



# Globális környezeti problémák és fenntartható fejlődés modul

## Környezeti elemek védelme I. Levegőtisztaság védelme

KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI AGRÁRMÉRNÖKI MSC  
TERMÉSZETVÉDELMI MÉRNÖKI MSC



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



# Az üvegházhatás okozói II. Szabályozások

13. előadás  
37.-39. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



# A vízgőz, mint speciális üvegházhatású gáz

## A szén-dioxid a légkörben

### 37. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## A légköri vízgőz, mint üvegházi gáz

- A légkörben lévő vízgőz szerepének felismerése már az 1800-as évek közepén megtörtént. Tyndall publikációjában felvázolta, hogy ha Angliában nem lenne a légkörben vízgőz, akkor a léghőmérséklet folyamatosan nulla fok alattira csökkenne.
- A vízgőz sajátossága, hogy egyedül nem képes melegítő hatás kiváltására, csak a többi üvegházi gáz jelenlétében válik aktív, hőmérsékletet fokozó gázzá.
- Mennyisége a levegőben pontról-pontra változik. Az egész Földre meghatározott átlaga valahol 2-3 térfogat % között van.





- Szerepének tisztázása az éghajlati rendszerben a modellezés folyamatában sok fejlődést okoz.
- A levegő melegedése a párolgást fokozza, mellyel több vízgőz kerül a légtérbe. A nagyobb vízgőz tartalom hatására több felhő keletkezik, melyek felszínéről a visszavert sugárzás növekszik. Ezzel a felszínre lejutó sugárzás csökken, mely a felmelegedés ellenében hat. Ezt a folyamatot, mely csökkentheti a globális felmelegedés mértékét, negatív visszacsatolásnak nevezzük.
- A felmelegedést erősítő hatás lesz a pozitív visszacsatolás.



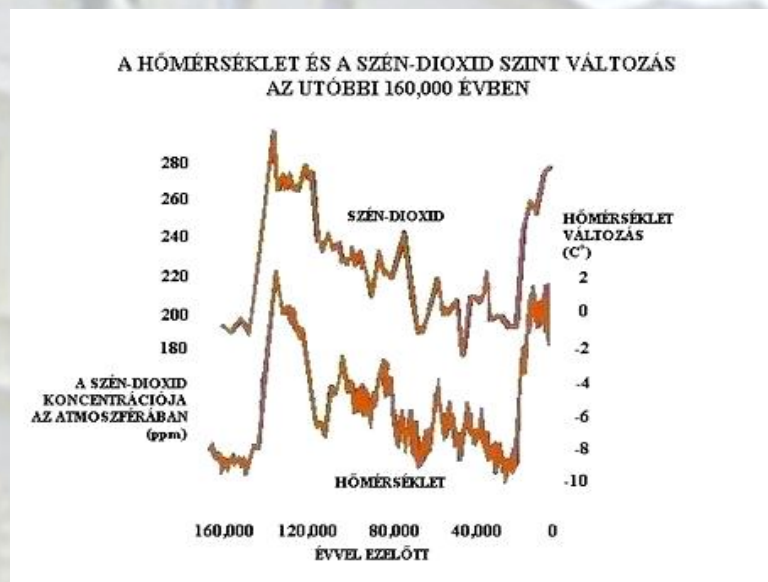


## Szén-dioxid a légtérben

- Talán nem méltatlanul a legtöbbet idézett üvegházhatású gáz. Sokan helytelenül egyedül a CO<sub>2</sub>-t teszik felelőssé a globális felmelegedésért. Szerepe a többi üvegházi gázhoz képesti magas légköri koncentrációja miatt valóban meghatározó.
- Koncentrációja a múltban sem volt állandó, lásd. 92. ábrát. Értéke kb. 20 ezer évvel ezelőtt stabilizálódott, melynek hatására az éghajlat is kiegyenlítettebbé vált. Többek szerint ez tette lehetővé a földművelés kialakulását (az ember letelepedését).



# 92. ábra A hőmérséklet és a CO<sub>2</sub> szint változásai (160 ezer évvel ezelőtt)



[www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/global/010.htm](http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/global/010.htm)



- Természetes forrásaihoz képest az antropogén eredetű kibocsátás nem éri el a teljes emisszió 10%-át. Legfontosabb ipari forrásai a fosszilis tüzelők égetése és az ipari tevékenység.
- Nem elhanyagolható mértékű a mezőgazdaság CO<sub>2</sub> kibocsátása sem. Az erdőirtás napjainkra főleg az esőerdőkre korlátozódik – máshol korábban ez a folyamat már lejátszódott. Ez egy fontos nyelő kiesését eredményezi, valamint a több évszázad alatt megkötött CO<sub>2</sub> gáz azonnali szabaddá tételét.
- A helytelen talajművelés is jelentős mennyiségű CO<sub>2</sub> gáz felszabadulással jár (mezőgazdaság).







- A természetes források és nyelők a légkör  $\text{CO}_2$  koncentrációját a közelmúltbeli ipari forradalomig (1750 tája) közel  $280 \pm 10$  ppm szinten tartották. Ettől az időtől kezdve a légköri  $\text{CO}_2$  szint exponenciális emelkedésbe kezdett. Ha a légkör jelenlegi  $\text{CO}_2$  szintje stabilizálna, a gáz jelenlegi koncentrációja a század végére –nem növekvő gázkibocsátásnál - kb. 500 ppm-re emelkedne.
- Ha minden  $\text{CO}_2$  gázkibocsátást hirtelen megszüntetnénk, koncentrációja mintegy 100-300 évig az ipari forradalomig mért 280 ppm-es szint fölött maradna.
- A jelenlegi  $\text{CO}_2$  háttér koncentráció 385 ppm (Mauna Loa).

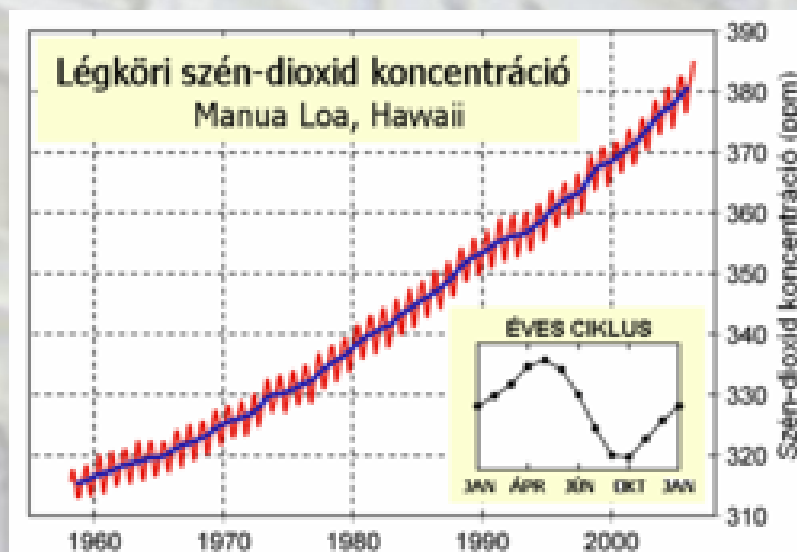




- A **Keeling-görbe** a légkör szén-dioxid koncentrációjának ( $\text{CO}_2$ ) változását 1958-tól napjainkig reprezentálja. 1958-ban 315 ppm volt a légköri szén-dioxid-koncentráció, mely 2006-ra elérte a 380 ppm-et. A görbe fűrészfog-szerű, mely az évszakos változékonyságot tartalmazza.
- A  $\text{CO}_2$  jellegzetes napi és évi változékonyságú, melynek oka a vegetáció aktivitása. Nappal, amikor a növény  $\text{CO}_2$  nyelő, a koncentráció csökken. Ugyanez tapasztalható hosszabb távon is; ha a vegetációs periódus beköszönt, a gáz koncentrációja mérséklődik. Télen, ahol van fűtés, ott az is emeli az aktuális koncentrációt.



## 93. ábra A Keeling görbe



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Keeling-g%C3%B6rbe>

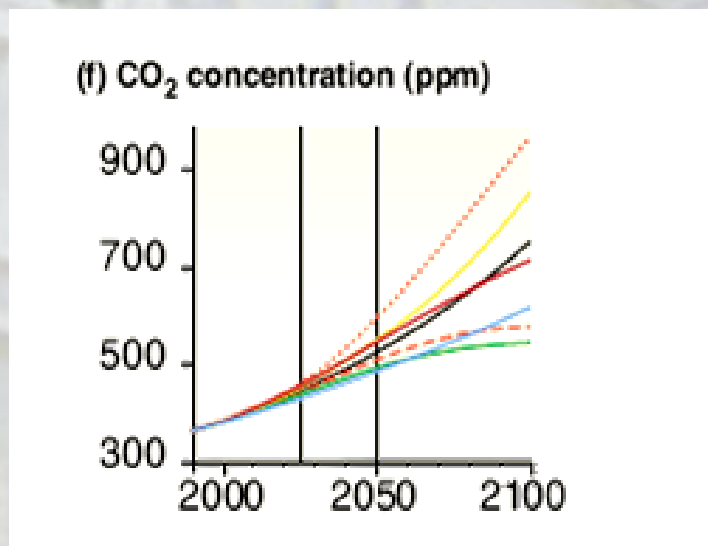


- S mi várható a jövőben? Erre az IPCC 3. és 4. jelentéseiből kaphatunk választ, pontosabban a SRES scenáriókból (jövőkép). Pontos válasz a kérdésre nincsen, mivel a kibocsátás az energia felhasználásunk mértékétől függ; mégpedig az elégetett fosszilis tüzelőanyagok mennyiségétől. Ezt figyelembe véve több lehetséges változást kell figyelembe vennünk, mely 2100-ra 540 ppm-et elérő koncentrációtól mintegy 970 ppm-es értékig vázolja fel a jövő várható szén-dioxid koncentrációját. A két szélső érték között még van négy másik forgatókönyv is. A forgatókönyvek a különböző társadalmi-gazdasági fejlődési pályákat szemléltetik



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

# 94. ábra A várható CO<sub>2</sub> koncentráció alakulás jövőképei (SRES scenáriók)



IPCC 4. Helyzetjelentése



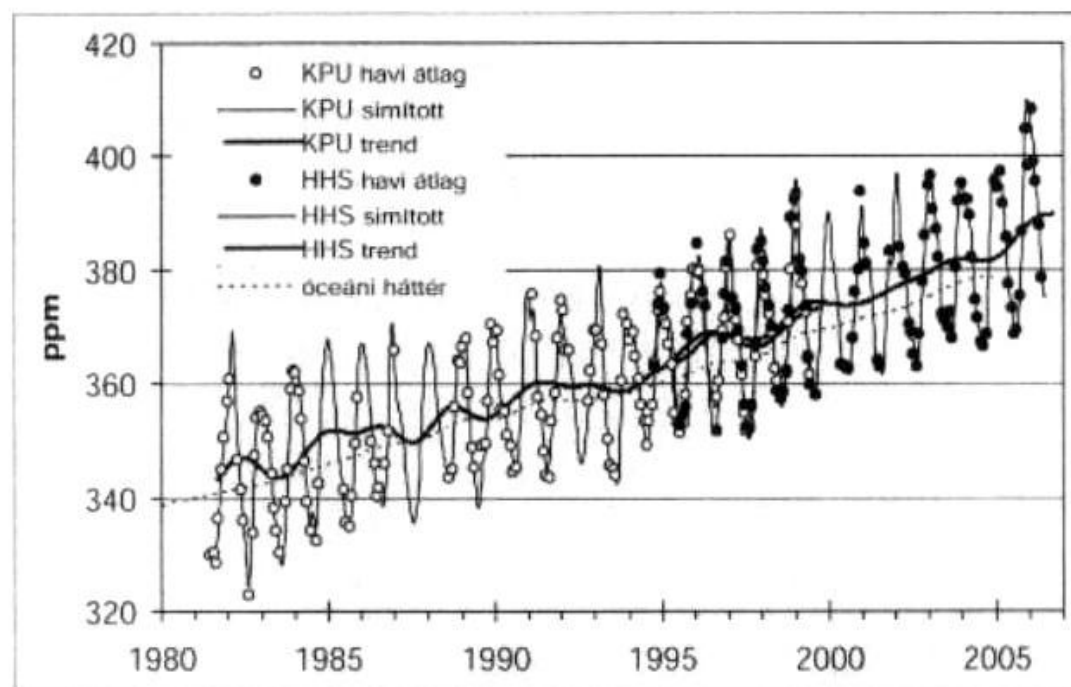
# Hazai szén-dioxid koncentráció alakulás. A metán, mint üvegházi gáz. Kisebb fontosságú üvegházi gázok és hatásuk

## 38. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

## 95. ábra A hazai CO<sub>2</sub> háttér koncentrációja (Haszpra)



3. ábra A légköri szén-dioxid koncentráció alakulása a K-pusztai és a hegyhátsáli mérések adatai alapján (KPU - K-pusztai, HHS - Hegyhátsáli)



## Metán

- Szerves anyagok oxigén hiányos környezetben történő mikrobiális átalakítása során keletkezik. A természetben vizes, mocsaras élőhelyeken szabadul fel nagyobb mennyiségben, mely az összes kibocsátás mintegy felét teszi ki. A másik felét az emberi tevékenység (mezőgazdaság, szénbányászat, olaj- és gáz előállítás, tüzelés) juttatja a levegőbe. A kérődzők gyomrából és a rizstermesztés során tekintélyes mennyiségben kerül a légtérbe, tehát a mezőgazdaság a metán esetében az iparnál jelentősebb szennyező. Becslések szerint a gáz évi növekedési üteme mintegy duplája a CO<sub>2</sub>-énak (kb. 1,1%/év).







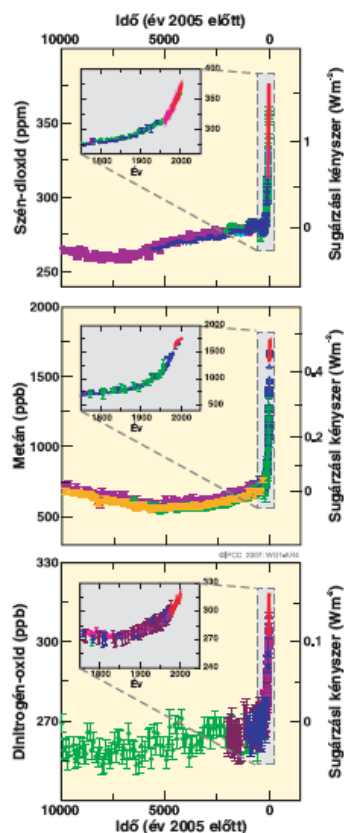
- A metán koncentrációja az iparosodás előtti kb. 715 ppb értékről az 1990-es évek elejére 1732 ppb-re nőtt, és 2005.-ben az értéke 1774 ppb volt.
- Dinitrogén-oxid keletkezik nitrogén tartalmú műtrágya alkalmazásnál és különböző égési folyamatok melléktermékeként. Bár jelenléte csekélyebb mint a korábban említett üvegházi gázoké, hosszú tartózkodási ideje miatt számolni kell jelenlétével.
- A dinitrogén-oxid globális légköri koncentrációja az iparosodás előtti 270 ppb értékről 2005.-re 319 ppb-re nőtt. A növekedési ütem 1980-tól nagyjából állandó.





# 96. ábra A CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O változásai (IPCC 2007)

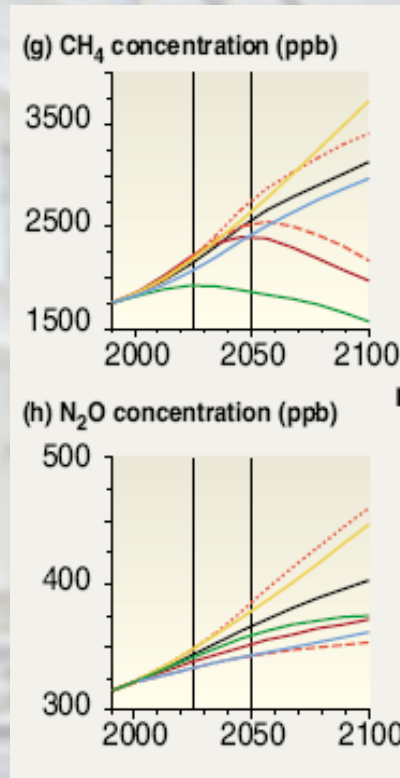
Az üvegházhatású gázok változásai  
jégészlelvény- és modern adatok alapján



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



# 97. ábra A metán és a N<sub>2</sub>O SRES forgatókönyvei (IPCC 2007)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



- A több mint 100 tagú, egymástól jelentősen eltérő tulajdonságú összetevőkből álló család a freonoké. A gázok koncentrációja a 60-as évektől emelkedett jelentősen, ezért a Montreali Egyezmény felhasználásukat jelentősen korlátozta, mely elsődlegesen nem mint üvegházi gáznak, hanem mint az ózonpajzs elbontásában szerepet játszó anyagnak szólt. Az USA-ban az 1960-70-es évektől fokozatosan betiltották a freon gyártását, forgalmazását .





- Léteznek a fentiekén kívül kisebb hatásfokkal rendelkező üvegház hatású gázok és anyagok is, melyek részletes ismertetésétől jelen anyagban eltekintünk. Ezek:
  - CO
  - NO<sub>x</sub> és a
  - „fekete-szén”





## Antagonista elemek a légkörben

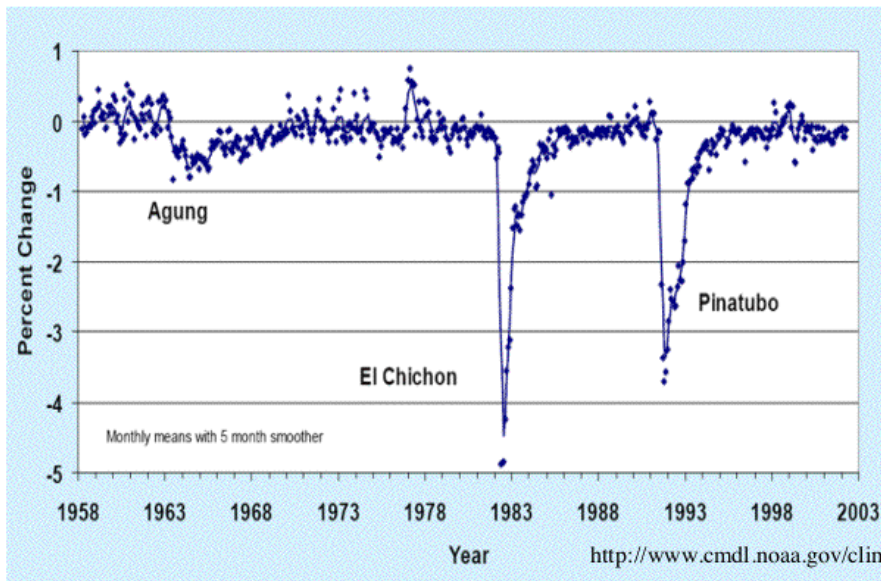
- A légkörben található aeroszolok az üvegházi gázok antagonistái, a légkör hűtéséért lehetnek felelősek. Forrásaik kétfélek: természetesek (pl. vulkánkitörések, defláció), vagy emberi tevékenység „eredményei”(pl. kohászat, égetési folyamatok, stb.).
- Különösen a szulfát-aeroszolok járulhatnak hozzá a globális felmelegedés hatásának mérsékléséhez, melynek mértéke szerzőnként változó, becslése igen magas bizonytalansági tényezővel terhelt.





## 98. ábra A vulkánkitörés hatása a sugárzásra

Effect of Volcanoes on Solar Radiation Reaching the Earth



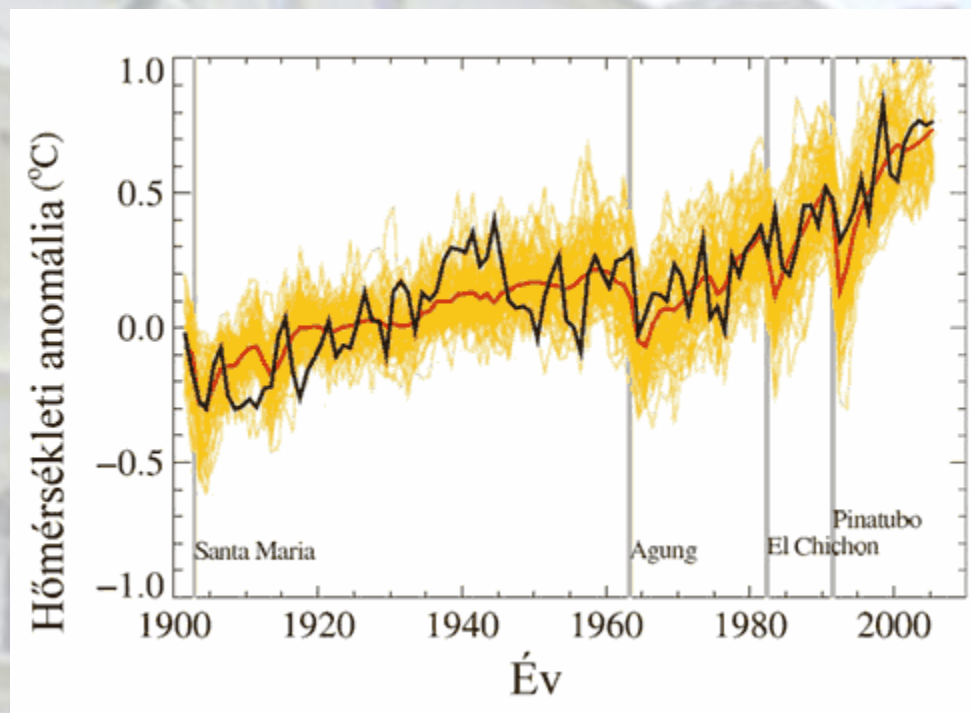
Net solar radiation at Mauna Loa Observatory, relative to 1958, showing the effects of major volcanic eruptions. Annual variations are due to transport of Asian dust and air pollution to Hawaiï. (Climate Monitoring and Diagnostics Laboratory, NOAA)

<http://www.geology.iastate.edu/gccourse/forcing/images/volcanoes.gif>



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

## 99. ábra A vulkánkitörés hatása a hőmérsékletre



[http://www.oki.hu/images-t/eghajlatvaltozas\\_12\\_9\\_modul-02.gif](http://www.oki.hu/images-t/eghajlatvaltozas_12_9_modul-02.gif)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg





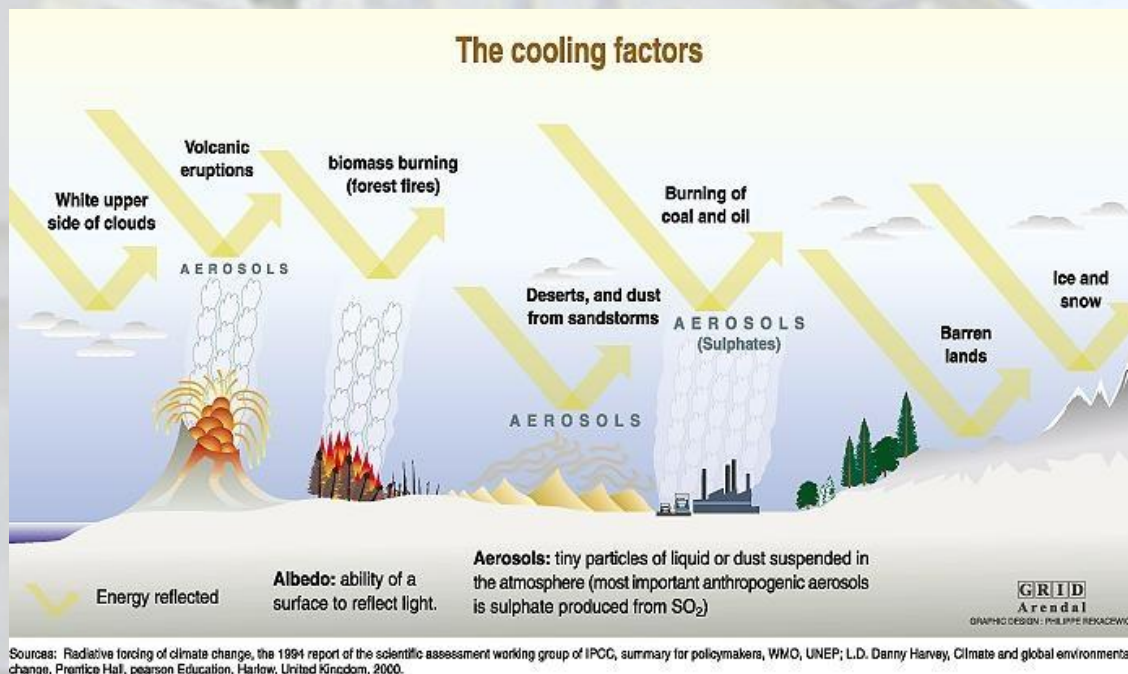
# Hűtő mechanizmusok II. aeroszokok forrásai. A múltbeli hőmérsékleti változékonyság. A légkör szennyezésének szabályozása: nemzetközi egyezmények. Hazai szabályozások (VAHAVA, NÉS)

39. lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

# 100. ábra A légekört hűtő aeroszolok forrásai



[www.geology.iastate.edu/.../forcing/text.html](http://www.geology.iastate.edu/.../forcing/text.html)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



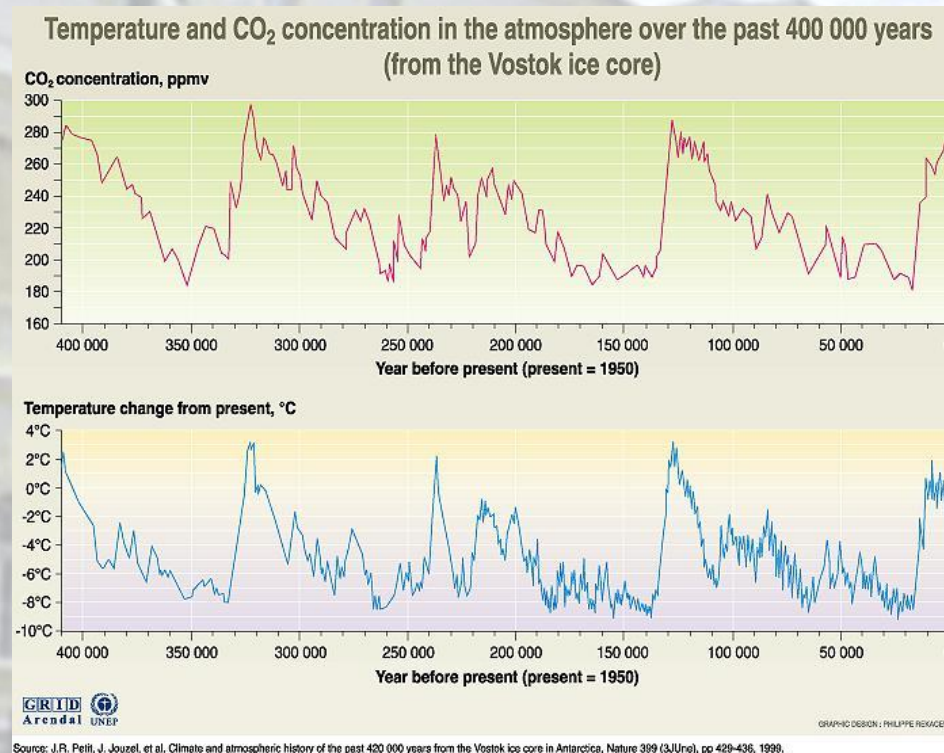
## A régmúlt hőmérsékleti változékonysága

- A Föld éghajlata a történelmi áttekintés szerint nem volt állandó. A jégkorszakok és jégmentes periódusok váltották egymást. Analógia kereséssel eljuthatunk ahhoz a korszakhoz, ahol az akkori érték éppen a jelenlegi hőmérséklettel egyezik (szerzőnként változóan 120000 és 140000 év között). A hőmérséklet ingadozásai a földtörténelmi múltban szerzőnként eltérően mintegy 6-15°C-os sávval fedhetők le.
- A jelenlegi 15°C-os értékkel a változást leíró skála közepén lehetünk.





# 101. ábra A múlt CO<sub>2</sub> és hőmérséklet változásai



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## Nemzetközi szabályozások

- Az 1980-as évek elejére a klímaváltozás kérdéskörével foglalkozó szakemberek, politikusok számára világossá vált: az éghajlatváltozás kockázatának elhárítása túlnő az egyes országok határain. E felismerés vezetett el - az 1992. évi Rio de Janeiro-i ENSZ Környezet és Fejlődés Konferencia keretében - az Éghajlatváltozási Keretegyezmény (UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change) aláírásra való megnyitásához.
- Az egyezmény elfogadása 1992.-ben New Yorkban történt, és 1994. március 21.-én lépett hatályba.





## Kiotói Protokoll

- A Kiotói Protokollt 1997.-ben írták alá Japánban. A jegyzőkönyv aláírói vállalták, hogy a 2008-2012 közötti időszakban 5,2%-os üvegházhatású-gáz kibocsátás-csökkentést érnek el szén-dioxid egyenértékben, az 1990-es bázisévhez képest. A Jegyzőkönyv a szén-dioxidon kívül hat üvegházhatású gáz együttes nettó kibocsátását, a nettó üvegház-gáz potenciált akarta csökkenteni (üvegház-gáz potenciál a  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , HFC, PFC és  $\text{SF}_6$  vegyületek szén-dioxid egyenértékben számított összes emissziója, valamint az erdő szénmegkötésének különbsége). Országonkénti eltérések vannak.





- Magyarország vállalása 6%-os volt, de emellett egyéb kedvezményt is kaptunk. A megállapodás a volt Kelet-Európai blokk államainál bázisévként nem az 1990.-es évet vette alapul, hanem az 1985-1987 közötti időszak átlagkibocsátását.
- A jegyzőkönyv 2005.-ben ,az orosz ratifikálás után lépett életbe, mert a hatálybalépés feltétele az volt, hogy legalább annyi iparosodott állam ratifikálja, amelyek együttes CO<sub>2</sub>-kibocsátása 1990.-ben legalább az összes iparosodott és átalakuló gazdaságú állam kibocsátásának 55%-át adta.
- Magyarországon a 2007. évi IV. törvény keretében ratifikálták.





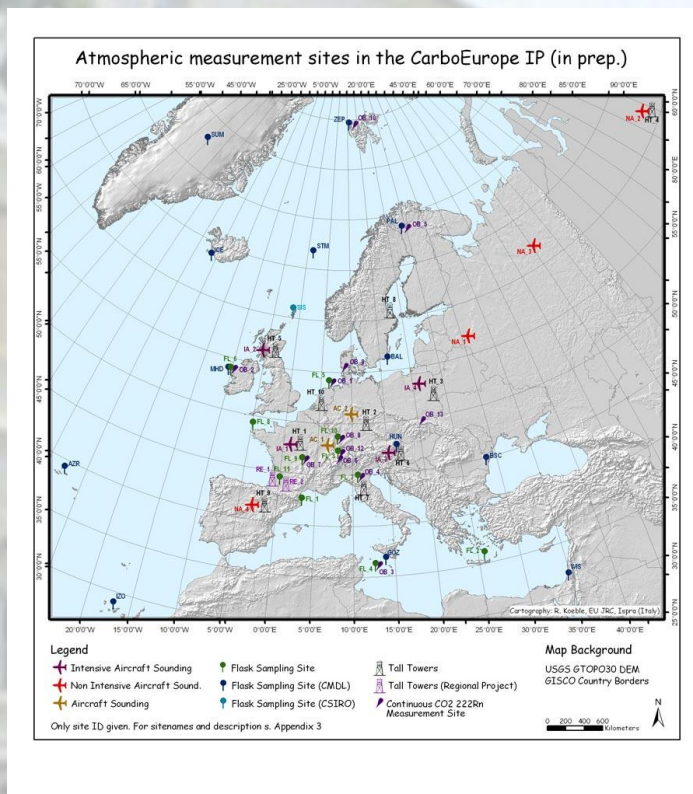
- Az európai mérőhálózatot bár már az 1990-es évek végén elkezdték kialakítani, végül is 2000 és 2004 között történt azok összefogása (CarboEurope/AEROCARB). A méréseket a 2008-2011 között előkészítő fázisban lévő, az Európai Unió 7. Kutatás-fejlesztési Keretprogramja keretében támogatott ICOS (Integrated Carbon Observation System) folytatja. Célja többek között:
  - integrált, nagy pontosságú, kutatási szintű infrastruktúra létrehozása az üvegházhatású gázok biogeokémiai körforgalmának megértéséhez;
  - regionális üvegházgáz-mérlegek meghatározása
  - Felszín-légkör fluxusok meghatározása stb.







# 102. ábra A Carbo Europe rendszer mérőállomásai



[www.carboeurope.org](http://www.carboeurope.org)



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



## A VAHAVA

- A klímaváltozás hatásaira történő felkészülés jegyében hazai vonatkozású intézkedések megtételére egy 3 éves futamidejű vizsgálat indult a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium és a Magyar Tudományos Akadémia közreműködésével VAHAVA néven. A zárása 2003-ban volt. Céljai a nemzetközi és hazai előzmények áttekintése, a hazai időjárási jelenségek, eddigi tapasztalatok értékelése, hatásterületek, válaszmegoldások, eszközök feltárása, a klímapolitika hazai meghonosítása, a Nemzeti Éghajlat-változási Stratégia (NÉS) alapjainak kidolgozása 20-25 év



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



időtartamra, valamint egy felsőszintű döntésre alkalmas javaslat összeállítása voltak.

- A program eredményeként 2008. február 13-án a kormány elfogadta a 2008-2025 időszakra szóló Nemzeti Éghajlat-változási Stratégiát, amit 2008. márciusában az Országgyűlés ellenszavazat és tartózkodás nélkül elfogadott. A stratégiát a 2007. évi LX. törvény ratifikálta.
- Részletes információkat a <http://klima.kvvm.hu/index.php> című honlapról kaphatunk.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Debrecen Egyetem  
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és  
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem  
Georgikon Kar



Köszönöm figyelmüket!



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg