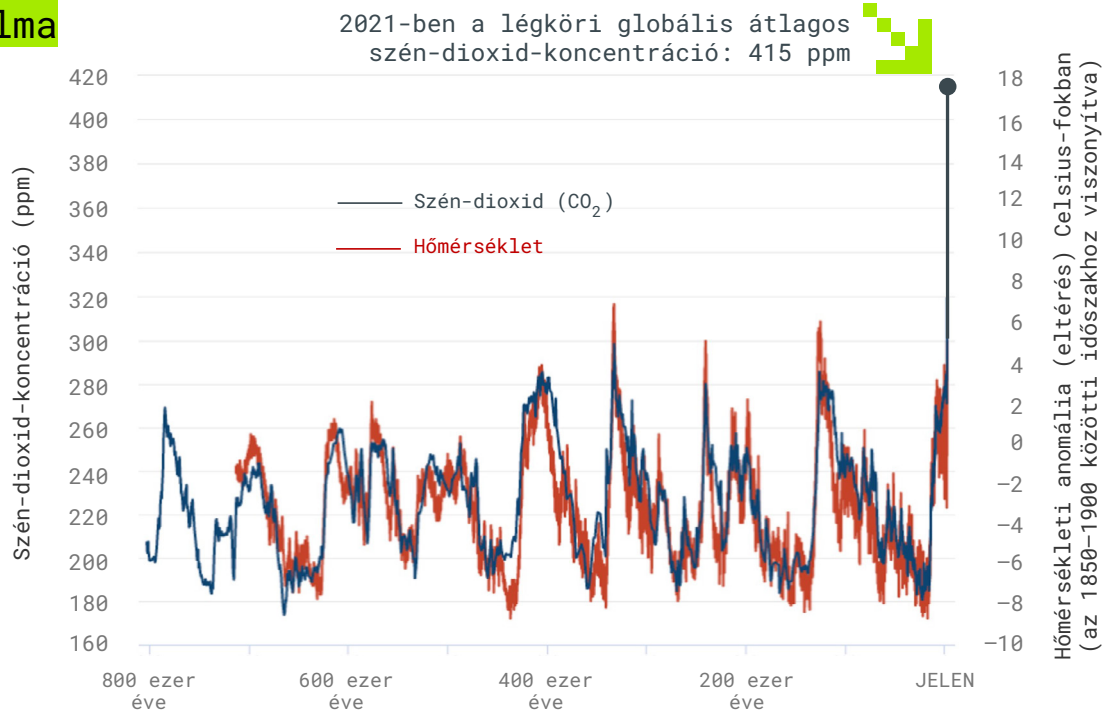
A bizonytalanság ellenére jól látható, hogy a műszeres mérésekből számított, a 20. század közepétől jelentkező, fokozódó melegedést csak akkor kapjuk meg, ha az emberi tevékenység hatását is bevonjuk a modellszimulációkba. A természetes hatások önmagukban ezt az 1 Celsius-fokot meghaladó mértékű melegedést nem igazolják.

Eredeti forrás: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-1>

Kiugróan magas a légkör szén-dioxid-tartalma

A légkör szén-dioxid-tartalma 800 ezer éve nem volt olyan magas, mint most. Látható, hogy a légköri szén-dioxid-tartalom és a hőmérséklet alakulása között végig szoros volt a kapcsolat a teljes időszakban.

Forrás: Carbon Brief
<https://www.carbonbrief.org/explainer-how-the-rise-and-fall-of-co2-levels-influenced-the-ice-ages/>



Az üvegházhatás és a hőmérséklet közötti szoros kapcsolatot jelzi az antarktisi jégfuratmintákból 800 ezer évre rekonstruált idősor. Megfigyelhető, hogy alacsonyabb szén-dioxid-koncentrációhoz alacsonyabb hőmérsékleti értékek társulnak, míg a magasabb koncentráció melegebb hőmérsékleti viszonyokat eredményez. Jól látható továbbá, hogy a történelmi idők előtti hosszú időszakban sem volt 320 ppm-nél magasabb a légkör szén-dioxid-tartalma. Manapság viszont egyre gyorsuló ütemben, jelenleg évente kb. 2-2,5 ppm-mel növekszik a globális átlagos szén-dioxid-koncentráció, s 2021-re elérte a 415 ppm-et, ami az ipari

forradalom előtti 280 ppm-es értéknek közel másfélszerese.

Eredeti forrás: <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-the-rise-and-fall-of-co2-levels-influenced-the-ice-ages/>

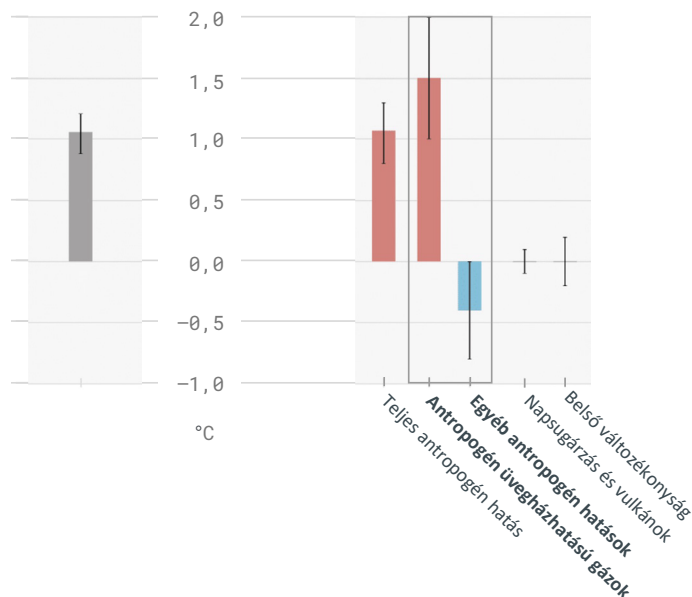
A jelenlegi felmelegedés fő oka az emberi tevékenység

A jelenlegi felmelegedést az emberi tevékenységből származó (antropogén) üvegházhatású gázok kibocsátása okozza.

Látható, hogy a természetes hatások elhanyagolhatók az emberi tevékenység hatásaihoz viszonyítva.

MEGFIGYELT MELEGEDÉS
Az 2010–2019-es időszak
átlaghőmérséklete és az 1850–1900-as
időszak átlaghőmérséklete közötti
különbség

A MELEGEDÉSÉRT FELELŐS
HATÁSCSOPORTOK



Forrás: IPCC, Sixth Assessment Report – Climate Change
2021: The Physical Science Basis
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Az ipari forradalom utáni időszakot tekintve mára már több mint 1 Celsius-fokkal megemelkedett a globális felszínközeli átlaghőmérséklet (ezt összegzi a bal oldali szürke oszlop). Ha ezt a melegedést szétbontjuk az emberi tevékenységből adódó (azaz antropogén) részre, illetve a természetes tényezők hatására, azt kapjuk, hogy ez utóbbiak trendjellegű változást nem okoznak. A napfoltciklus csak kismértékű hőmérséklet-ingadozást vált ki, a vulkáni tevékenység pedig csak néhány évre kiterjedő hűlést okoz, ami azután megszűnik. Mindkettő elhanyagolható az emberi tevékenységhez viszonyítva. Az antropogén hatások közül

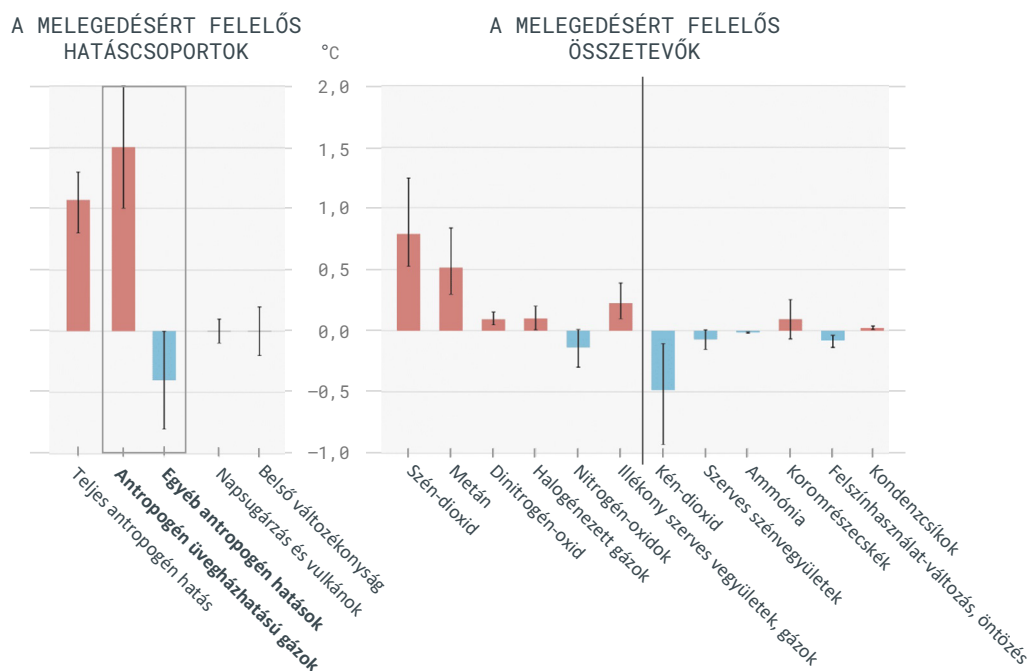
egyesek a melegedés irányába hatnak – ez összességében kb. 1-2 Celsius-fok emelkedést jelent –, mások viszont a hőmérséklet – összességében átlagosan 0,5 Celsius-fokos – csökkenését vonják maguk után (ezeket jeleníti meg a középső diagram).

Eredeti forrás: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-2>

A melegedést főleg az emberi eredetű üvegházhatású gázok okozzák

A jobb oldali diagramon látható, hogy az antropogén melegedést az üvegházhatású gázok légköri koncentrációnövekedése okozza.

A függőleges vonaltól jobbra elhelyezkedő emberi hatások általában az üvegházhatás mérséklése irányába hatnak (kivéve pl. a koromrészecskéket).



Forrás: IPCC, Sixth Assessment Report – Climate Change 2021: The Physical Science Basis
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Az ipari forradalom utáni időszakot tekintve mára már több mint 1 Celsius-fokkal megemelkedett a globális felszínközeli átlaghőmérséklet (ezt összegzi a bal oldali szürke oszlop). Ha ezt a melegedést szétbontjuk az emberi tevékenységből adódó (azaz antropogén) részre, illetve a természetes tényezők hatására, azt kapjuk, hogy ez utóbbiak trendjellegű változást nem okoznak. A napfoltciklus csak kismértékű hőmérséklet-ingadozást vált ki, a vulkáni tevékenység pedig csak néhány évre kiterjedő hűlést okoz, ami azután megszűnik. Mindkettő elhanyagolható az emberi tevékenységhez viszonyítva. Az antropogén hatások közül egyesek a melegedés irányába hatnak – ez összességében kb. 1-2 Celsius-fok emelkedést jelent –, mások viszont a hőmérséklet – összességében átlagosan 0,5 Celsius-fokos – csökkenését vonják

maguk után (ezeket jeleníti meg a középső diagram).

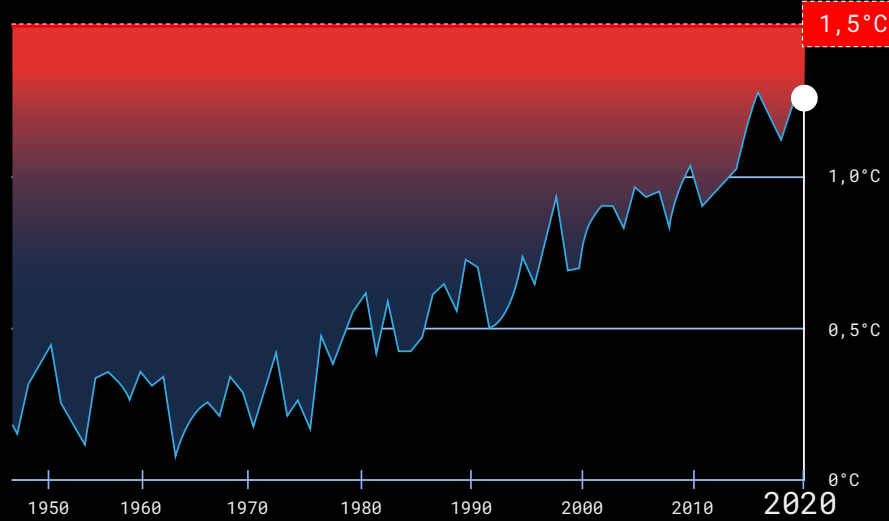
Jobb oldali diagram: Az antropogén melegedést az üvegházhatású gázok (szén-dioxid, metán, dinitrogén-oxid, halogénezett gázok) légköri koncentrációnövekedése okozza. Vannak olyan összetevők is, amelyek ugyan nem üvegházhatásúak, de valamely üvegházgáznak (pl. az ózonnak) a légköri mennyiségét befolyásolják (pl. a nitrogén-oxidok, az illékony szerves vegyületek és a szén-monoxid). A diagramon a függőleges vonaltól jobbra helyezkednek el az elsősorban az aeroszol részecskékhez kapcsolódó egyéb antropogén hatások, amelyek csak viszonylag nagy bizonytalansággal adhatók meg, és általában mérséklik az üvegházhatást (kivéve pl. a koromrészecskéket).

Eredeti forrás: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-2>

Közel vagyunk az 1,5 Celsius-fokos felmelegedéshez

A Föld globális átlag-hőmérsékletének növekedése 1950-től mért adatok alapján (az 1850–1900 közötti időszakhoz viszonyítva).

A párizsi megállapodásban szereplő 1,5 Celsius-fokos hőmérséklet-emelkedést egy-két évtizeden belül elérhetjük.



Forrás: Climate Central/UK Met Office Hadley Centre
<https://www.climatecentral.org/>
<https://www.metoffice.gov.uk/weather/climate/met-office-hadley-centre/index>

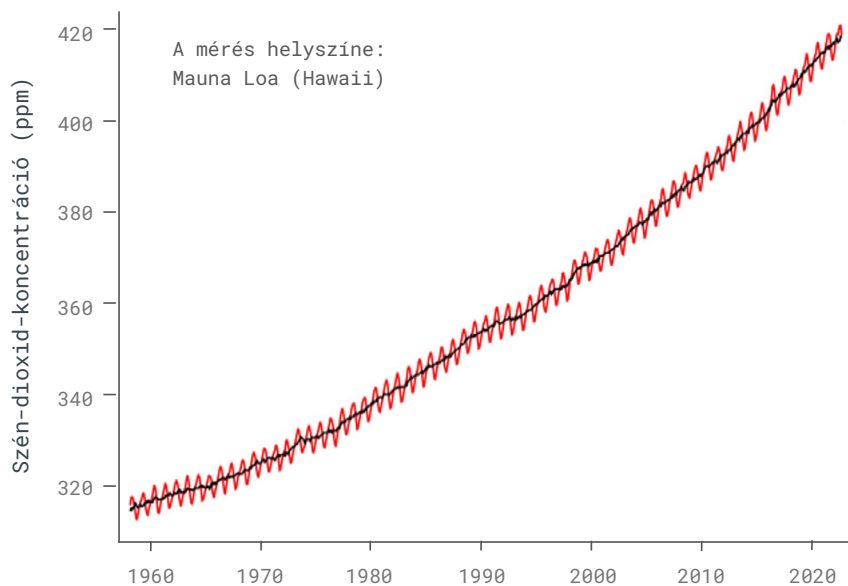
A meteorológiai állomáshálózat a 20. század közepétől jól lefedi a Föld teljes területét. A rendszeresen végzett mérések alapján meghatározható a globális átlaghőmérséklet s annak változása az ipari forradalom óta. A grafikon 1950-től napjainkig mutatja a globális melegedés alakulását, és az erre illeszthető növekvő trend azt jelzi, hogy a párizsi megállapodásban szereplő 1,5 Celsius-fokos hőmérséklet-emelkedést egy-két évtizeden belül elérhetjük.

A légköri szén-dioxid-koncentráció folyamatosan nő

A légköri szén-dioxid-koncentráció műszeres méréséből származó leghosszabb adatsor a Hawaiiin található Mauna Loa Observatóriumban áll rendelkezésre.

A melegedési trendhez hasonlóan a növekedés itt is egyértelműen kirajzolódik: a mért szén-dioxid-koncentráció az 1950-es évek végétől napjainkig több mint 30 százalékkal emelkedett.

Forrás: National Oceanic and Atmospheric Administration
https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/co2_data_mlo.png



A légköri szén-dioxid-koncentráció műszeres méréséből származó leghosszabb adatsor a Hawaiiin található Mauna Loa Observatóriumban áll rendelkezésre. Mérései jól mutatják a globális légköri szén-dioxid-tartalmat, mivel az állomás a sűrűn lakott területektől távol, a Csendes-óceánban található. A melegedési trendhez hasonlóan a növekedés itt is egyértelműen kirajzolódik: a mért szén-dioxid-koncentráció az 1950-es évek végétől napjainkig több mint 30%-kal emelkedett.

Az idősből leolvasható egy éves menet is, amely az ún. nyelő folyamatok következménye, nevezetesen a zöld növények fotoszintézise az északi félgömb nyári

félévében több szén-dioxidot von ki a légkörből, mint télen (a lombhullató fák miatt). Ennek hatására a szén-dioxid-koncentráció tavasz elejére megnövekszik, s az ősz elején éri el a minimumát.



Készült a Középiskolai MTA Alumni Program keretében

Magyar Tudományos Akadémia | www.mta.hu

CC BY-NC-SA 2.5 HU

Nevezd meg! | Ne add el! | Így add tovább! | Magyarország

Bartholy Judit klimatológus, az MTA doktora

Pongrácz Rita klimatológus, egyetemi adjunktus

ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet Meteorológiai Tanszék