

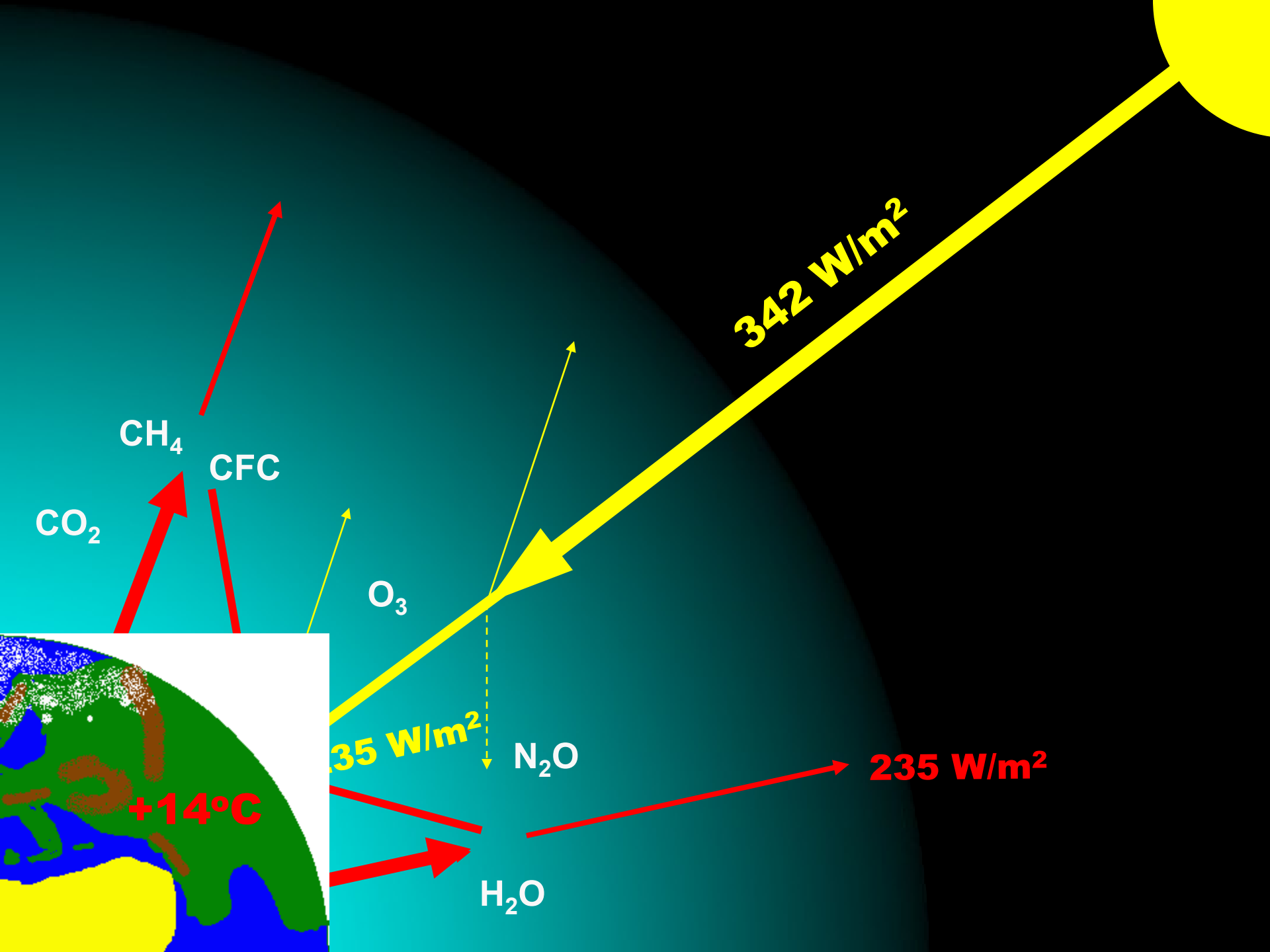
A LÉGKÖRI SZÉN-DIOXID ÉS AZ ÉGHAJLAT KÖLCÖSÖNHATÁSA

Haszpra László

Országos Meteorológiai Szolgálat

Barcza Zoltán, Hidy Dóra

ELTE Meteorológiai Tanszék



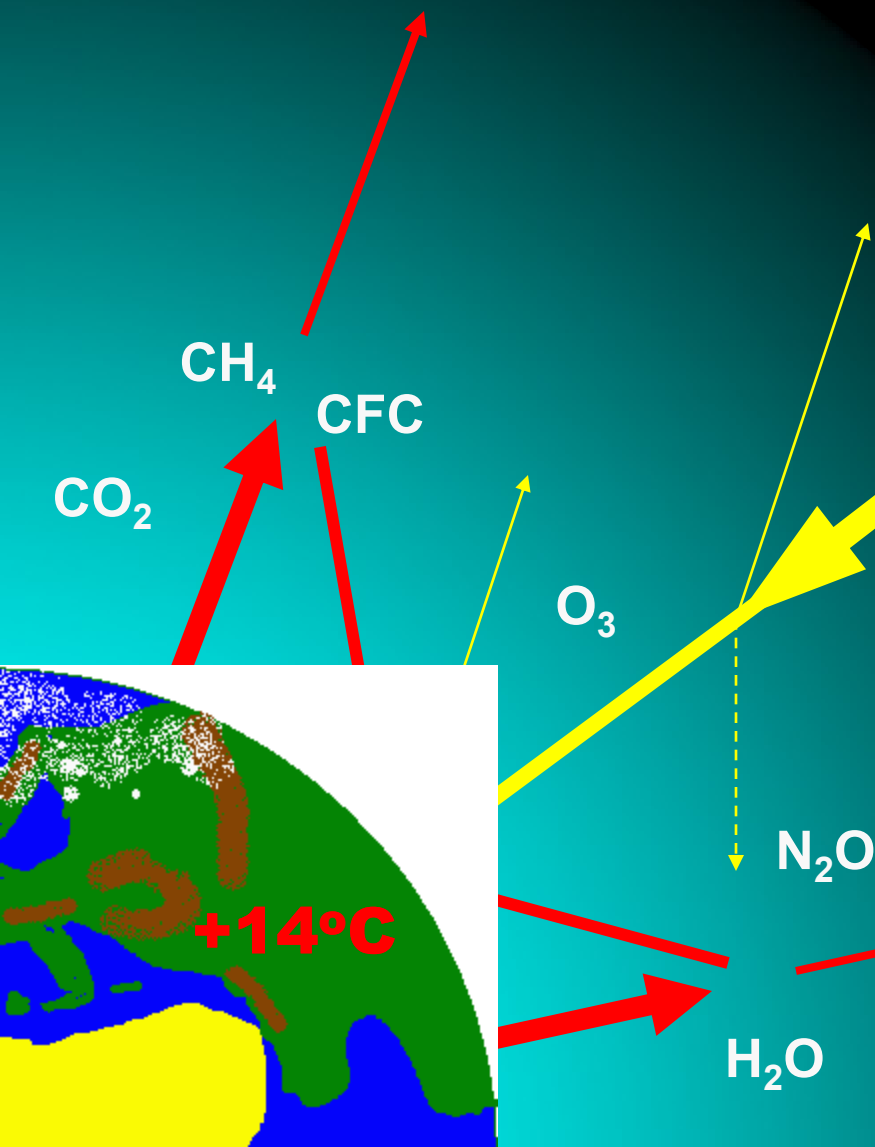
1824: Jean-Baptist Fourier
az üvegházhatás felismerése

1859: John Tyndall
a vízgőz és a szén-dioxid meghatározó szerepének felismerése

1896: Svante Arrhenius
az eljegesedéseket okozhatta az üvegházhatás gyengülése; az ember éghajlatváltozást okozhat

1938: G. S. Callendar
az első számítások az emberi hatás becslésére

1967: S. Manabe - R. Wetherald
az üvegházhatás korszerű elmélete



ÜVEGHÁZHATÁSÚ GÁZOK

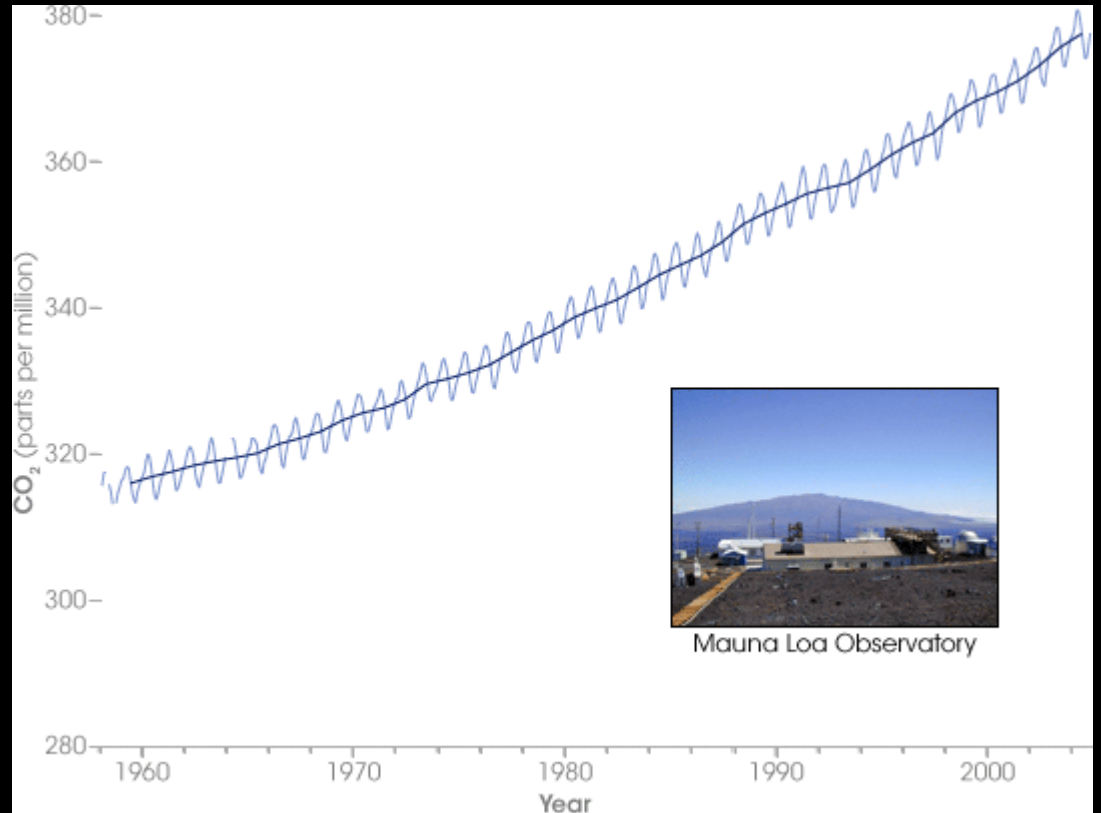
- Vízgőz (H_2O) 0,005 - 4%
- Szén-dioxid (CO_2) 378 ppm
- Metán (CH_4) 1,75 ppm
- Dinitrogén-oxid (N_2O) 0,32 ppm
- Ózon (O_3) 0,01-0,1 ppm
- Halogéntartalmú anyagok <0,002 ppm



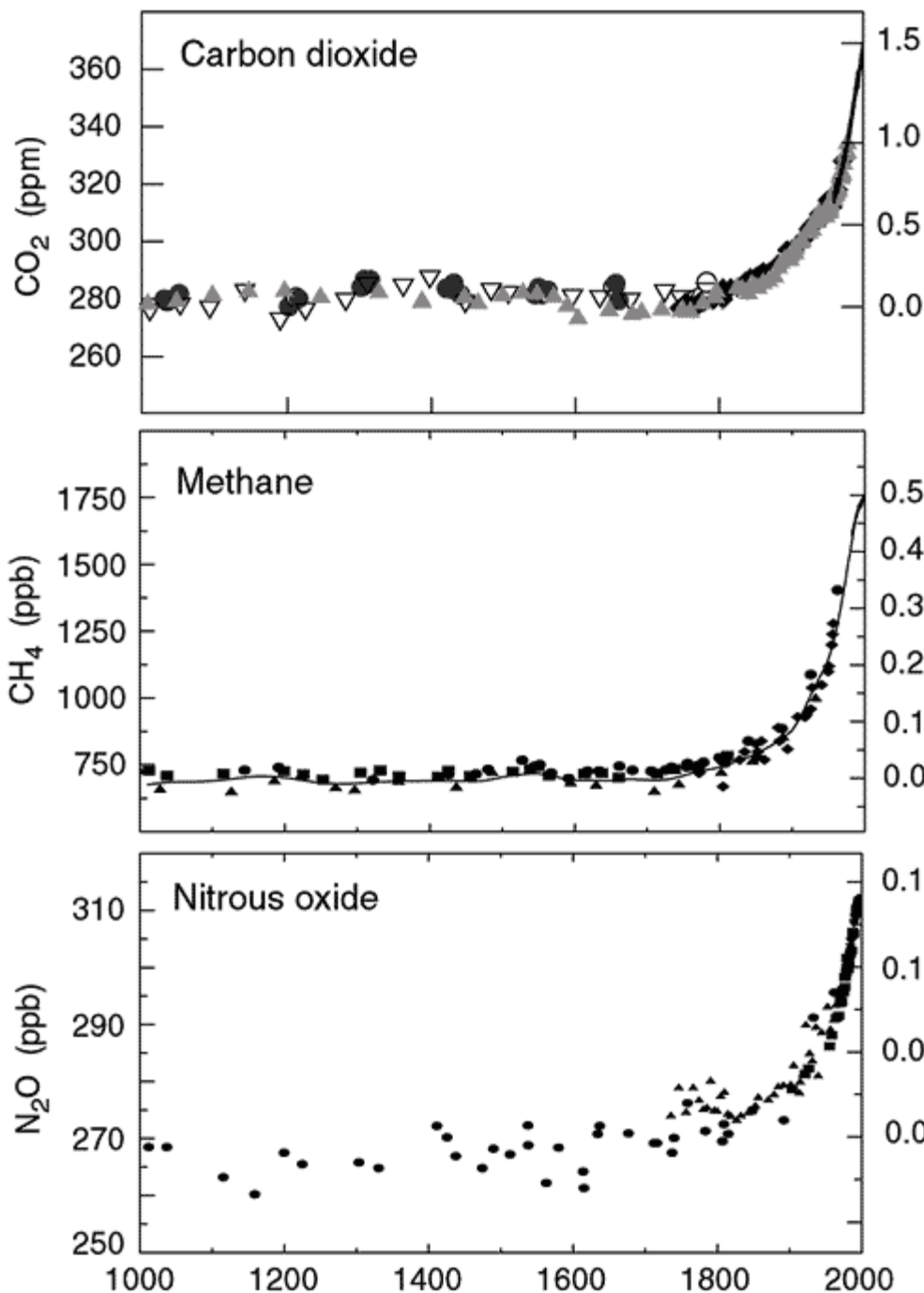
1 ppm = 0,0001%



Charles D. Keeling
(1928-2005)



koncentráció



sugárzási kényszer (W/m^2)

szén-dioxid

~280 ppm → 380 ppm

+35%

metán

~700 ppb → 1750 ppb

+150%

dinitrogén-oxid

~265 ppb → 318 ppb

+20%

Forrás: IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

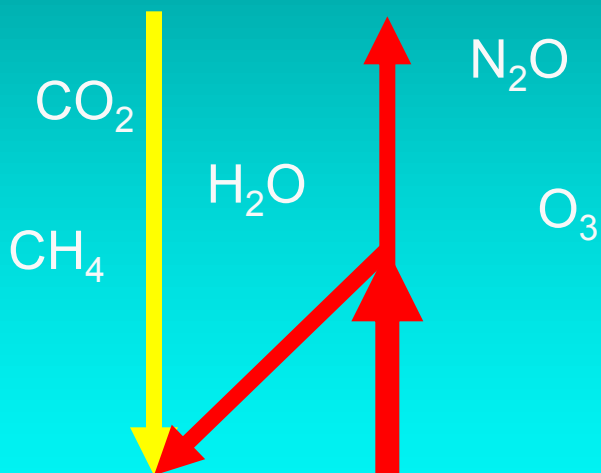
A számottevő
antropogén
kibocsátás előtt
(18. szd. közepe)

Energetikai
(sugárzási)
kényszer

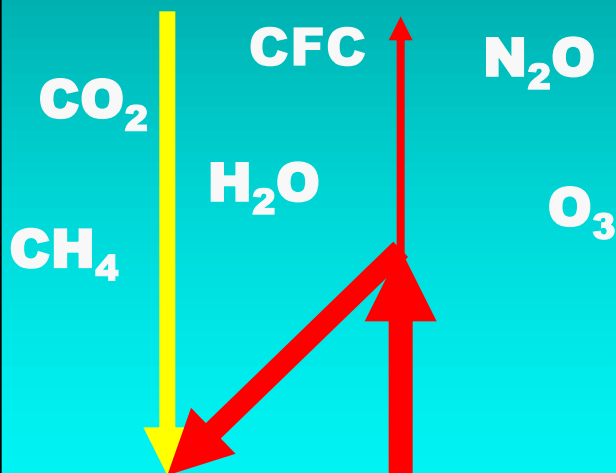
+2,78 W/m²

Jövőbeni egyensúly
magasabb
hőmérséklet mellett

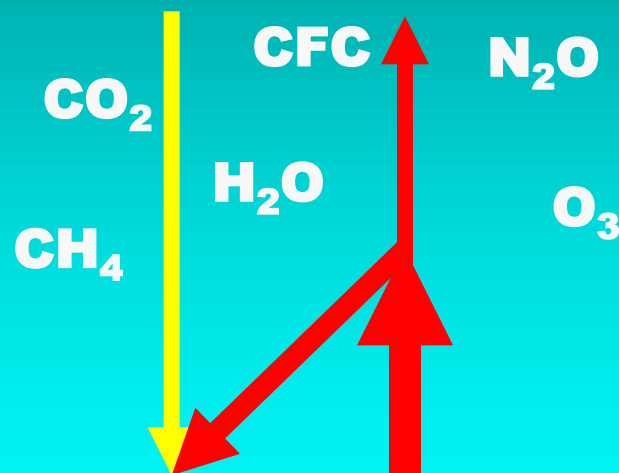
$$E_{be} = E_{ki}$$



$$E_{be} > E_{ki}$$

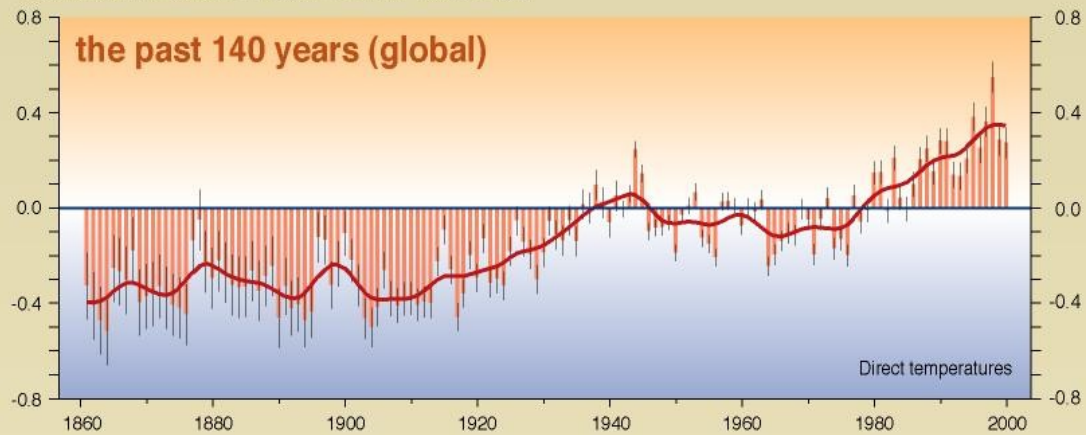


$$E_{be} = E_{ki}$$

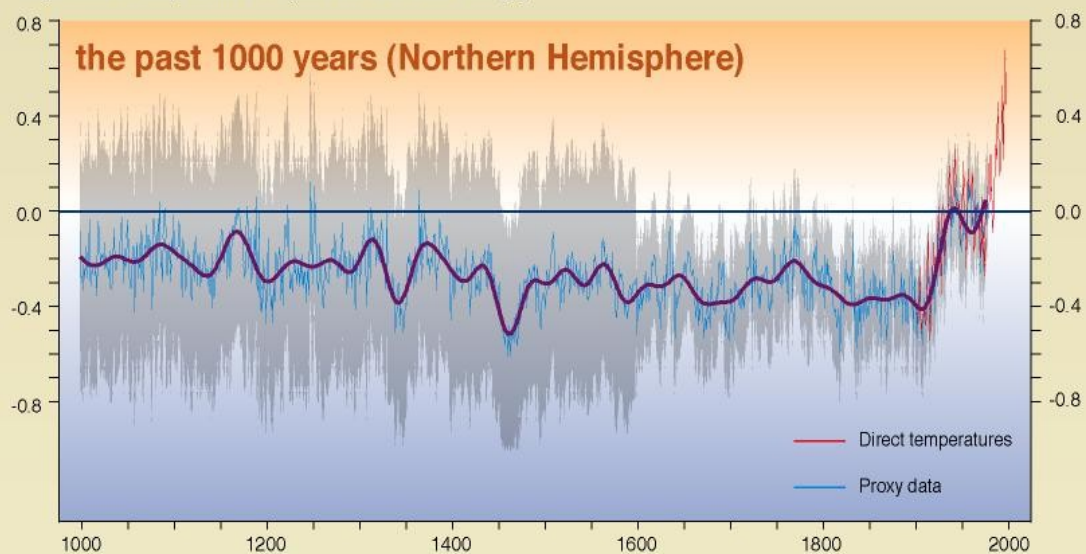


Variations of the Earth's surface temperature for...

Departures in temperature in °C (from the 1961-1990 average)

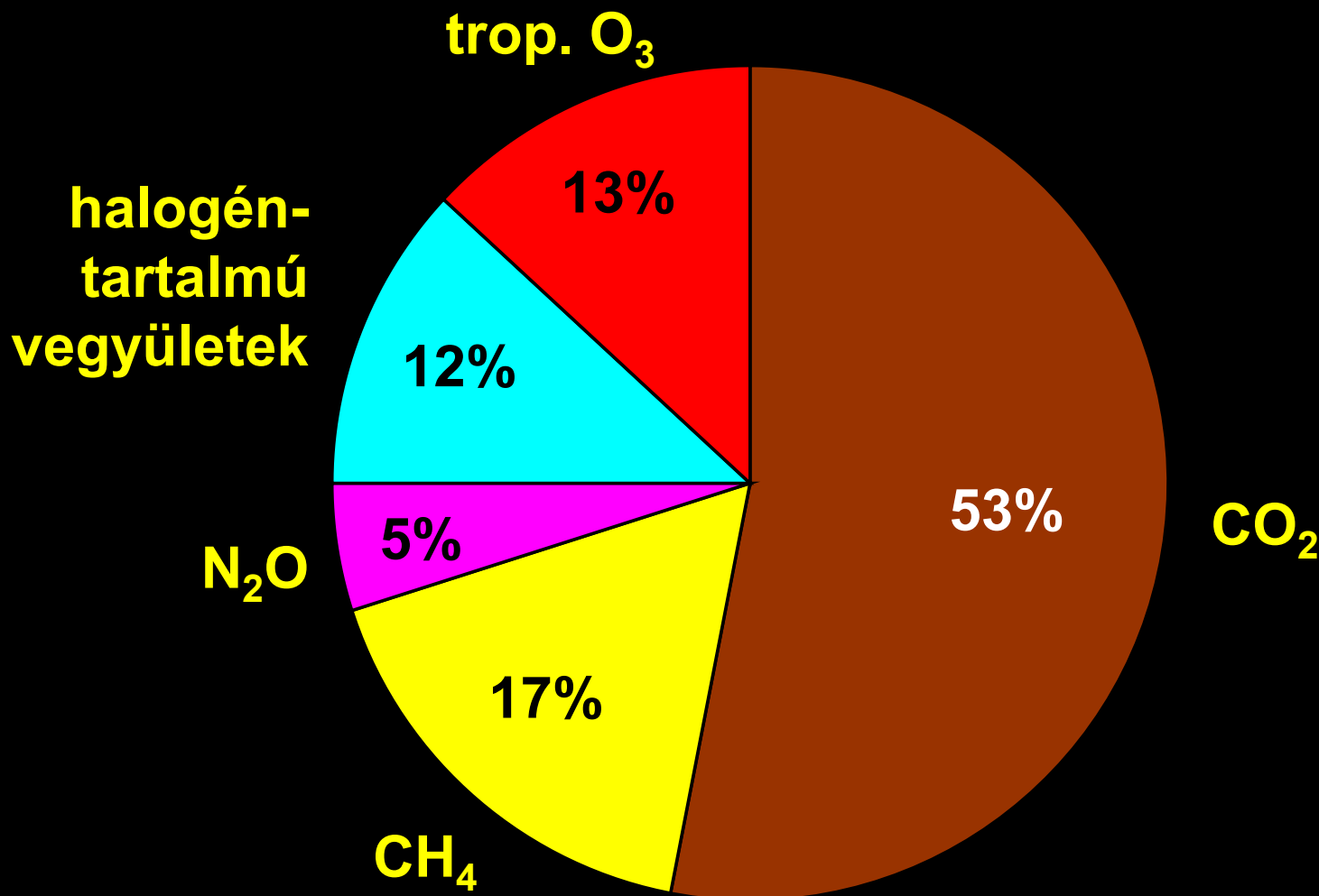


Departures in temperature in °C (from the 1961-1990 average)

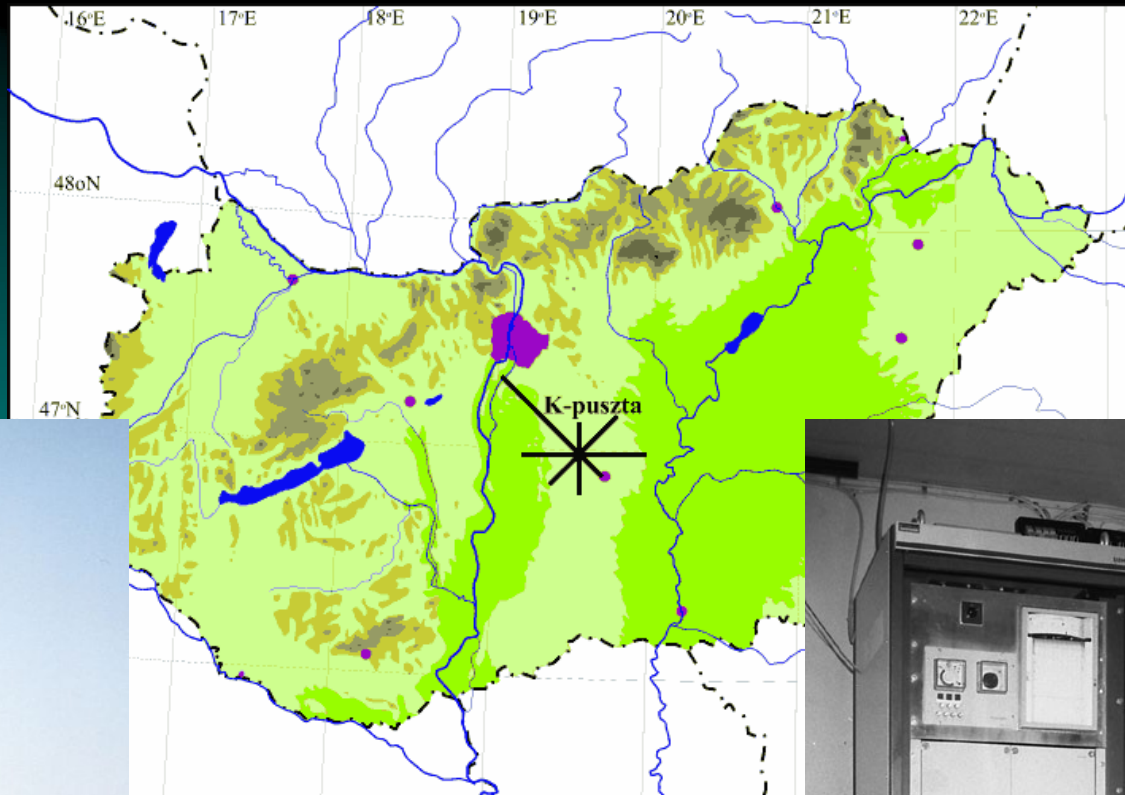


SYR - FIGURE 2-3

A sugárzási kényszer megoszlása az üvegházhatású gázok között



Forrás: IPCC, 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

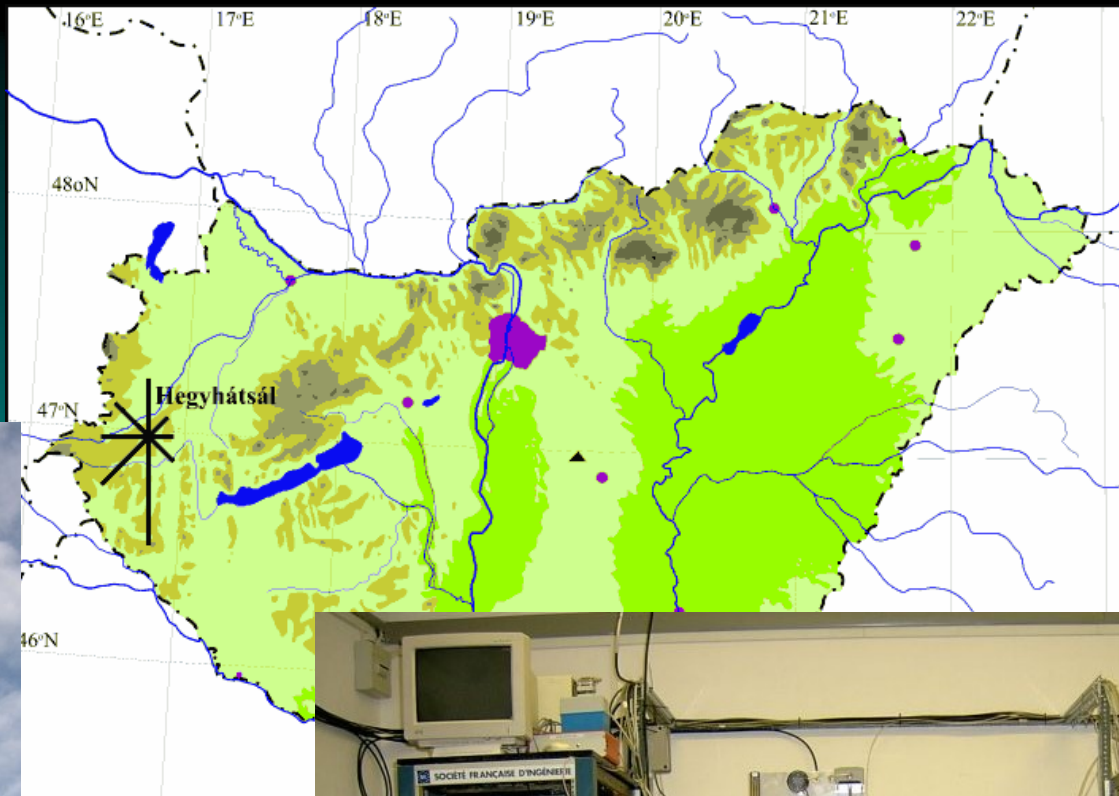


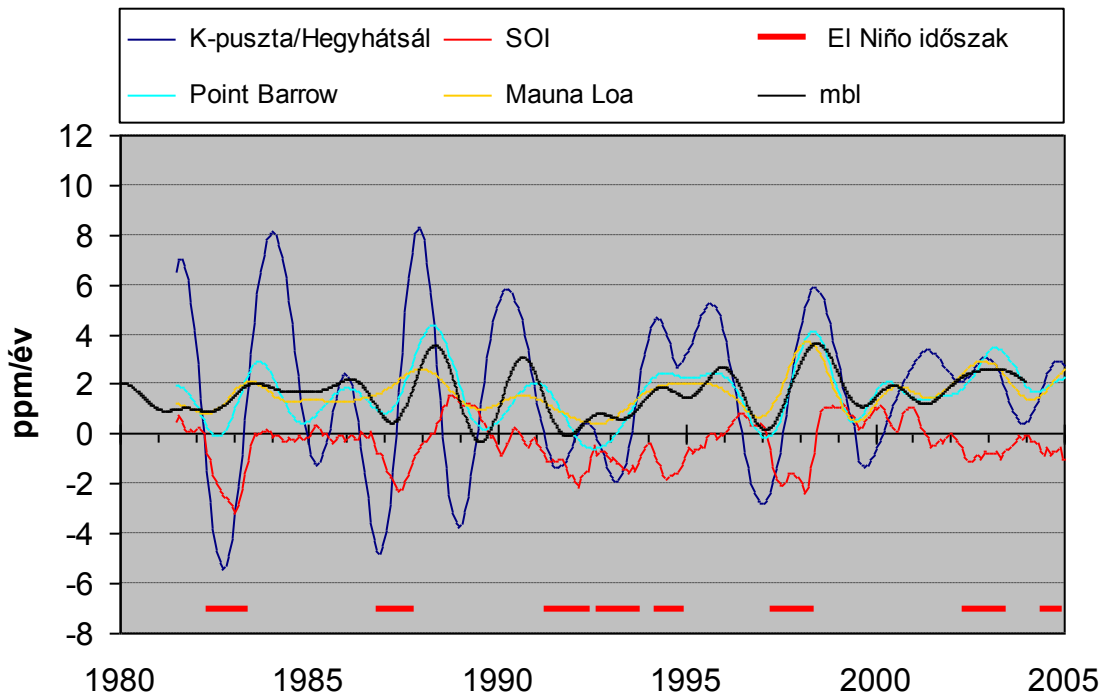
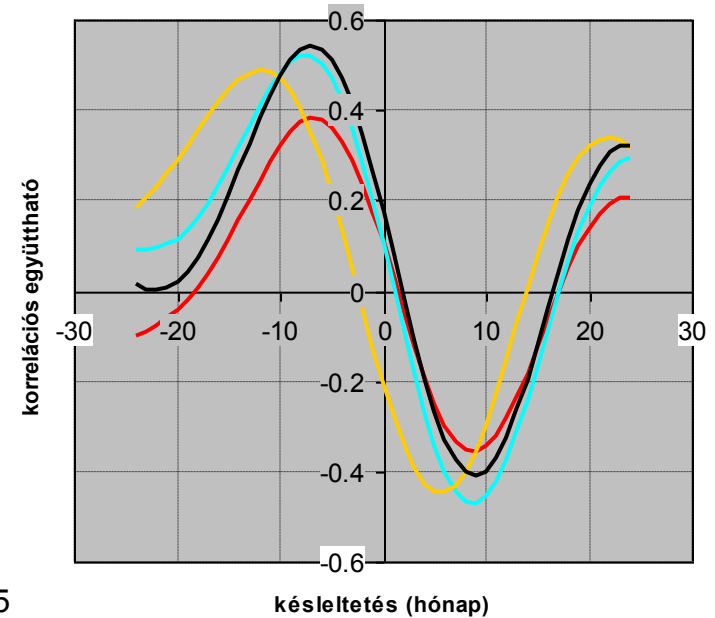
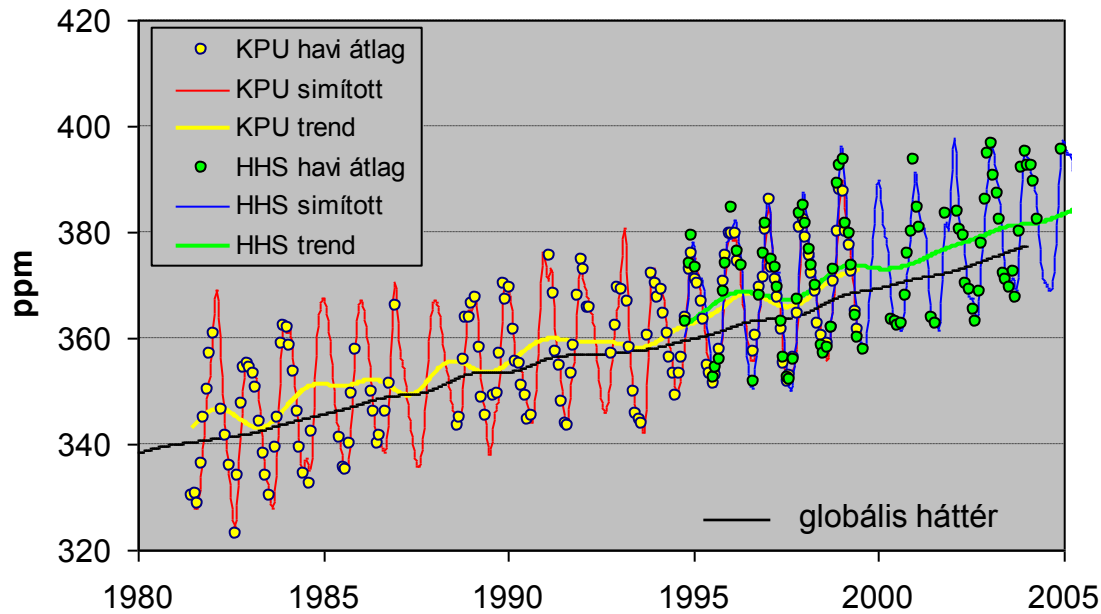
K-pushta
1981. június 5. — 1999. június 30.



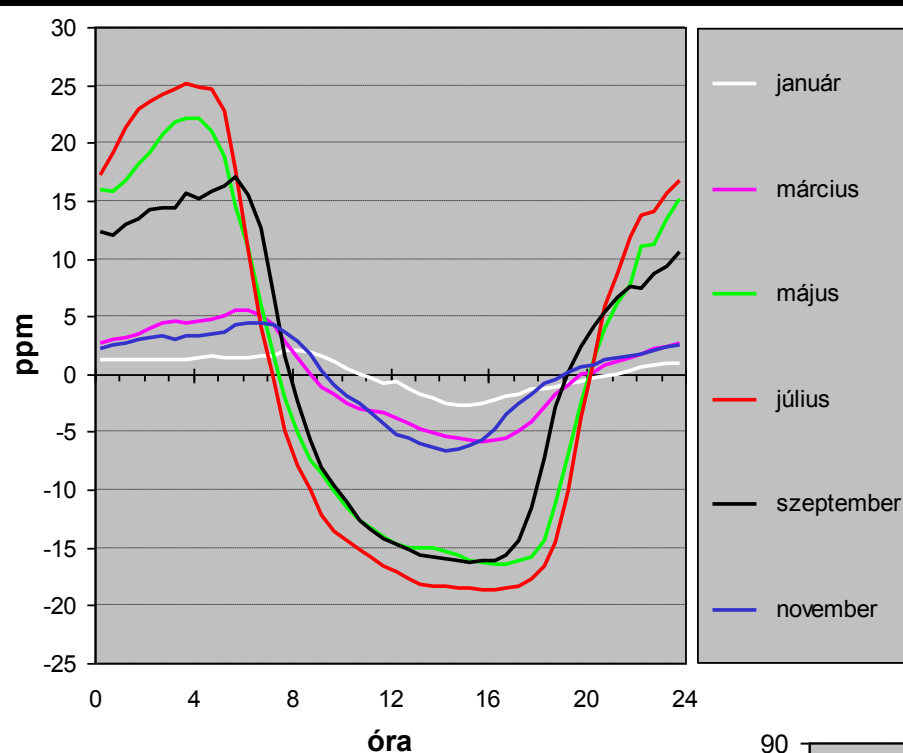
Hegyhátsál

1993. március 2.



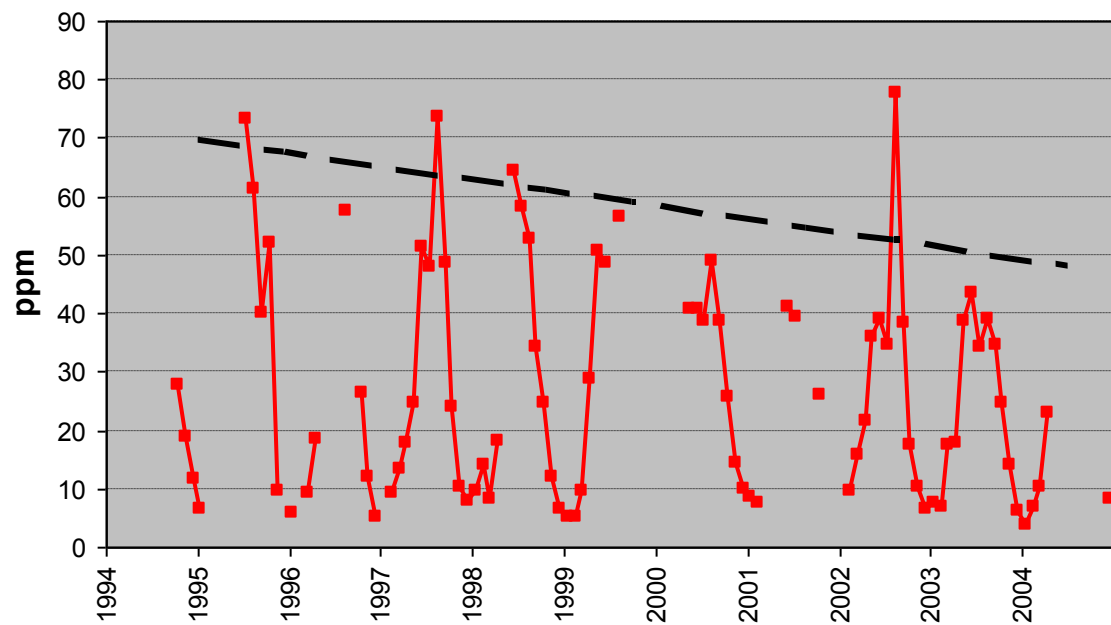


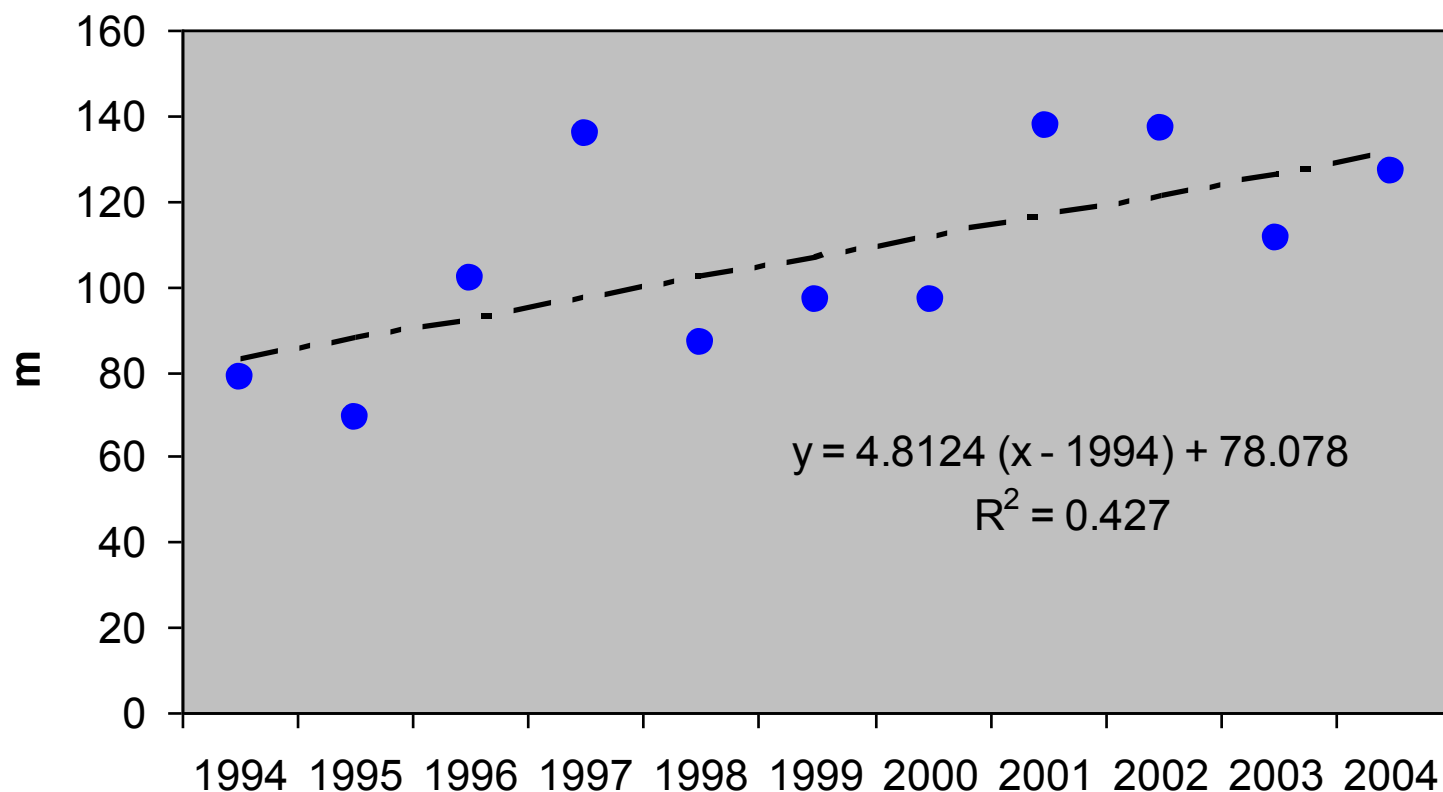
Az El Niño / Déli Oszcilláció
(ENSO) hatása a légkör
szén-dioxid
koncentrációjára



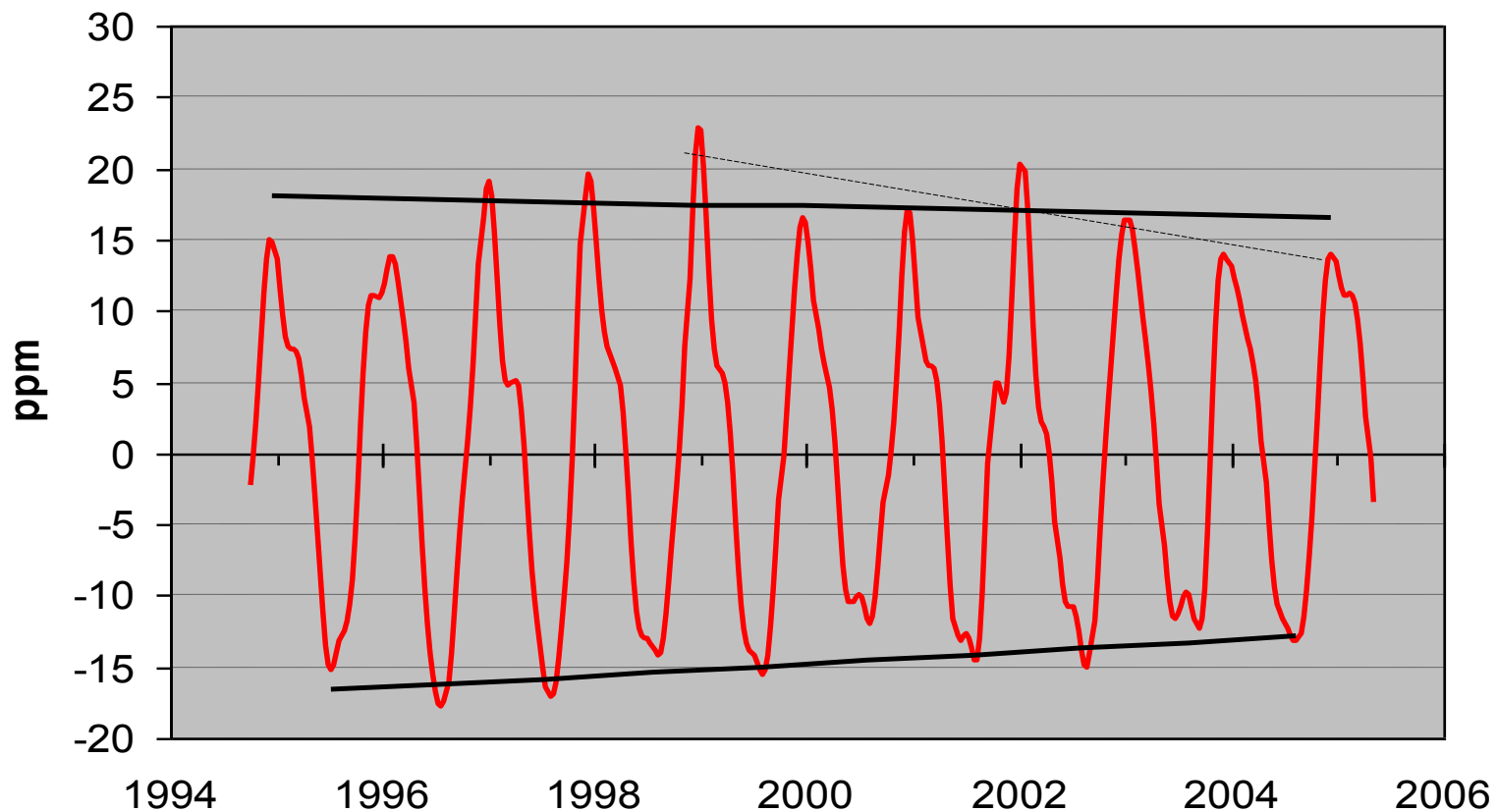
A szén-dioxid koncentráció napi amplitúdójának időbeli menete, a maximumok trendje

A szén-dioxid koncentráció napi menete





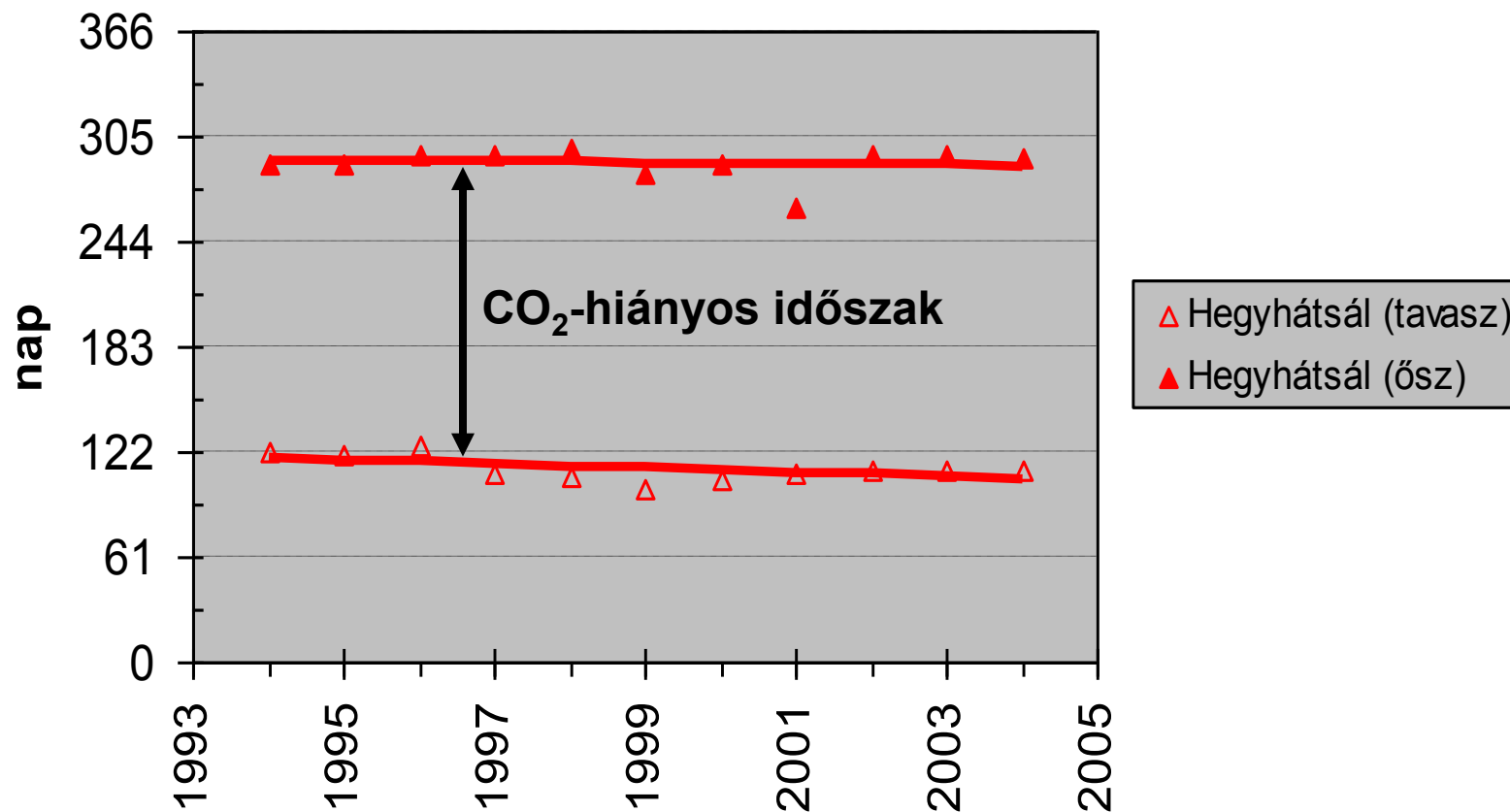
A nyári (június-augusztus) éjszakai (3 UTC) átlagos határréteg-
vastagság alakulása Hegyhátsál felett
(az ECMWF adatai alapján)



A szén-dioxid koncentráció évi menetének alakulása

36.5 ppm → 28.7 ppm / 0,78 ppm/év

aszimetrikus változás



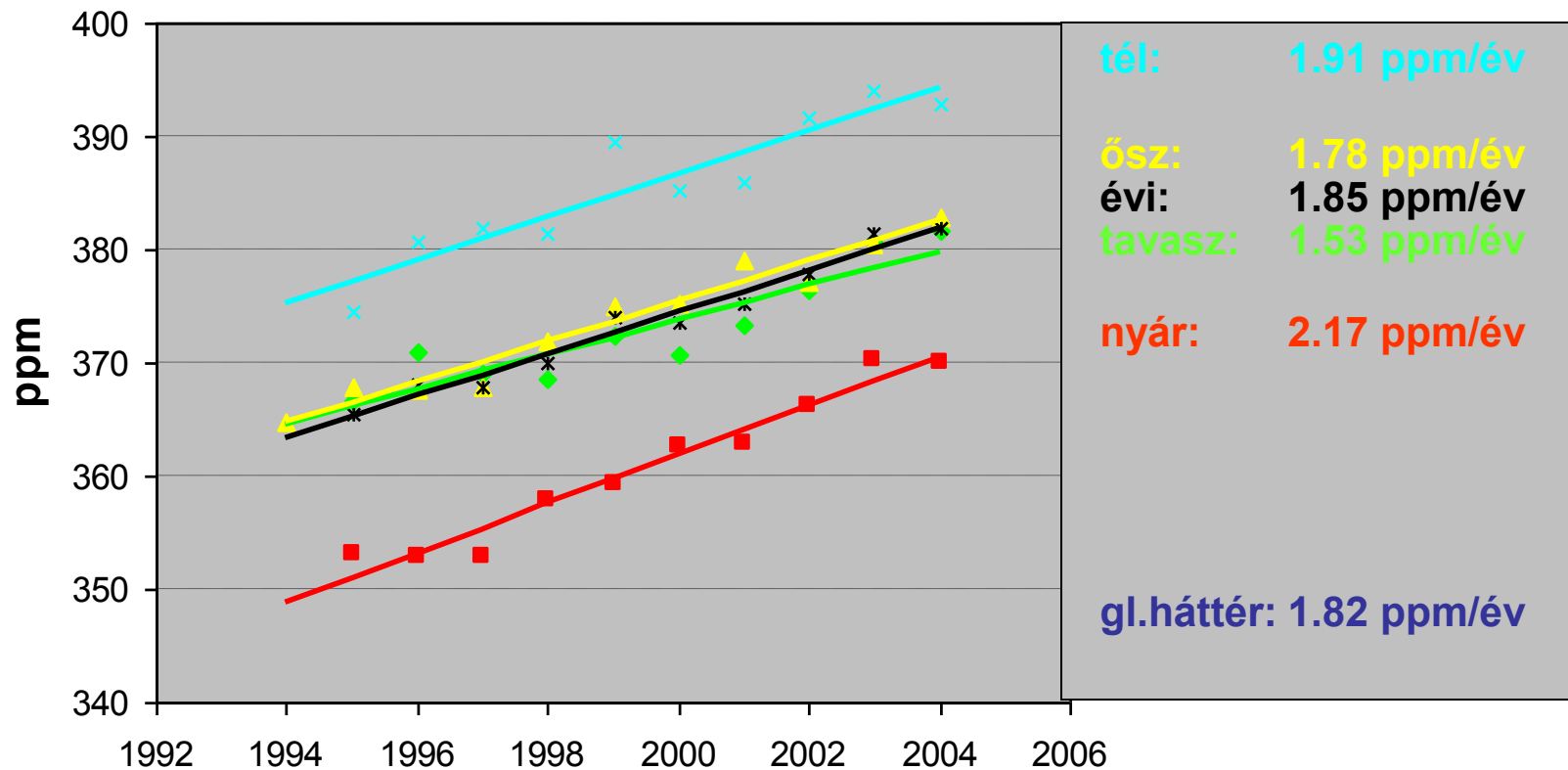
Változik az évi menet alakja

A relatív CO₂-hiányos időszak hossza nő – kb. 1 nap/év

Nő a vegetációs időszak hossza?

A csökkenő évi amplitúdó lehetséges okai:

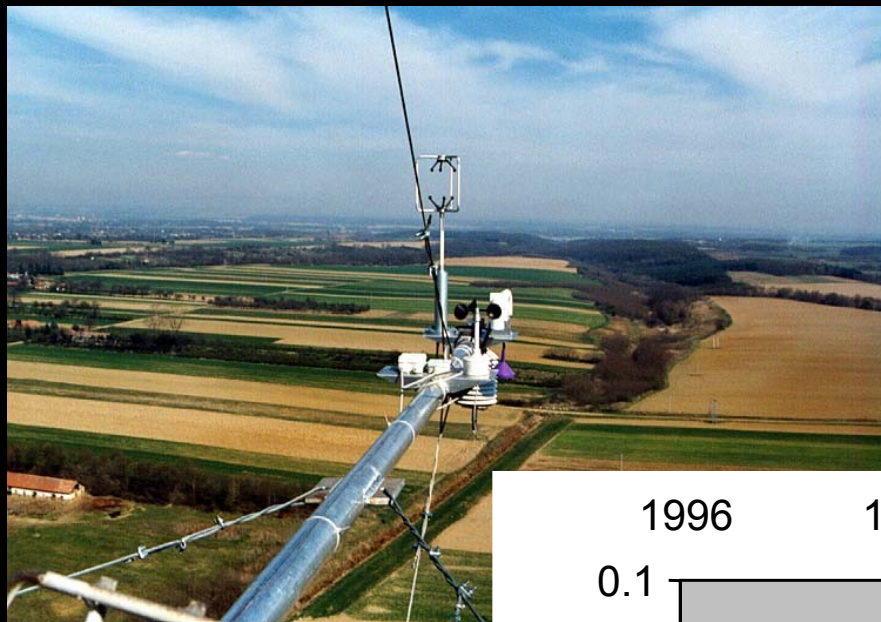
- csökkenő antropogén kibocsátás
Magyarországon és a környező országokban az antropogén CO₂ kibocsátás lényegében nem változott 1994 és 2004 között
- csökkenő téli légköri stabilitás
nincs jele
- csökkenő nettó bioszferikus CO₂-felvétel a nyári hónapokban



átlagosnál lassabb növekedés tavasszal (március-május),
átlagosnál gyorsabb növekedés nyáron (június-augusztus)

jelzi a vegetációs időszak korábbi kezdetét vagy az intenzívebb
bioszferikus szén-dioxid felvételt

jelzi a csökkenő nyári bioszferikus szén-dioxid felvételt

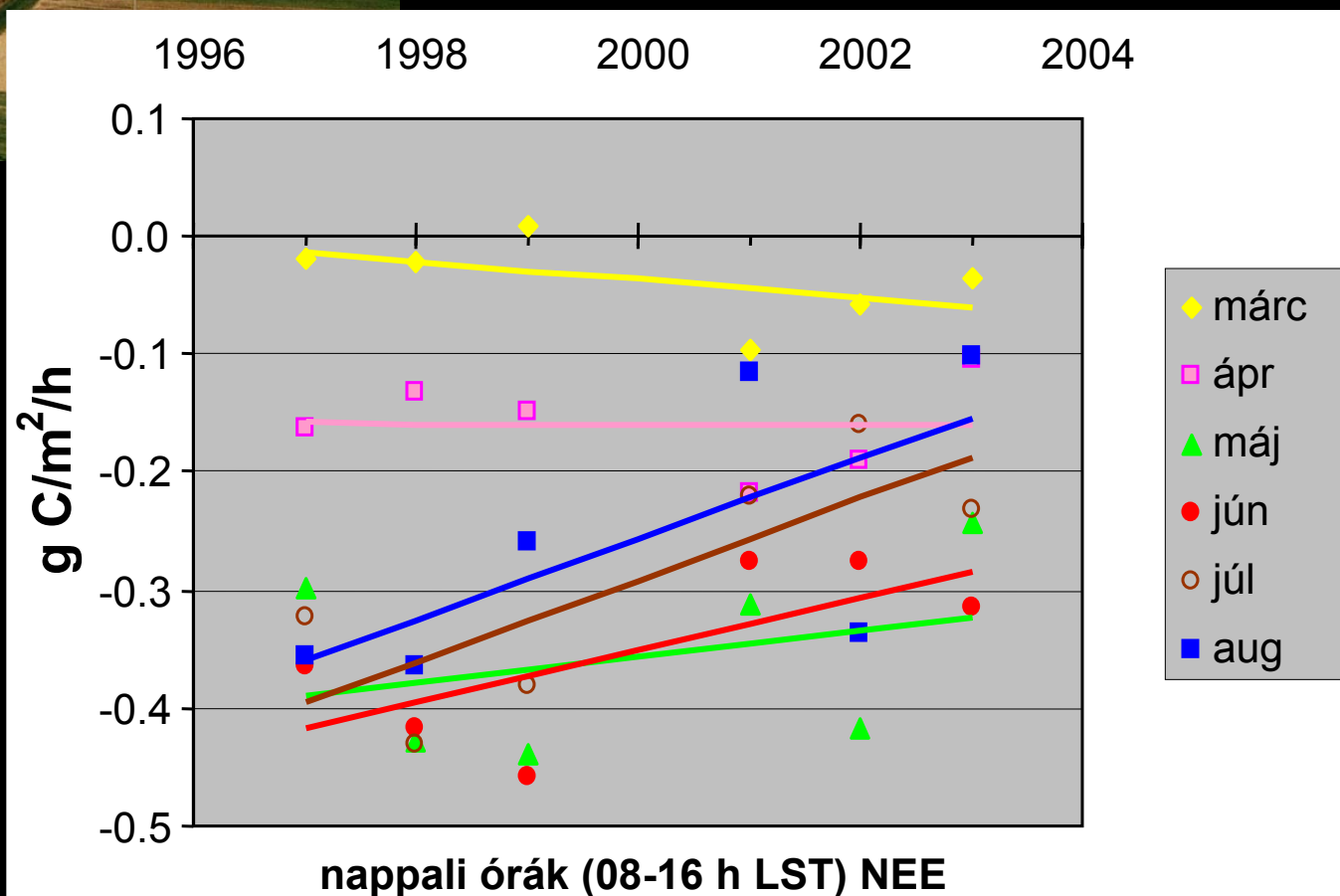


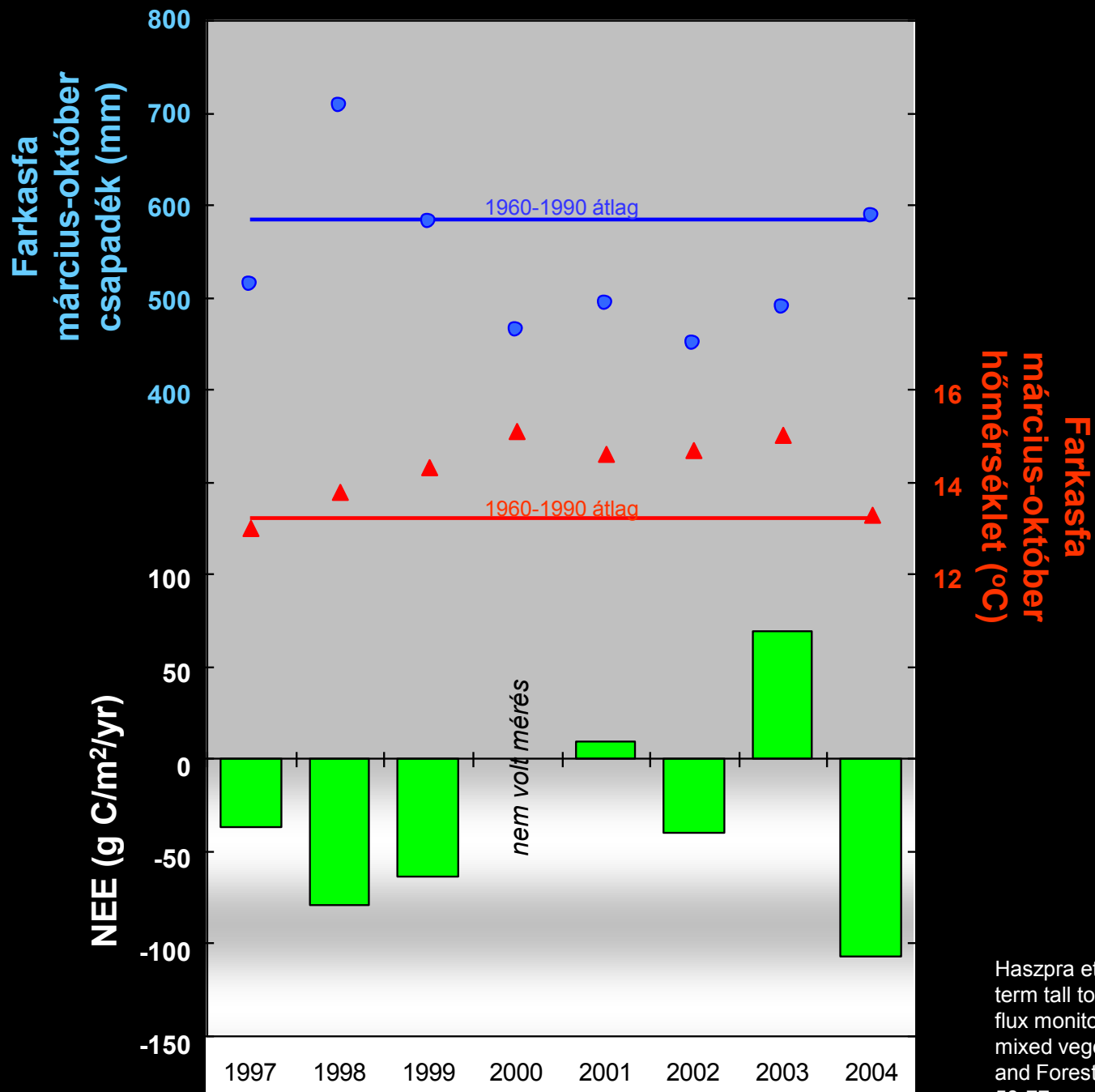
**kissé növekvő szén-dioxid felvétel
márciusban → a vegetációs időszak
kezdetének előbbre húzódása**

áprilisban nincs változás

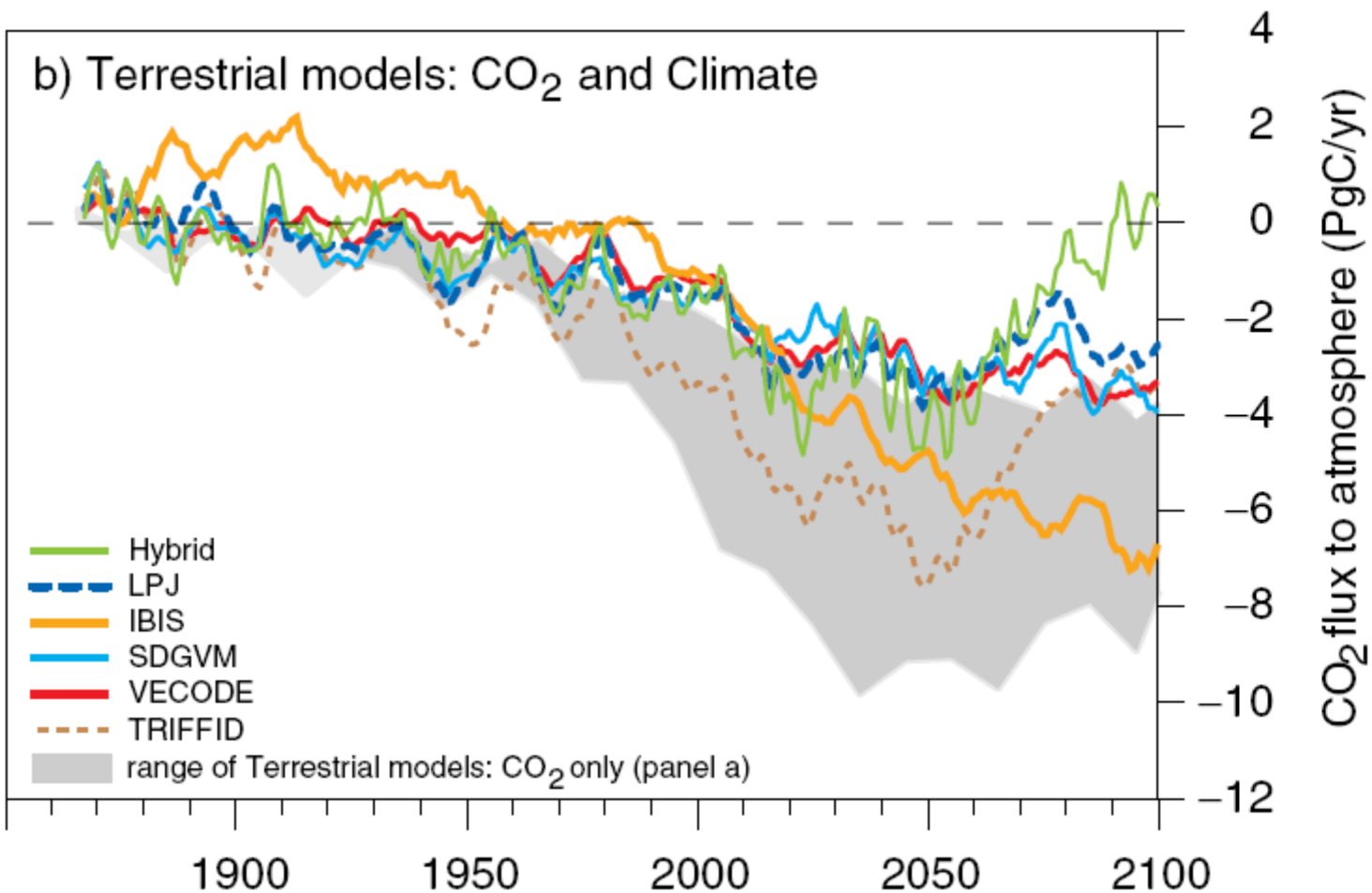
**csökkenő szén-
dioxid felvétel
májustól
augusztusig**

(különösen a nyár
második felében
[július-augusztus])



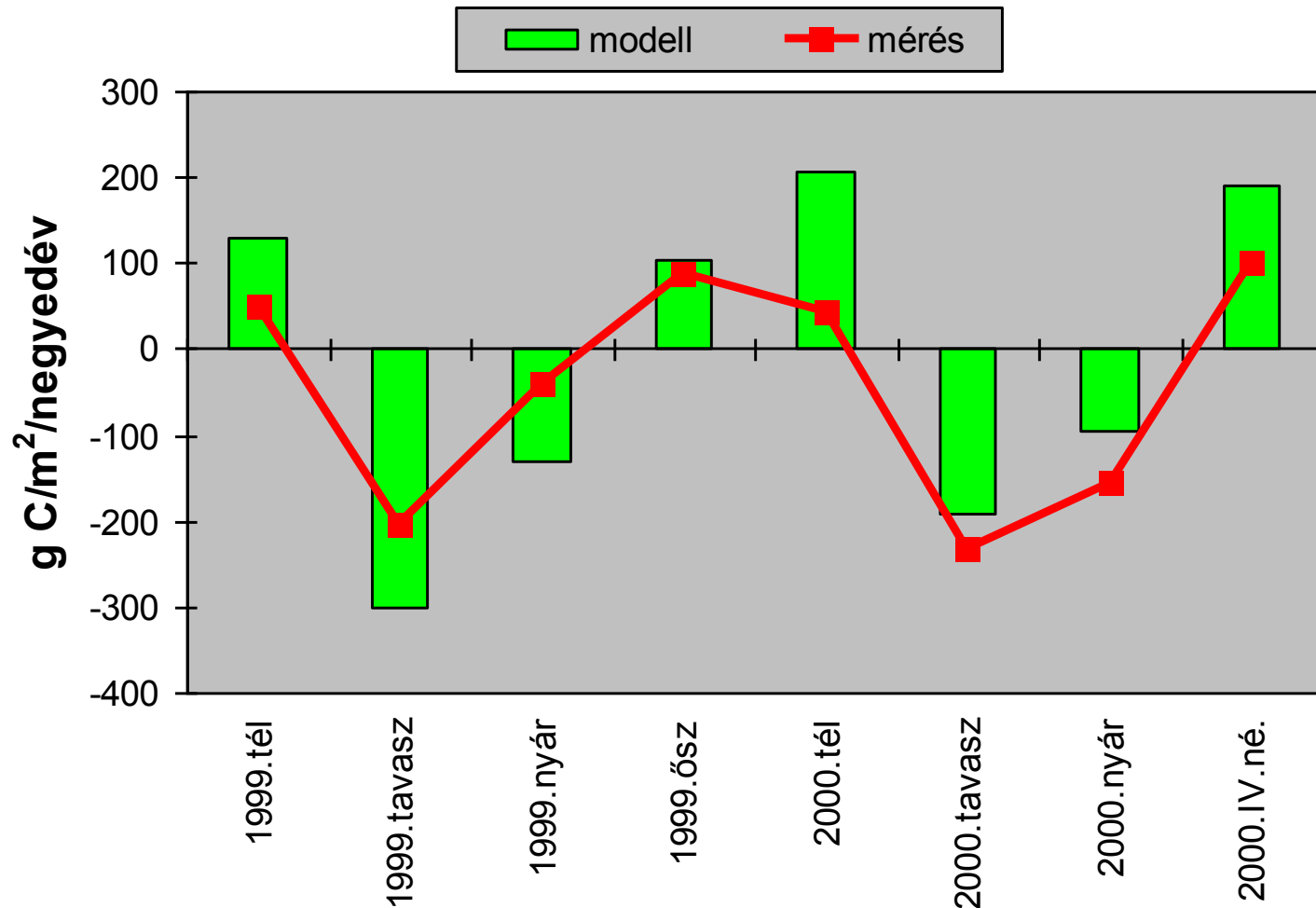


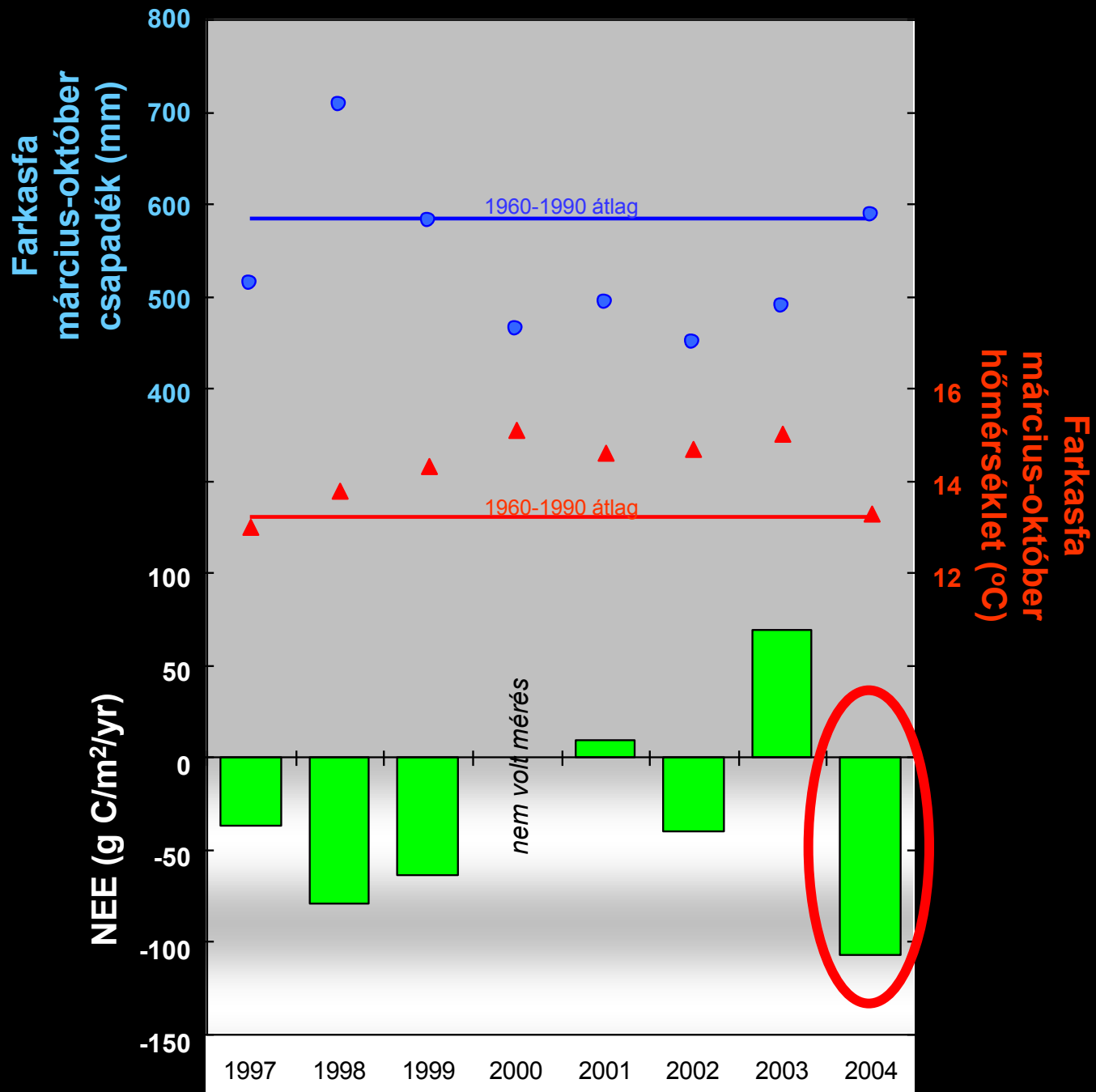
Haszpra et al., 2005: Long term tall tower carbon dioxide flux monitoring over an area of mixed vegetation. Agricultural and Forest Meteorology 132, 58-77.



BIOME-BGC

folyamat orientált ökológiai rendszer modell





Néhány következtetés:

- a légköri CO₂ koncentráció rövid távú ingadozása indikátora lehet a regionális éghajlat ingadozásának
- a fokozatosan melegebbé és szárazabbá váló vegetációs időszak az 1990-es évek végétől 2003-ig egyre csökkentette a bioszféra szén-dioxid felvételét, amely 2003-ra nettó szén-dioxid forrássá vált
- a hűvösebb és csapadékosabb (átlaghoz közeli) időjárás visszatérével 2004-ben és 2005-ben ismét nettó szén-dioxid nyelővé vált
- természetes viszonyok között bebizonyosodott, hogy az éghajlat melegebbé és szárazabbá válásával a bioszféra-talaj rendszer nettó szén-dioxid nyelőből nettó szén-dioxid forrássá válhat