

MÉRNÖKÖK A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSÉRT

SZOMBATHELY, 2023. MÁRCIUS 5.

A GLOBÁLIS VÍZVÁLSÁGTÓL A LOKÁLISIG: A JÖVŐ KOCKÁZATAI ÉS LEHETŐSÉGEI - KIHÍVÁSOK A MÉRNÖKÖKNEK

Szöllősi-Nagy András Ph.D, DSc.

**Nemzeti Közzolgálati Egyetem, Budapest
Sustainable Water Futures Program, Brisbane**

A MÉRNÖKSÉG VILÁGNAPJA A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS ELŐMOZDÍTÁSÁRA

- **40. UNESCO KÖZGYÜLÉS 2019. NOVEMBER**
- **MÁRCIUS 4**
- **A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS TECHNOLÓGIA /
MÉRNÖKSÉG NÉLKÜL NEM ÉRHETŐ EL**
- **MÉRNÖKI SZERKEZETEK NÉLKÜL NINCS FF**
- <https://www.unesco.org/en/days/engineering-sustainable-development>

CSAKUGYAN KÖZELEG EGY FENYEGETŐ GLOBÁLIS VÍZVÁLSÁG?

**Vége a könnyű
víz-hozzáférésnek??**

**Tartunk a
fenntarthatatlanság felé?**

EGYFELÖL: VÍZHIÁNY



NÖVEKVŐ GYAKORISÁGÚ ÉS TARTÓSSÁGÚ ASZÁLYOK

Boulder-dam ->

Lake Mead

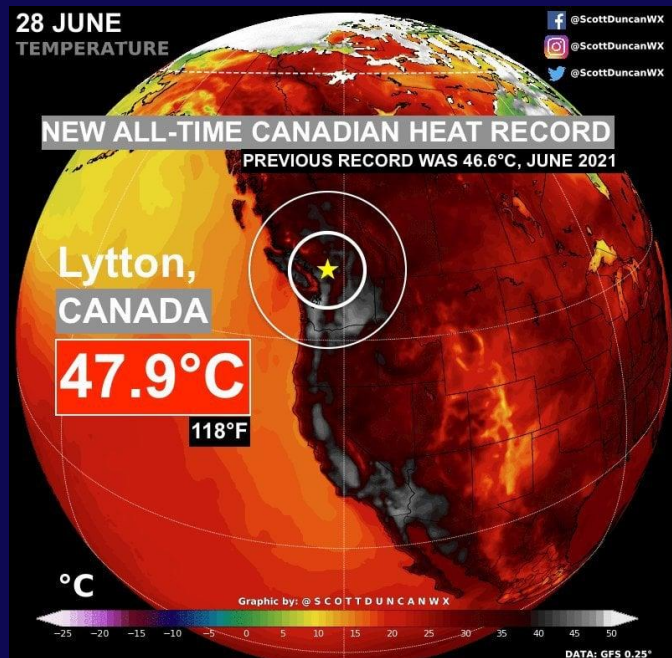




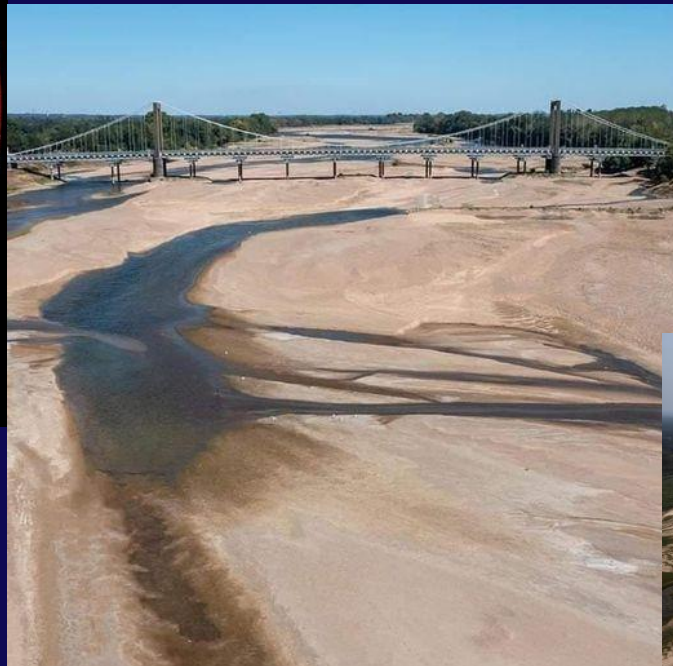
Oroville Dam, California, USA

Hőhullámok és aszály

Kanadai hőhullám 2021



Kisvíz a Loire mellékfolyóján 2022



Visztula, 2022 augusztus 21

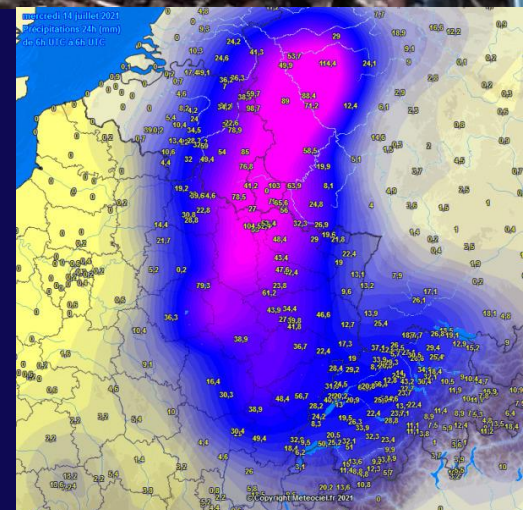


MÁSFELÖL: VÍZBŐSÉG

Emilia-Romagna régió

Bologna, 2023. május 2-3.





Alten Ahr, 2021 július 13-15.

Rheinland Pfalz, "Bernd" ciklon

Belgium, 2021 július





RINYA-PATAK VILLÁMÁRVÍZ



2020. július 26-án a hajnali órákban a Rinya-patak áradása elsodorta a közúti hidat a 68-as főút Nagyatádot elkerülő szakaszán.

Globális változások és a víz: tényleg baj van vagy humbug az egész?

- **A klíma hosszú távú, tartós
változására utal, függetlenül az
okoktól.**

Klímaváltozás \neq Időjárás(változás)
**(A pár évtizednél rövidebb változások, mint az
El Niño nem számítanak klímaváltozásnak.)**

HIPOTÉZIS:

**A KLÍMAVÁLTOZÁS
LEGNAGYOBBRÉSzt
A VÍZRŐL SZÓL**

**MI A HELYZET
GLOBÁLISAN
REGIONÁLISAN
ÉS
LOKÁLISAN?**

Vegyük észre, hogy

**A LOKÁLIS
PROBLÉMÁKNAK
GLOBÁLIS
PEREMFELTÉTELEI
VANNAK –
ÉS MEGFORDÍTVA**

SZALAGCÍM !!!!!

VÁLTOZIK A KLÍMA !!!

(UHUM, MÁR 4 MILLIÁRD ÉVE ...)



NEGATÍV HATÁS



Természeti katasztrófák száma 1900 és 2007 között

A katasztrófák száma

500 esemény/év

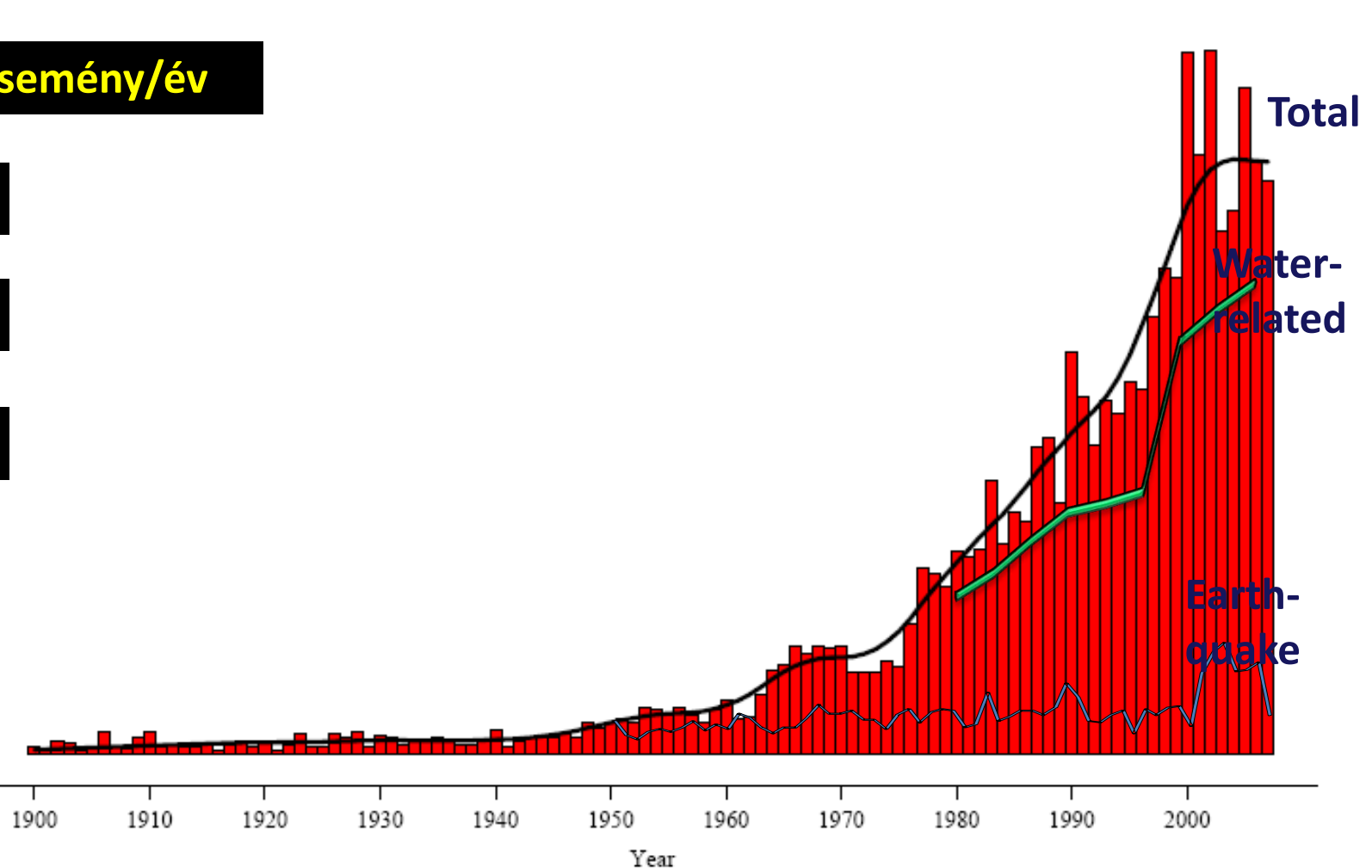
400

300

200

100

0



EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database - www.emdat.be - Université Catholique de Louvain, Brussels - Belgium

**CSAKUGYAN
KÖZELEG EGY
FENYEGETŐ
GLOBÁLIS VÍZ /
KLÍMAVÁLSÁG?**

A XXI. század fő vízbiztonsági kihívásai

85%



az emberiségnek arid területeken él. 2030-ra a világ népességnek fele igen erős víz-stressznek kitett területeken él.

85%



a világ szennyvizeinek tisztítás nélkül kerül a befogadókba.

750 millió



ember él biztonságos víz nélkül és 2,5 milliárdnak nincs szanitációja (2019).

50 %



az édesvízi élőlények számának csökkenése az elmúlt 30 évben.

6-8
millió



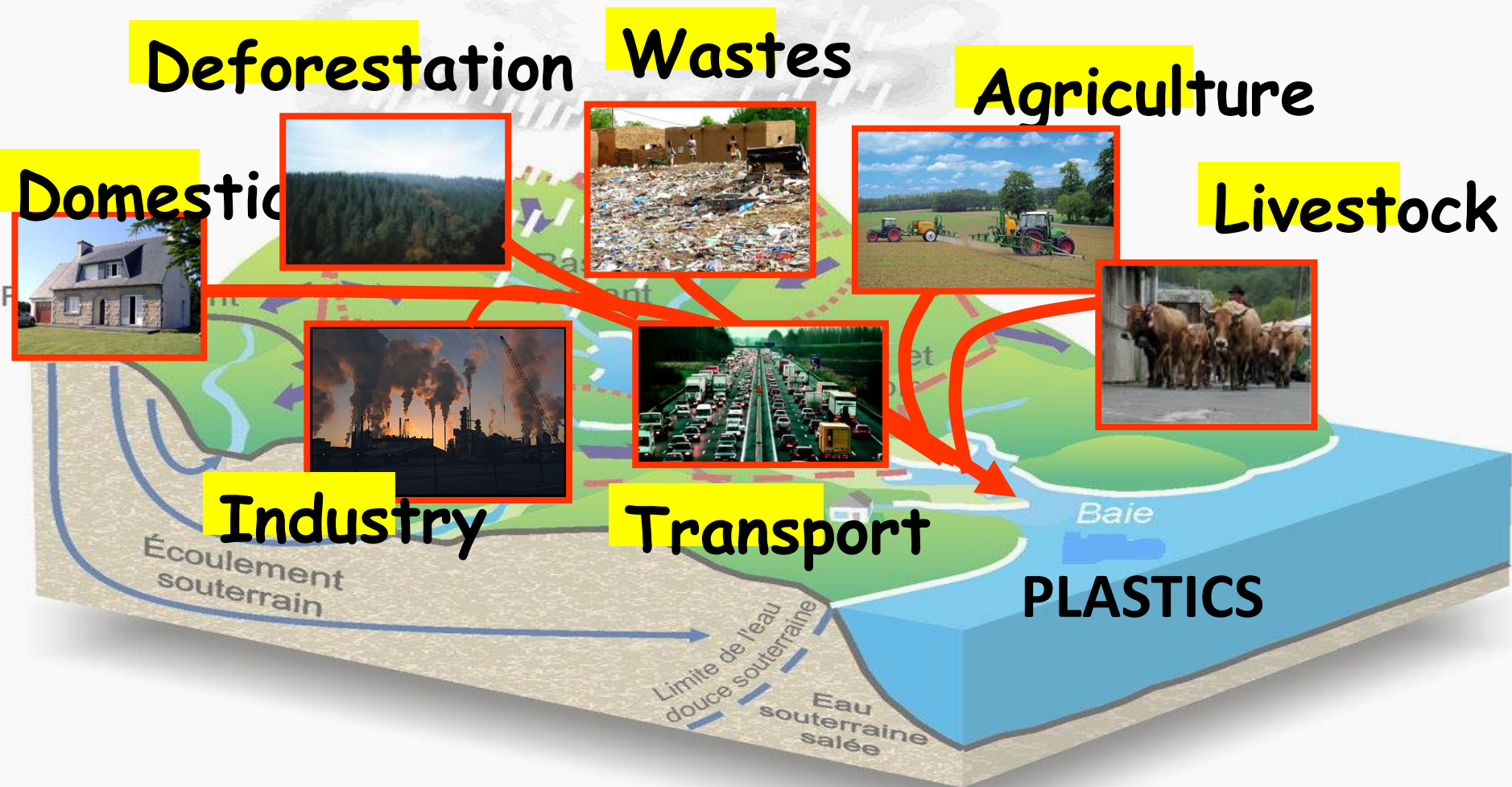
millió ember hal meg évente vízzel kapcsolatos katasztrófákban és betegségekben

620



határon átnyúló felszínalatti víztartó, melyeken 2-4 ország osztozik.

A szennyezés 85%-a vízgyűjtőről származik



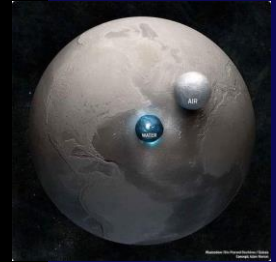
MI MENNYI?

A Föld vizeinek eloszlása: 97.5 vs. 2.5 %

- 41,000 km³
- A James Bond jelenség

.007

Tavak, tározók [LENTIKUS] VS folyók, vízfolyások [LOTIKUS]
(90% tavakban: 20 % Nagy Tavak, 40% Bajkál tó, Balaton ...)

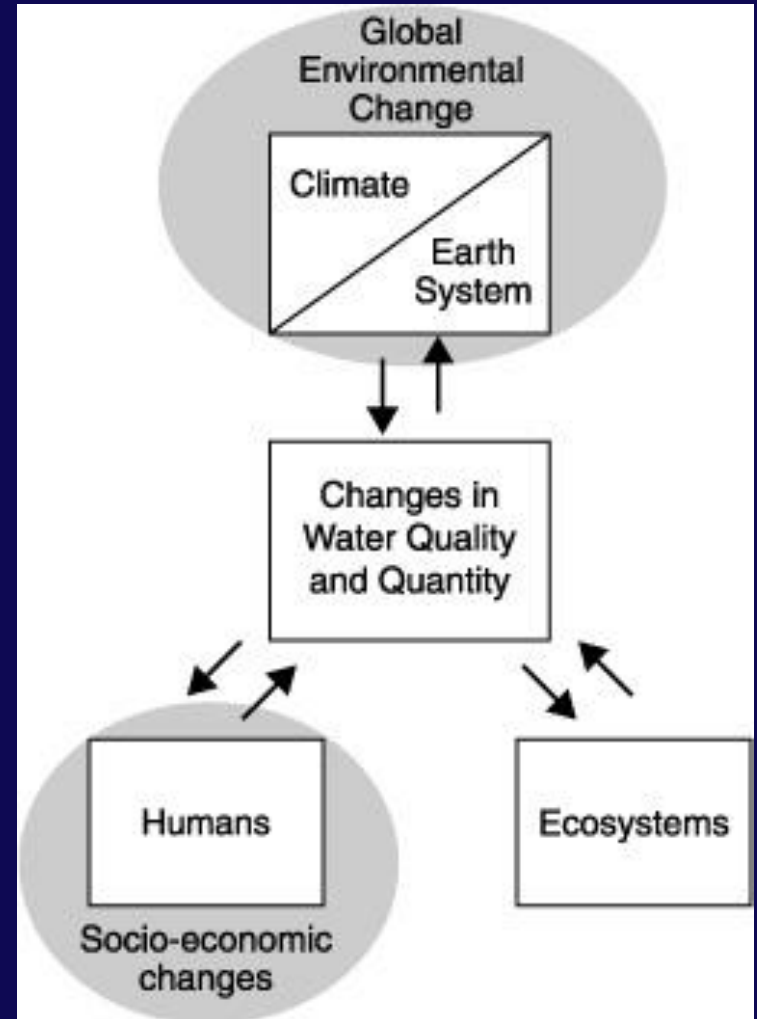




A GLOBÁLIS VÍZKÖRFOLYAMAT



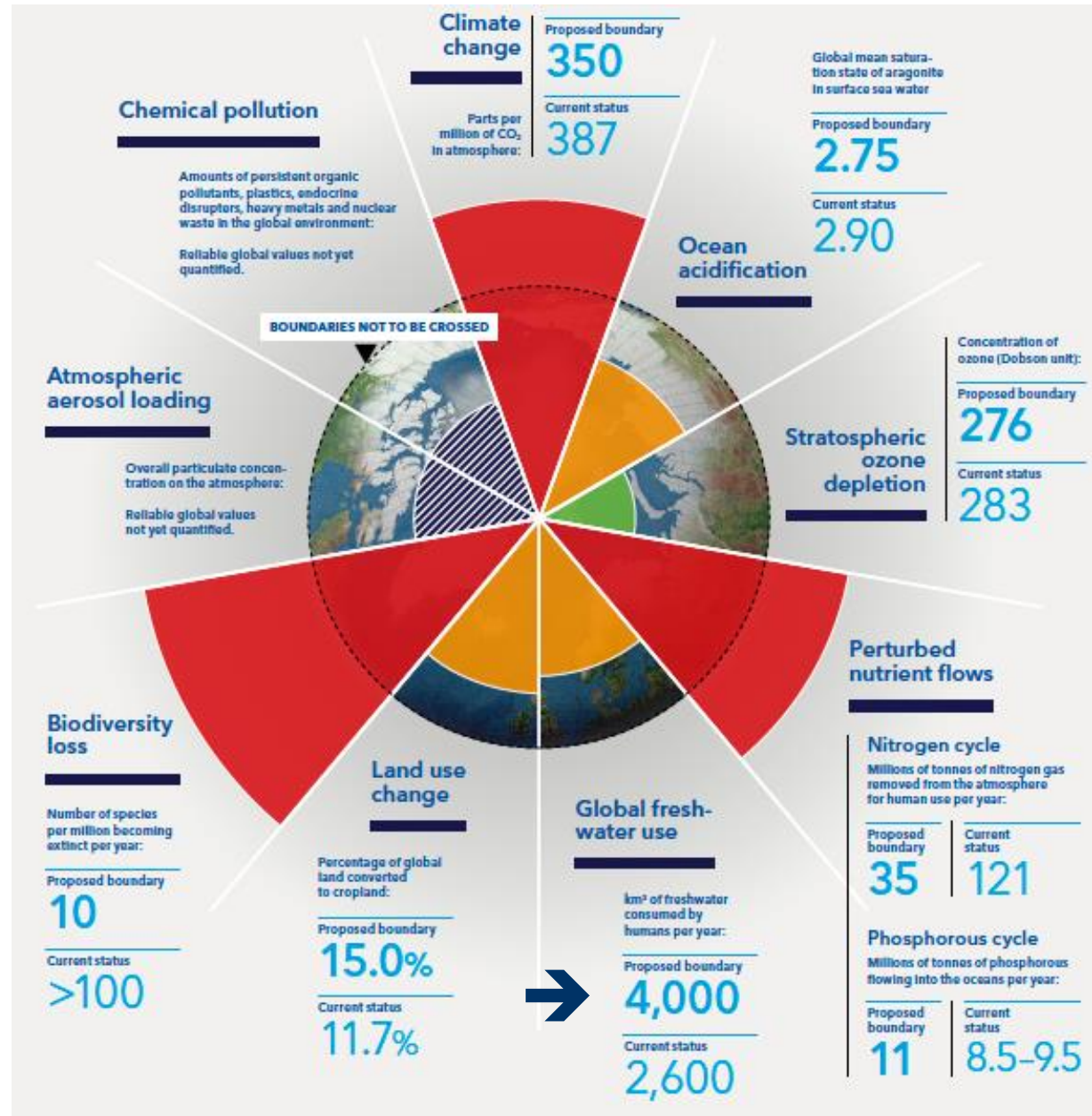
- A hidrológiai **ciklus** összeköti a planetáris rendszerek elemeit
- Erős kölcsönhatások
- Egy rész változása “végigfut” az egész rendszeren



Planetáris határok

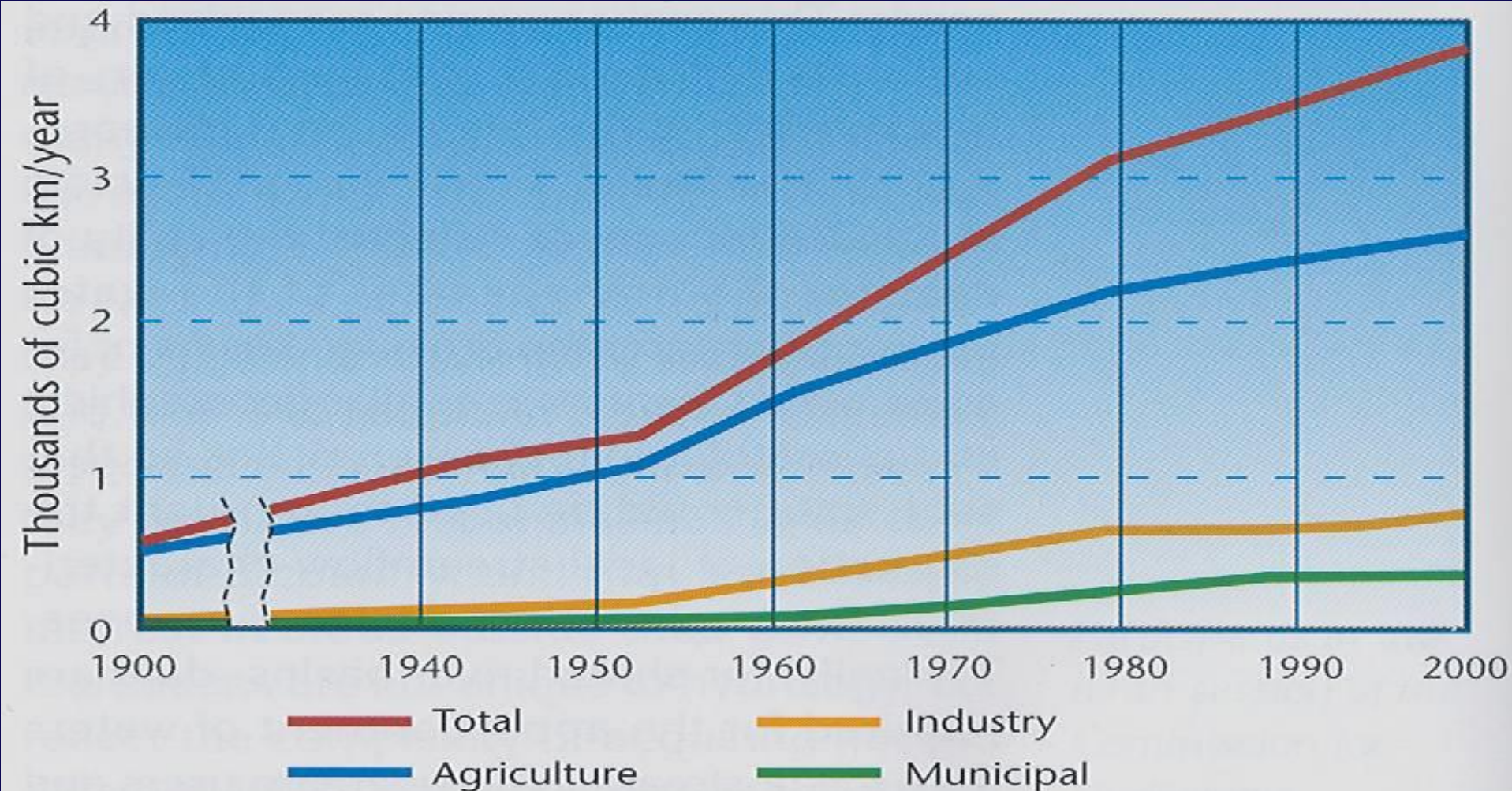
Most: 410 ppm

- Areas where we have exceeded the boundaries and are continuing to move further beyond them.
- Areas where we are still below the boundary values, but are moving towards them.
- Area where international political agreements have allowed us to start moving away from a boundary – in the correct direction.
- Areas where no boundary values were established.

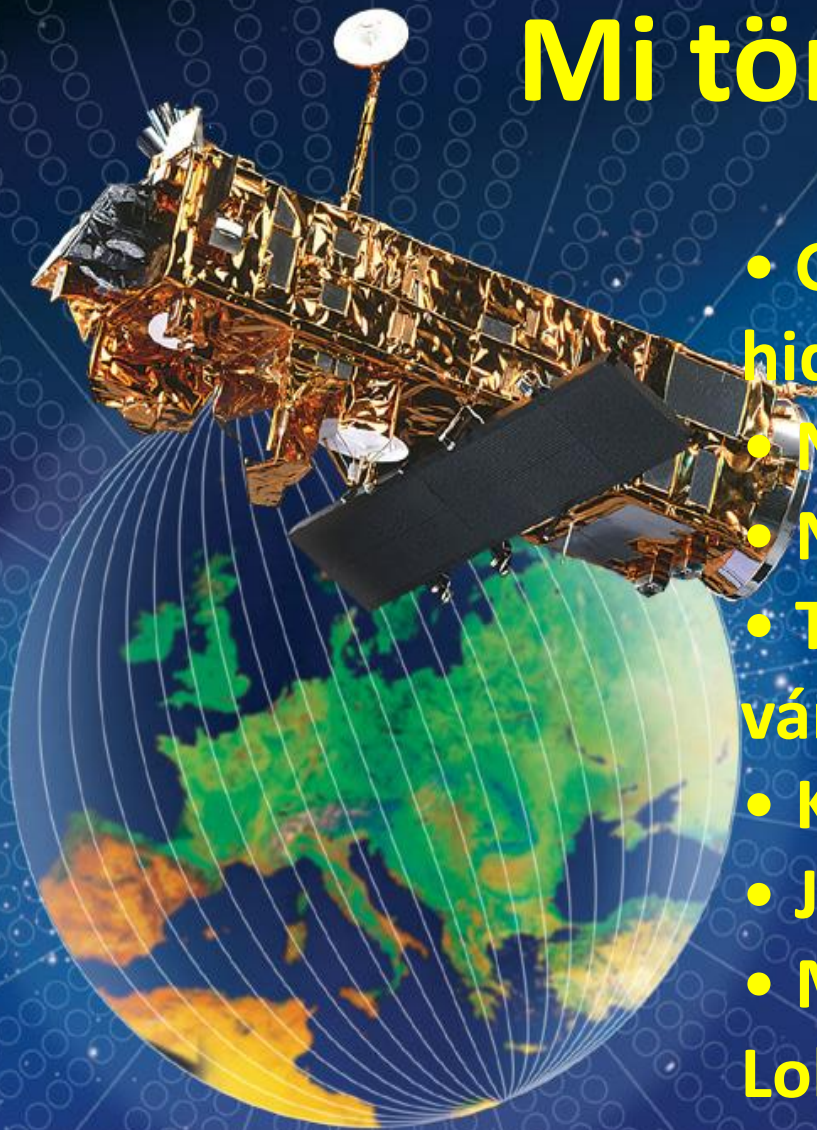


(Rockström, et al., Nature, 2009, DNV GL Report 2014)

A VÍZHASZNÁLAT NEM FENNTARTHATÓ TRENDJE [1000 KM³/ÉV]



Mi történik?

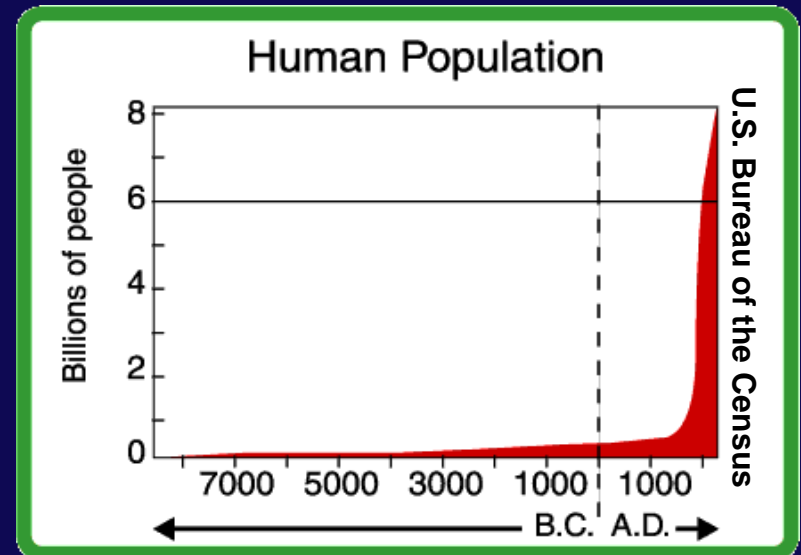


- Gyorsulóban a hidrológiai körfolyamat?
- Növekvő kockázat?
- Növekvő sebezhetőség?
- Több katasztrófa várható?
- Kevesebb víz fejenként?
- Jön a vízkrízis?
- Milyen krízis? : Globális? Lokális?
- Minek a krízise? A vízé? Az intézményeké?

A MEGHAJTÓK

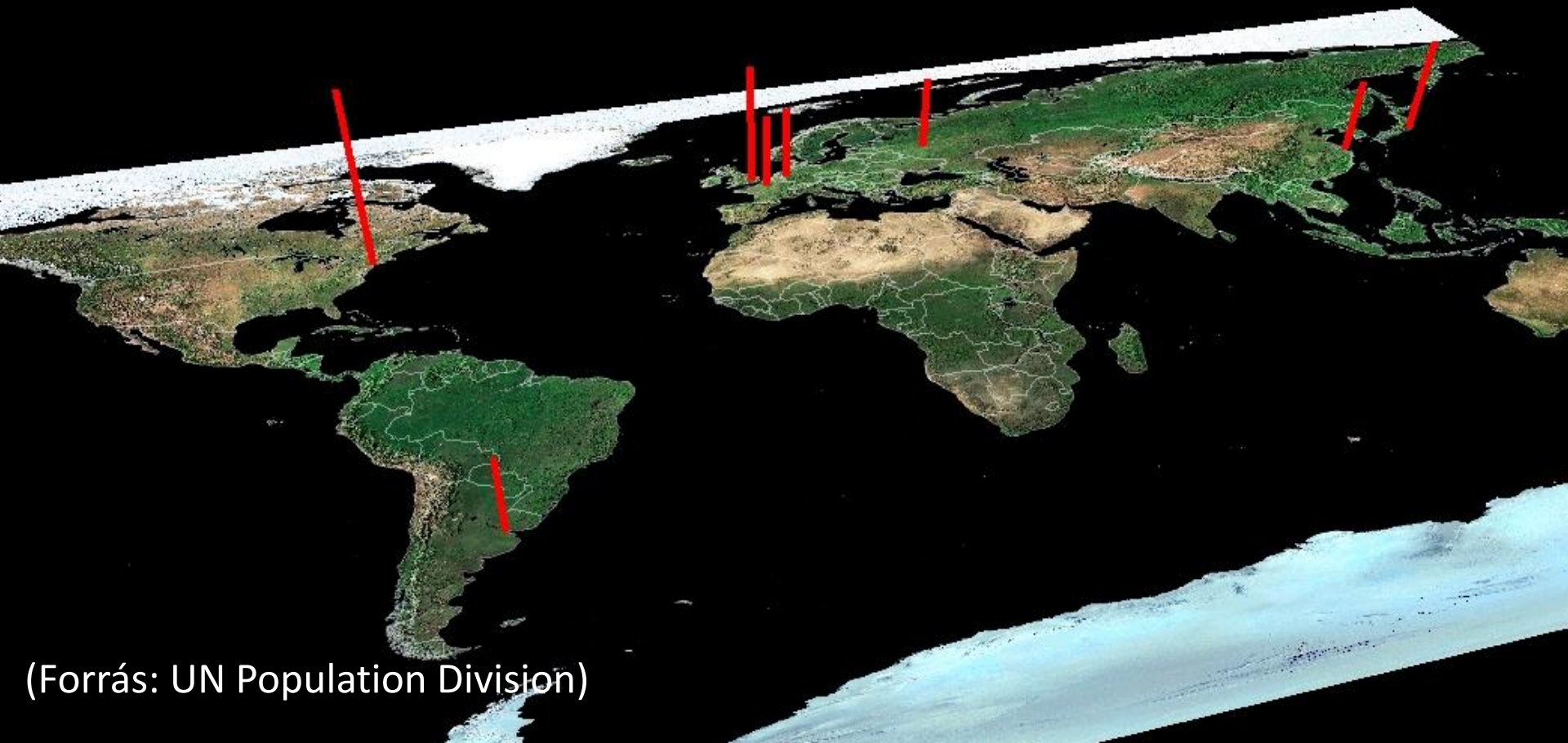
A globális változások fő okai:

- A népesség növekedése, migrációja és kor-szerkezete
- Geo-politikai változások
- Kereskedelem (virtuális víz), támogatások
- Technológiai váltások
- Klímaváltozás



Az 5 milliós népességet meghaladó világvárosok

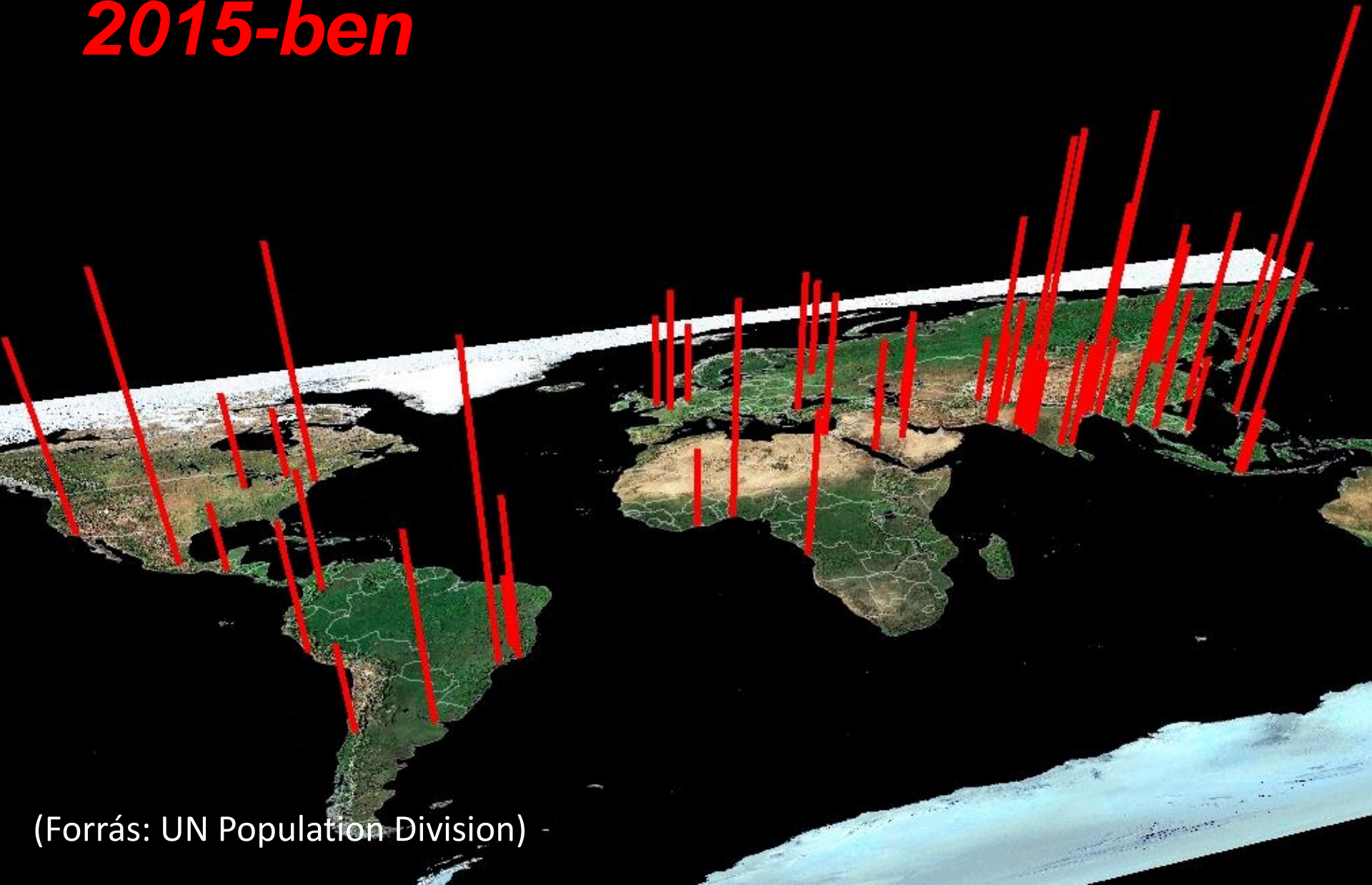
1950-ben



(Forrás: UN Population Division)

Az 5 milliós népességet meghaladó világvárosok

2015-ben



(Forrás: UN Population Division)





POLLÚCIÓ

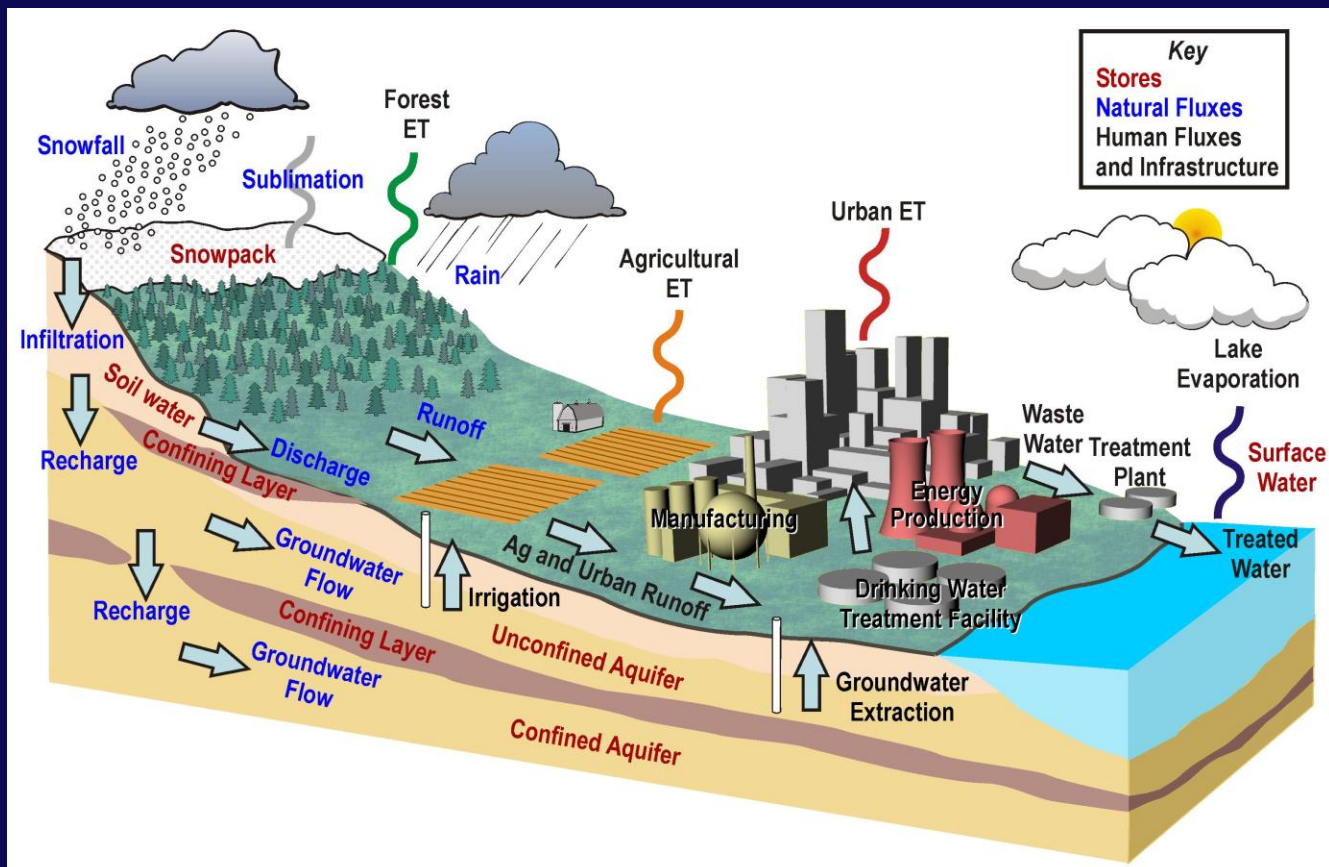
Wallpapers Junction Com



PAUPERITÁS

A HATÁSOK

Az ANTROPOCÉN mindent, ideértve idősoraink statisztikáit is, megváltoztatott

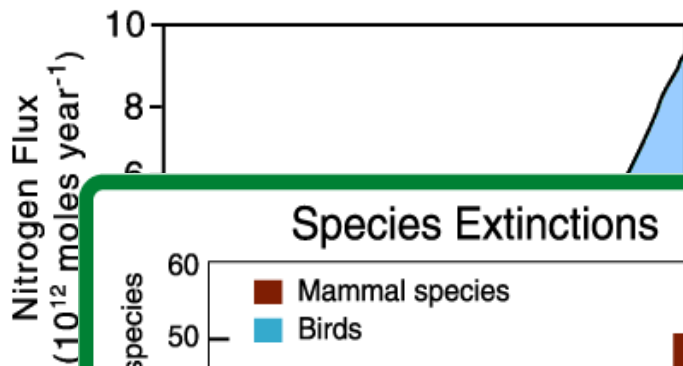


A globális változás hatásai

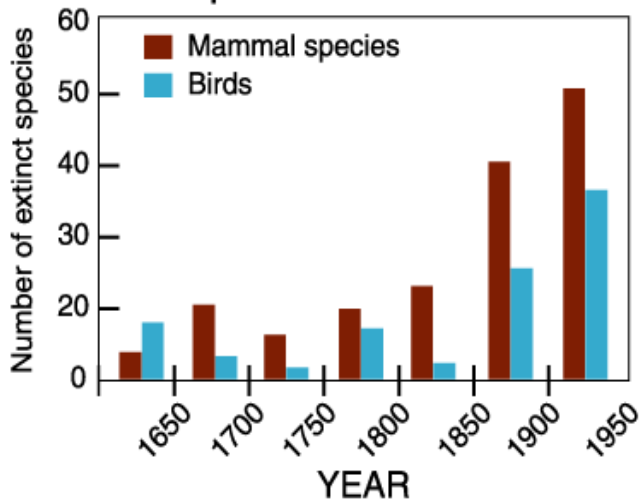
- A globális változás több, mint klímaváltozás
- A változásnak környezeti **ÉS** társadalmi dimenzió vannak
- A változás valóban globális méretű

Például:

Nitrogen Flux to Coastal Zone

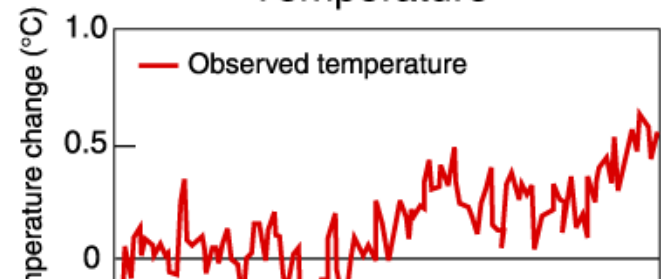


Species Extinctions

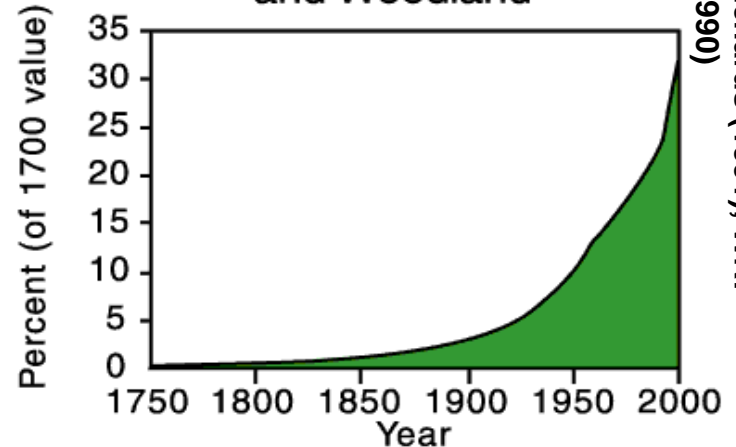


Reid & Miller (1989)

Temperature



Loss of Tropical Rain Forest and Woodland



Richards (1991), WRI (1990)

Vitousek (1994)

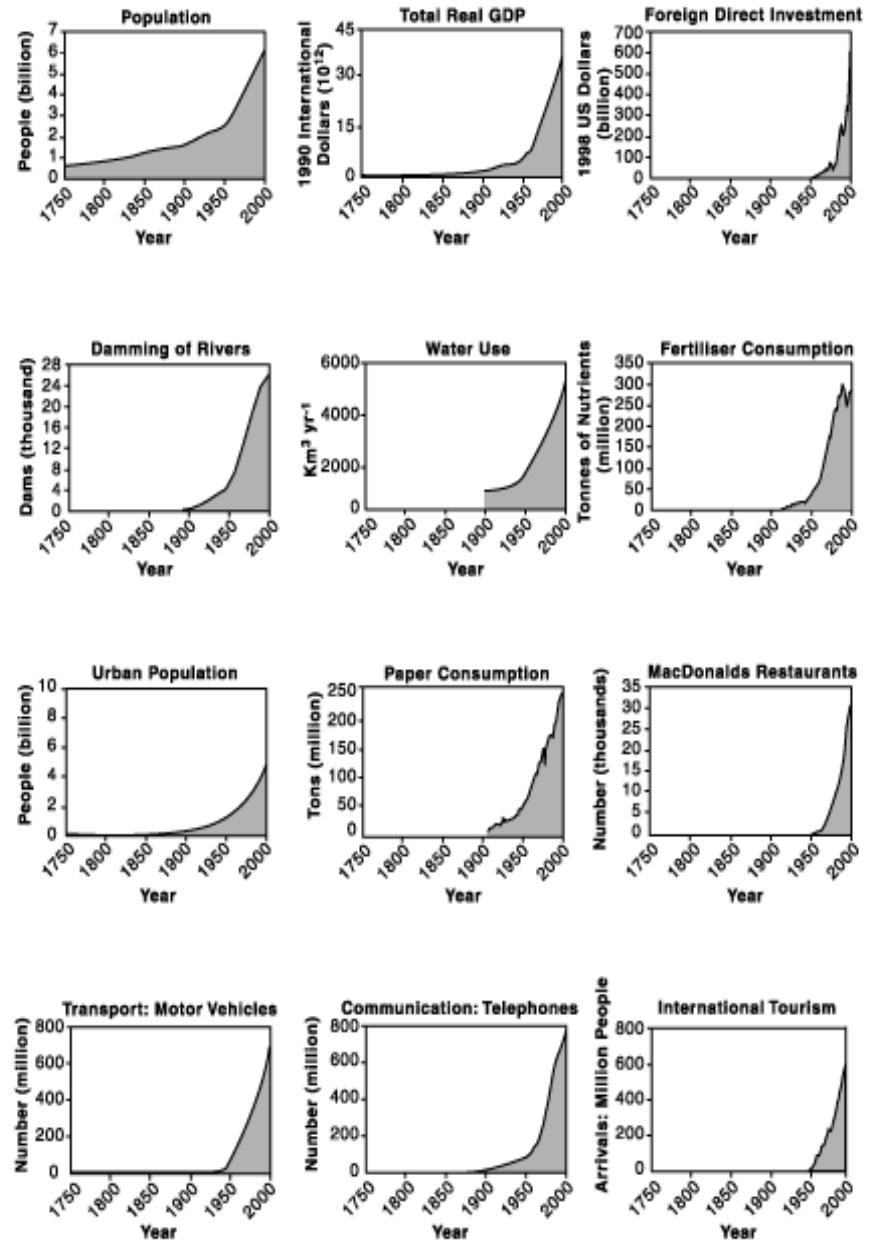
YEAR

CO₂ concentration (μL/L)

NOAA

Úgy tűnik, hogy minden EXPONENCIÁLIS

Ha ez igaz, akkor a
stacionaritásnak
vége.

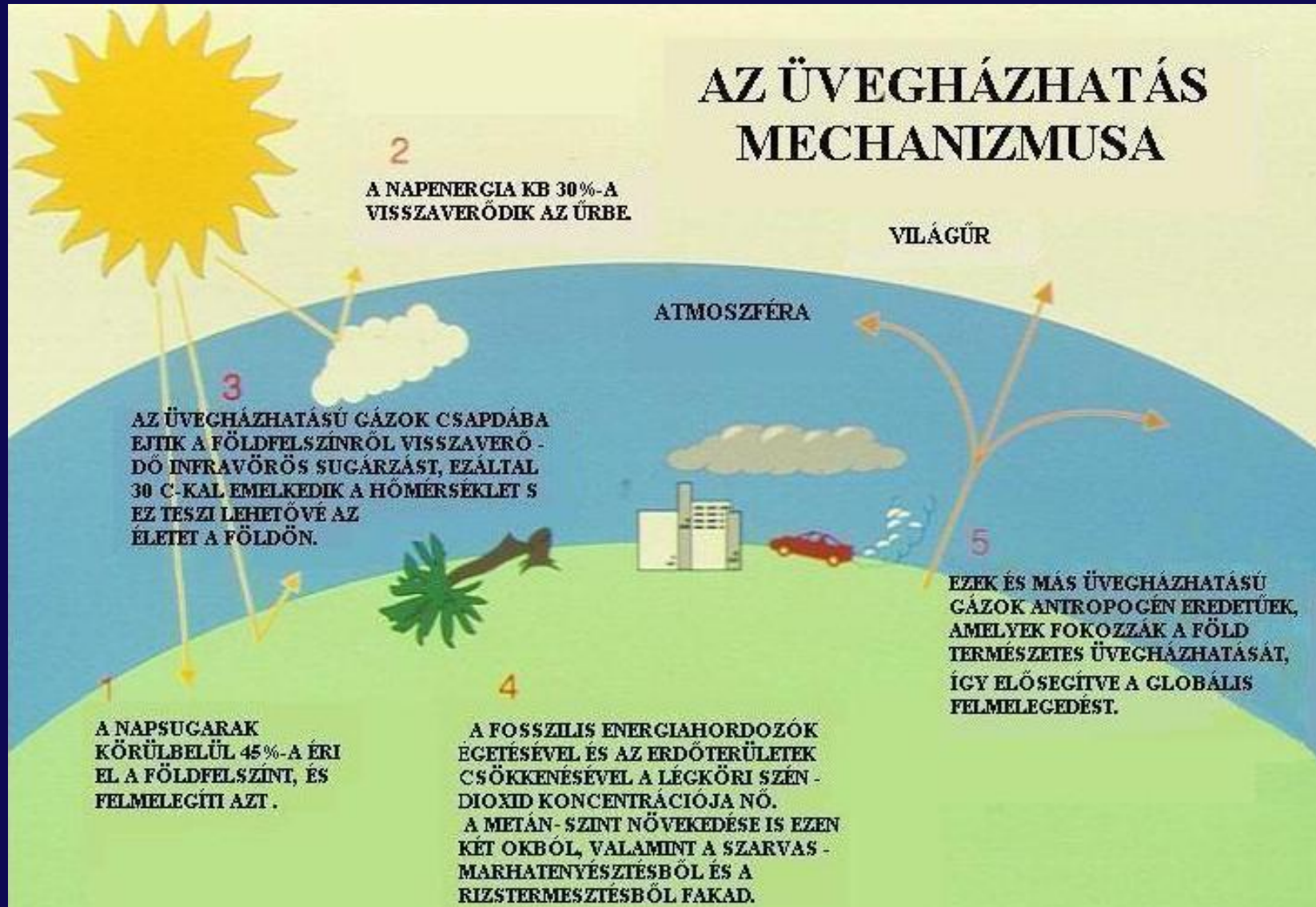


MI A PROBLÉMA A KLÍMÁVAL?

KLÍMAVÁLTOZÁS:

- **TERMÉSZETES /PLANETÁRIS**
- **ANTROPOGÉN**

AZ ÜVEGHÁZHATÁS MECHANIZMUSA

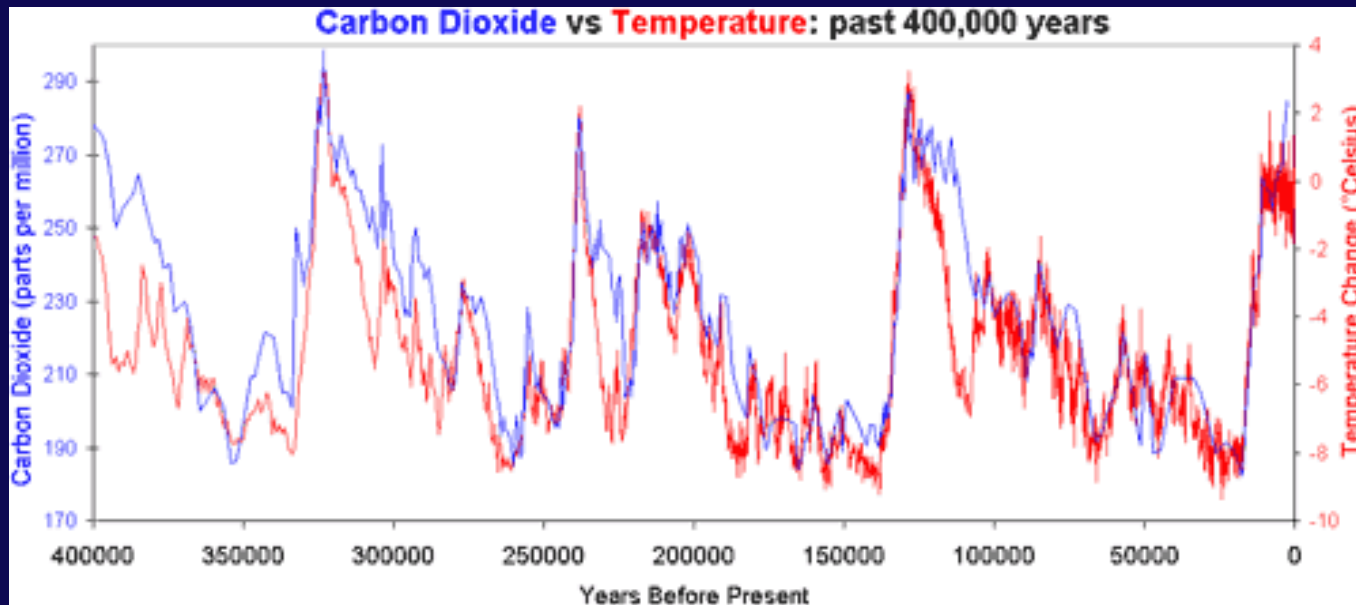


Földünk Nap-körüli pályaelemeinek változása (**Milankovich ciklusok**) vezérelte a jégkorszakok és a melegebb **interglaciálisok** sorát.

A CO₂ ennek hatását erősítette fel. Az antropogén CO₂ abnormalitás húzza most fel az e nélkül lefelé haladó hőmérsékletet.

410 ppm

most



évvel ezelőtt

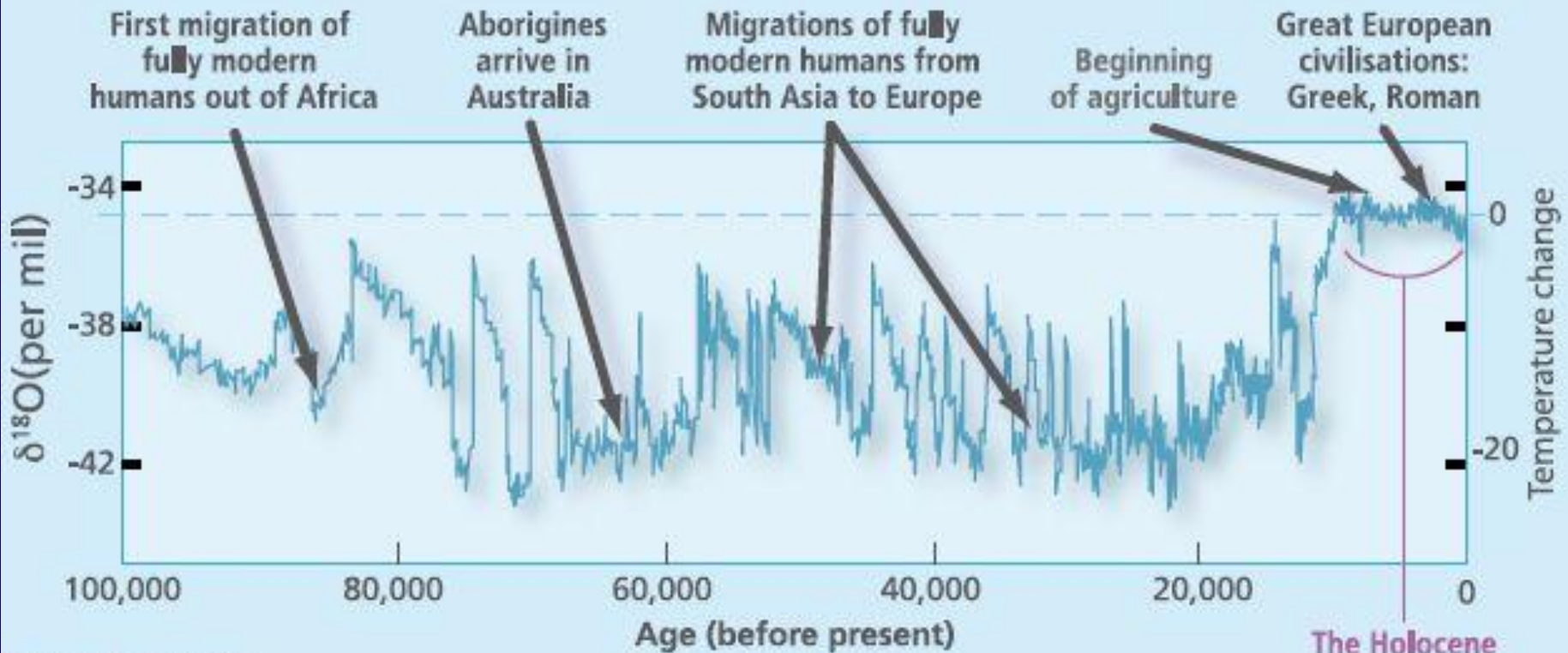
jelen

Milankovich ciklusok

(ppm: parts per milion; az egész milliomed része)

Az elmúlt 100,000 év nagy migrációs hullámai

HUMAN DEVELOPMENT AND GLACIAL-INTERGLACIAL CYCLING



Young and Steffen (2009)

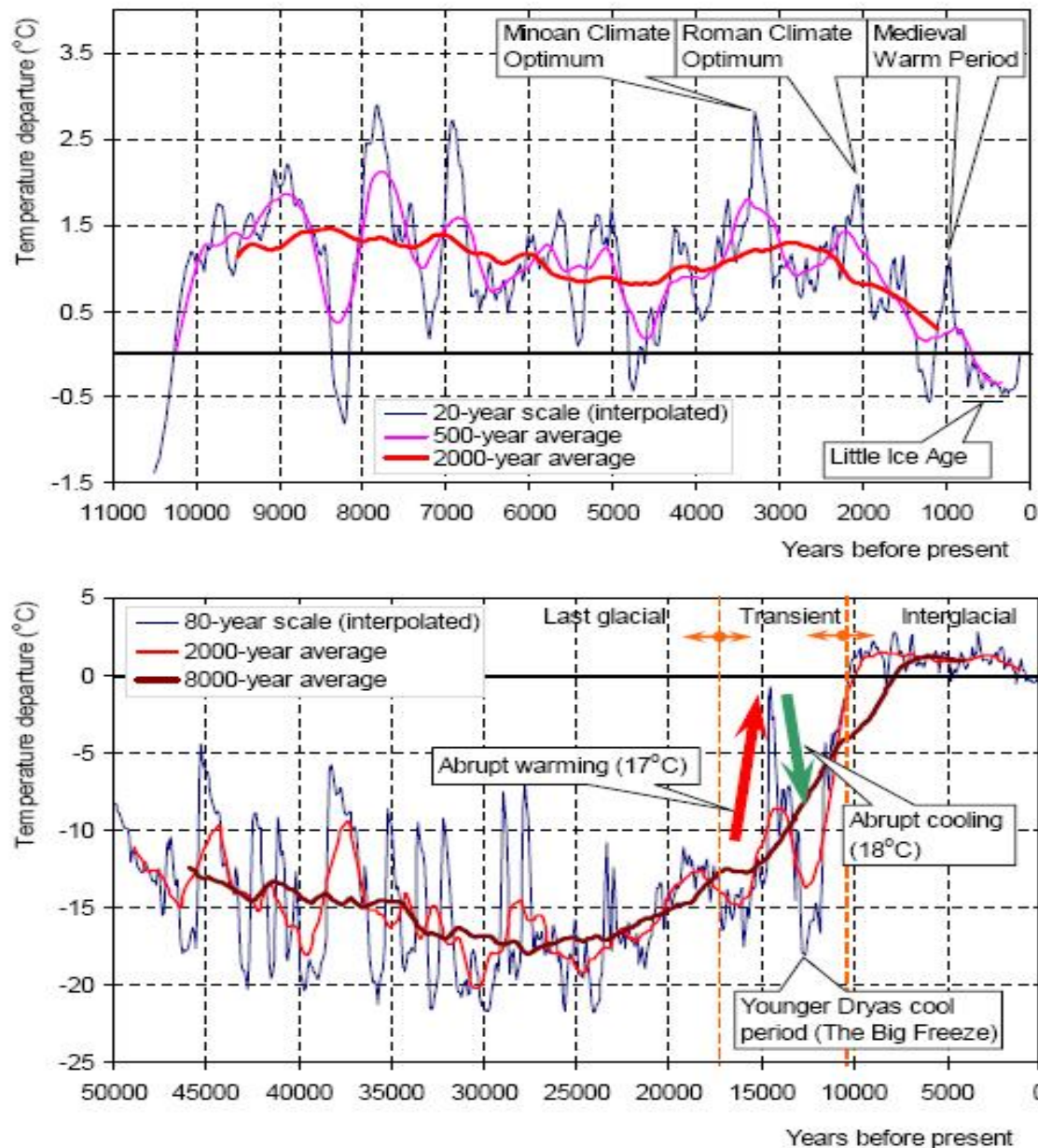


Fig. 3 Times series plot of the temperature in Greenland, as reconstructed from the GISP2 Ice Core (Alley 2000, 2004; temperature departures from the most recent value, which is -31.6°C ; data from ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/icecore/greenland/summit/gisp2/isotopes/gisp2_temp_accum_alley2000.txt): (a) during the Holocene (current interglacial period), with marking of the most prominent recent lows and highs; and (b) the entire record with marking of the most prominent abrupt warming and cooling episodes (in a transient period between the current interglacial and the last glacial period) that ended with the Younger Dryas cool period.



**HOLLAND BELVIZI CSATORNA A XVI.
SZÁZADBAN**
Pieter Breugel id.

South Cascade gleccser (Washington állam, USA)



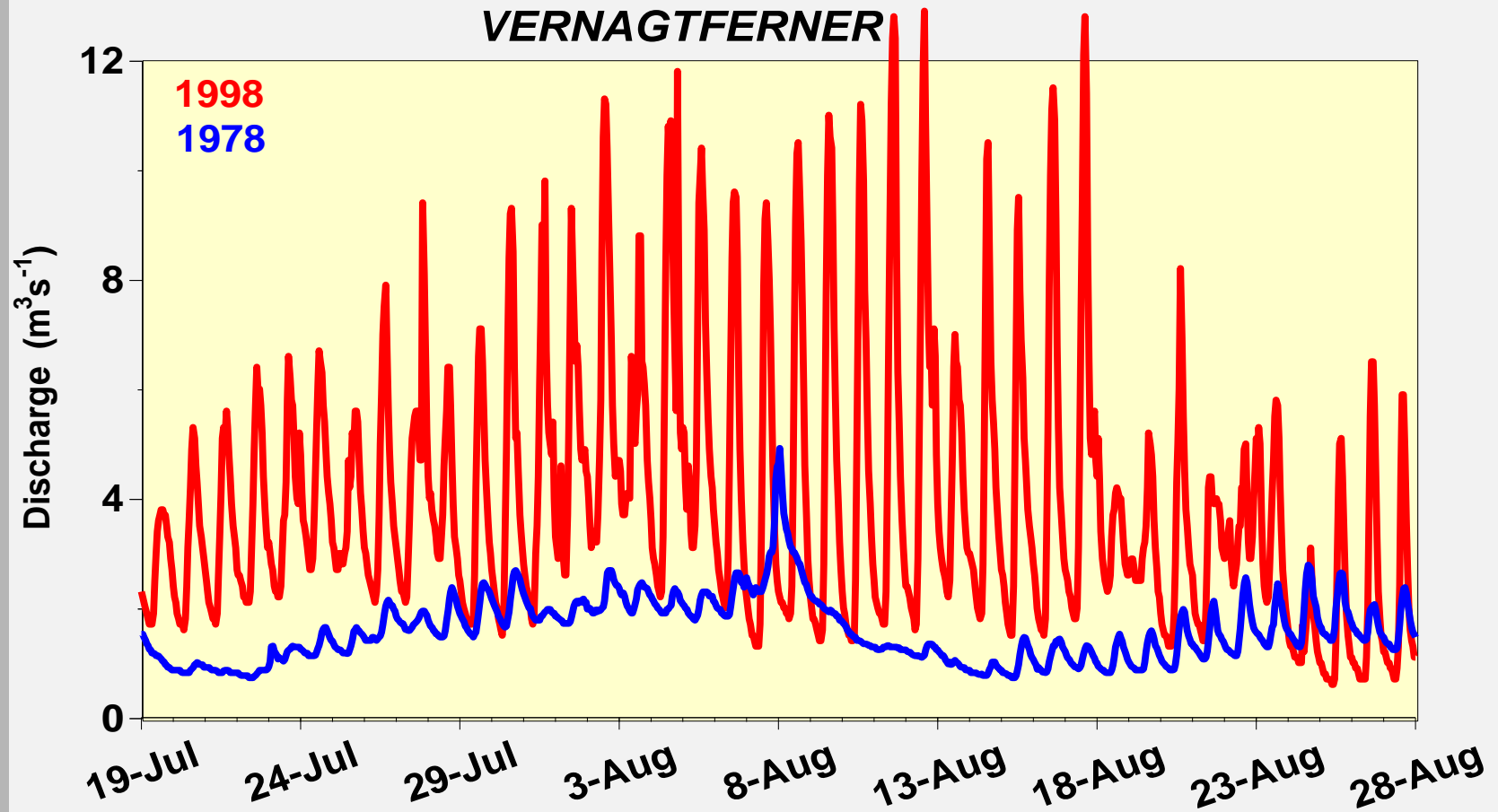
1928



1979

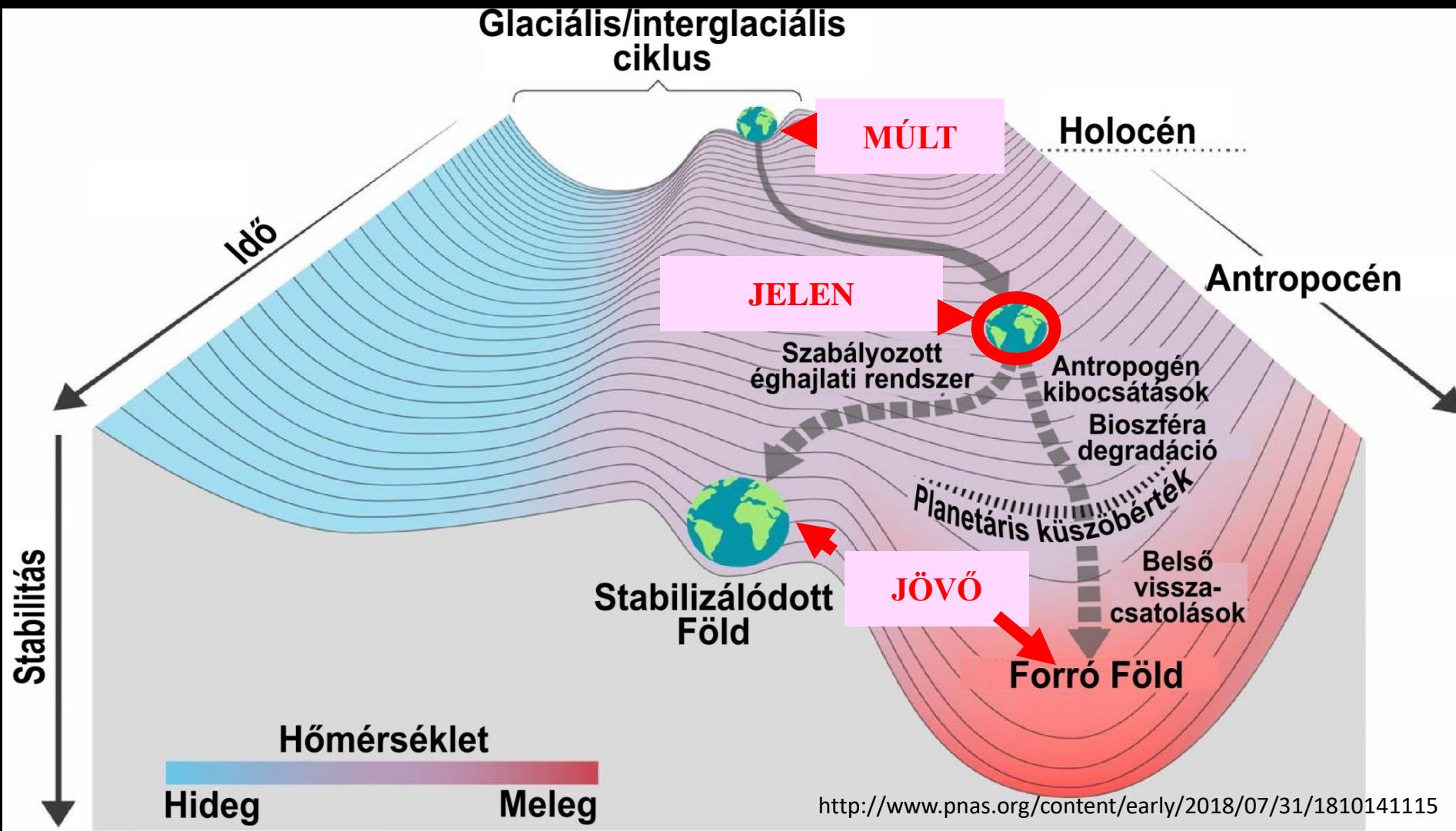


2003



(Source: **Bayerische Akademie der Wissenschaften**, Glaziologische Kommission)

Az éghajlati rendszer alakulása a legutolsó glaciális/interglaciális ciklustól a jelenlegi antropocén időszakig, s a jövőbeli lehetőségek



A MAI DÖNTÉS A JÖVŐ ÉVEZREDEINEK MEGHATÁROZÓJA

(forrás: Proceedings of the National Academy of Sciences)

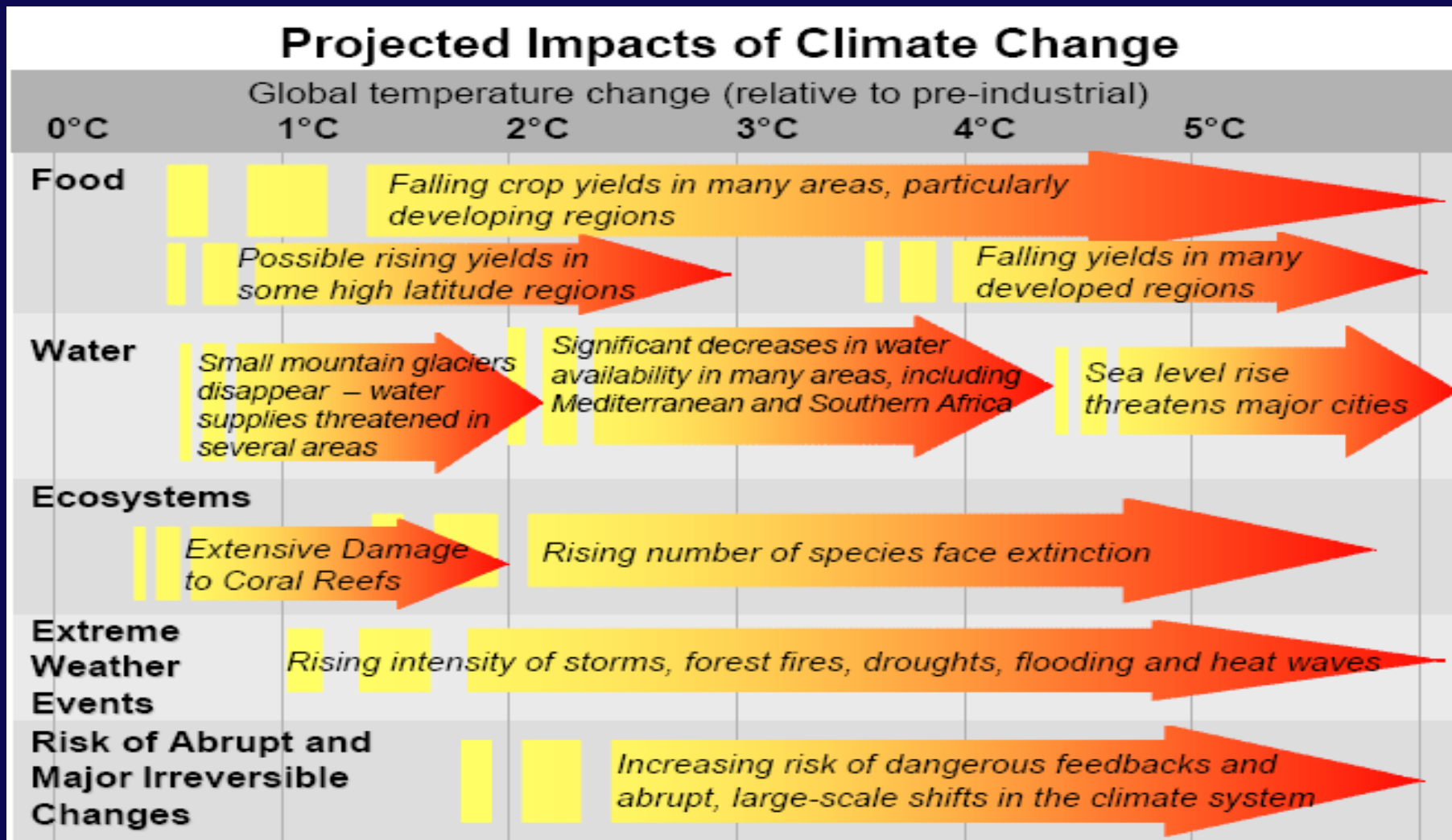
**AZ ELMÚLT HATEZER ÉVBEN A VÍZ HATÁROZTA
MEG AZ EMBERISÉG CIVILIZÁCIÓJÁT**

A JÖVŐBEN

**AZ EMBERI CIVILIZÁCIÓ
HATÁROZZA MEG VIZEINK
JÖVŐJÉT**

**TÖNKRE TESSZÜK-E MAGUNKAT A KÖVETKEZŐ
SZÁZ ÉV ALATT, VAGY FENNTARTHATÓVÁ
TESSZÜK A FÖLDI ÉLETET?**

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSSAL VAN KÖRNYEZETÜNKRE, TÁRSADALMUNKRA ÉS KULTÚRÁNKRA

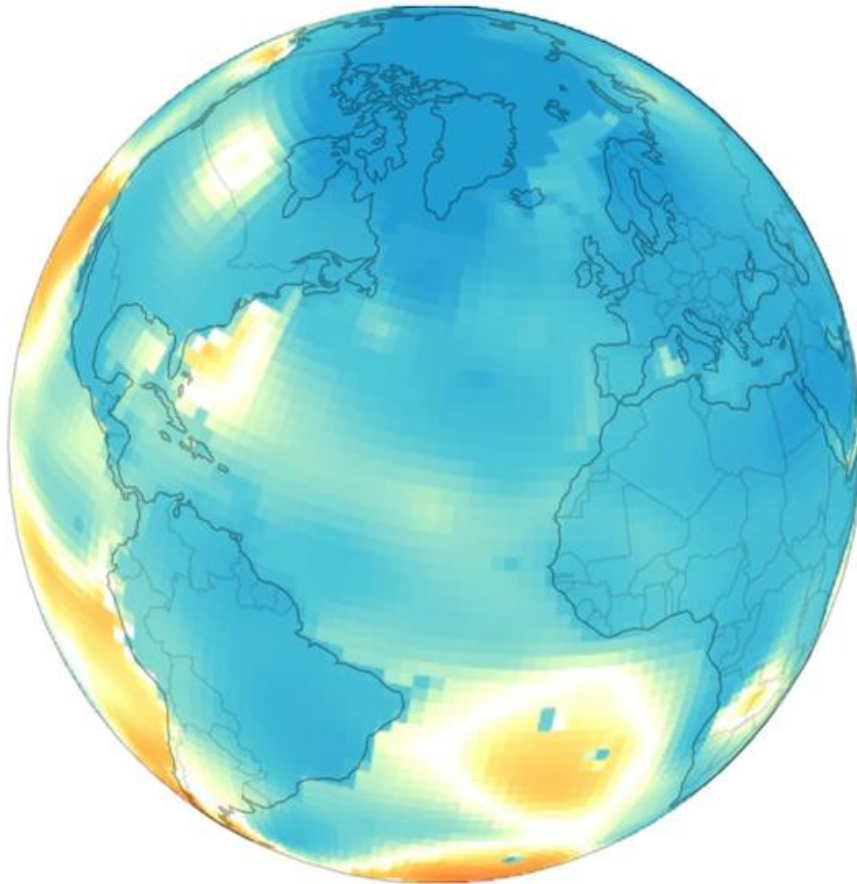


(Source: IPCC)

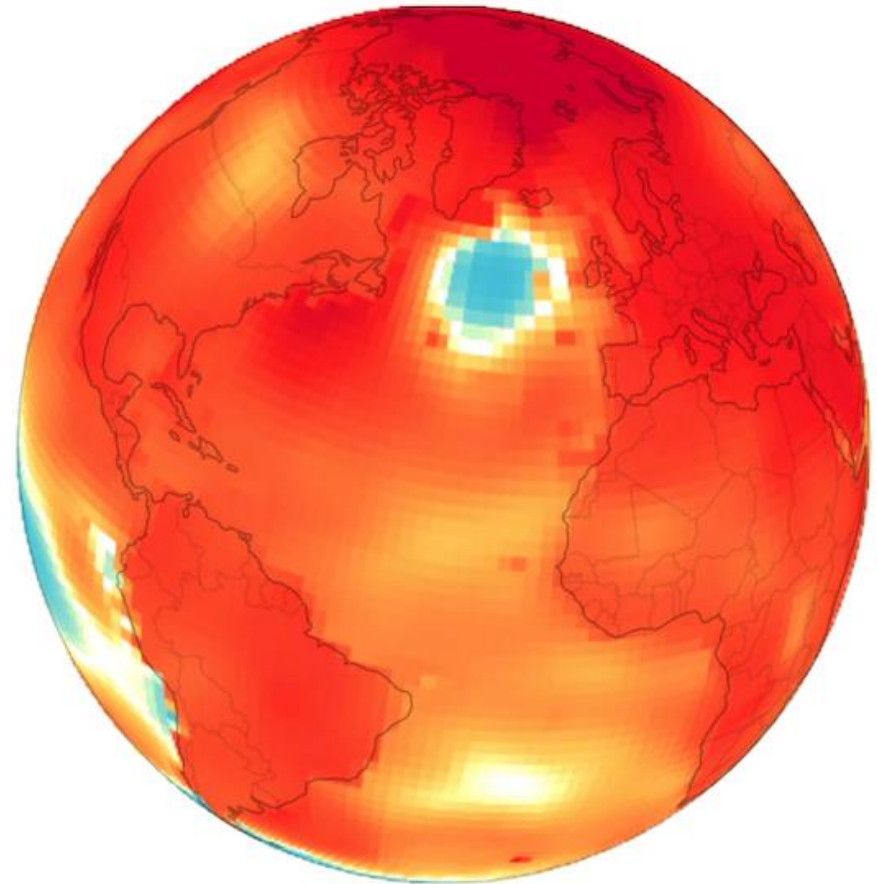
Temperature anomaly (°F), 1981-2010 baseline



1981–1990



2011–2020

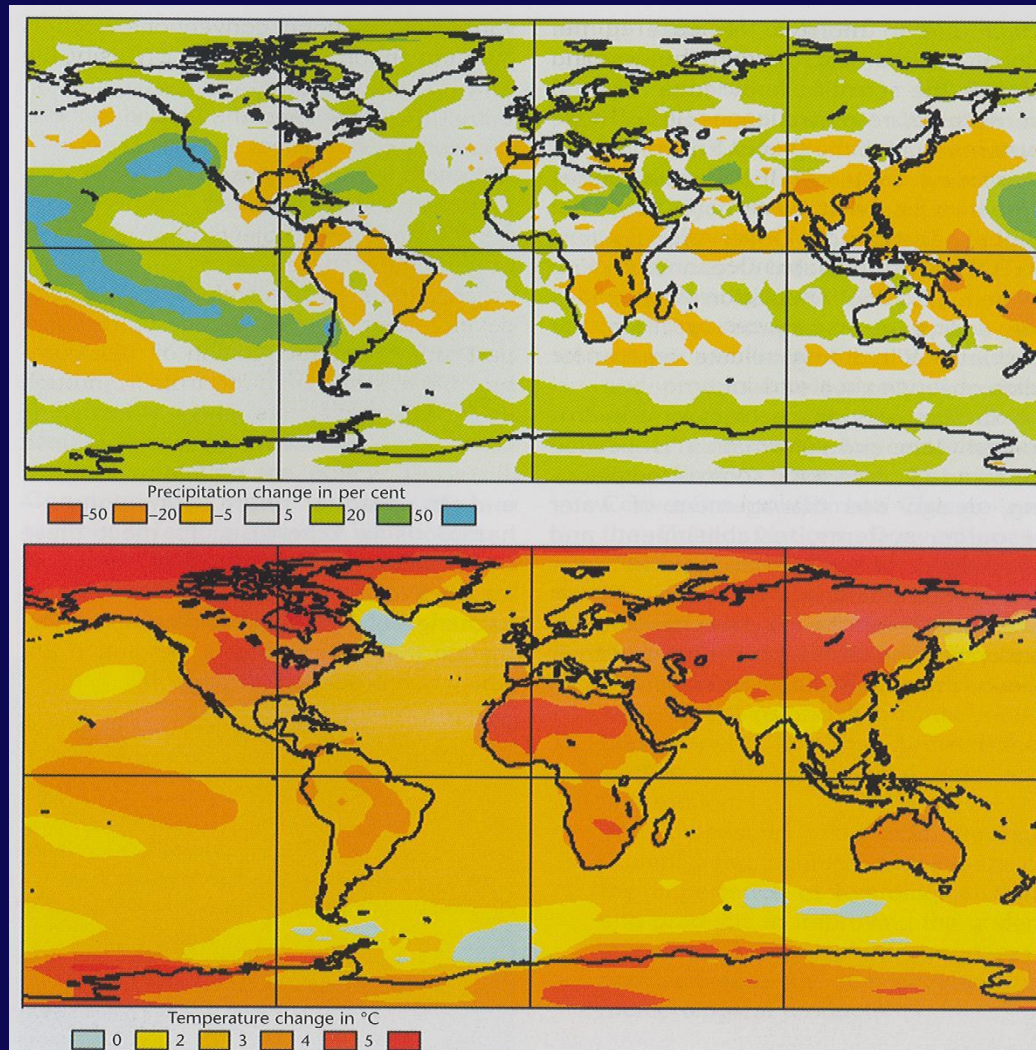


Hőmérséklet anomáliák

(5° Fahrenheit \approx 2.5° Celsius)

NINCS SOK OKUNK OPTIMIZMUSRA

Klímaszcenáriók: tényleg rosszabb lesz?

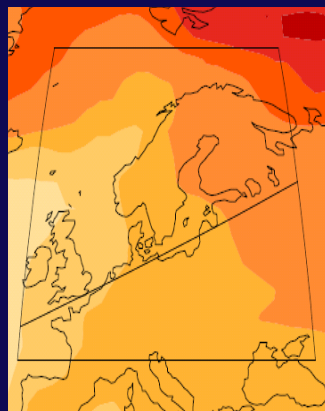
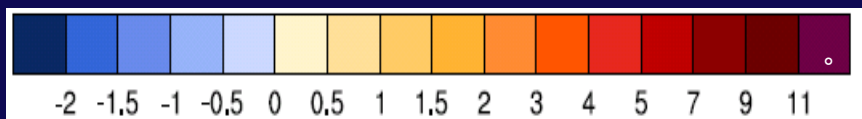
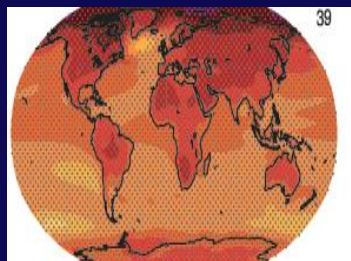


Optimista forgatókönyv

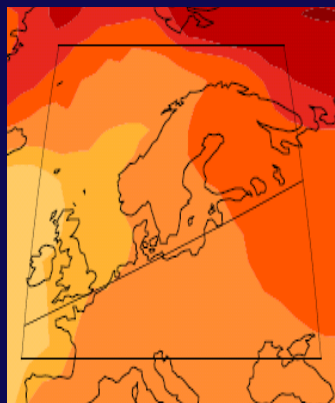


2081-2100

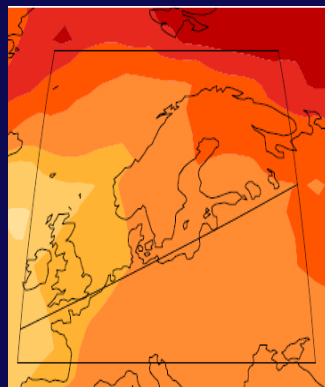
Pesszimista forgatókönyv



2046-2065

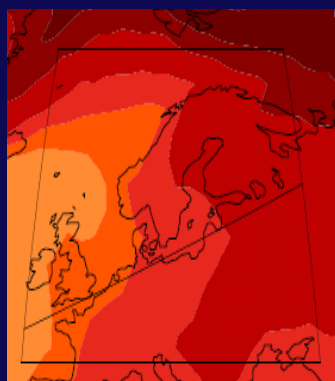


Optimista forgatókönyv



2081-2100

Pesszimista forgatókönyv



A várható globális és európai melegedés mértéke (évi átlag)

Referencia-időszak: 1986–2005

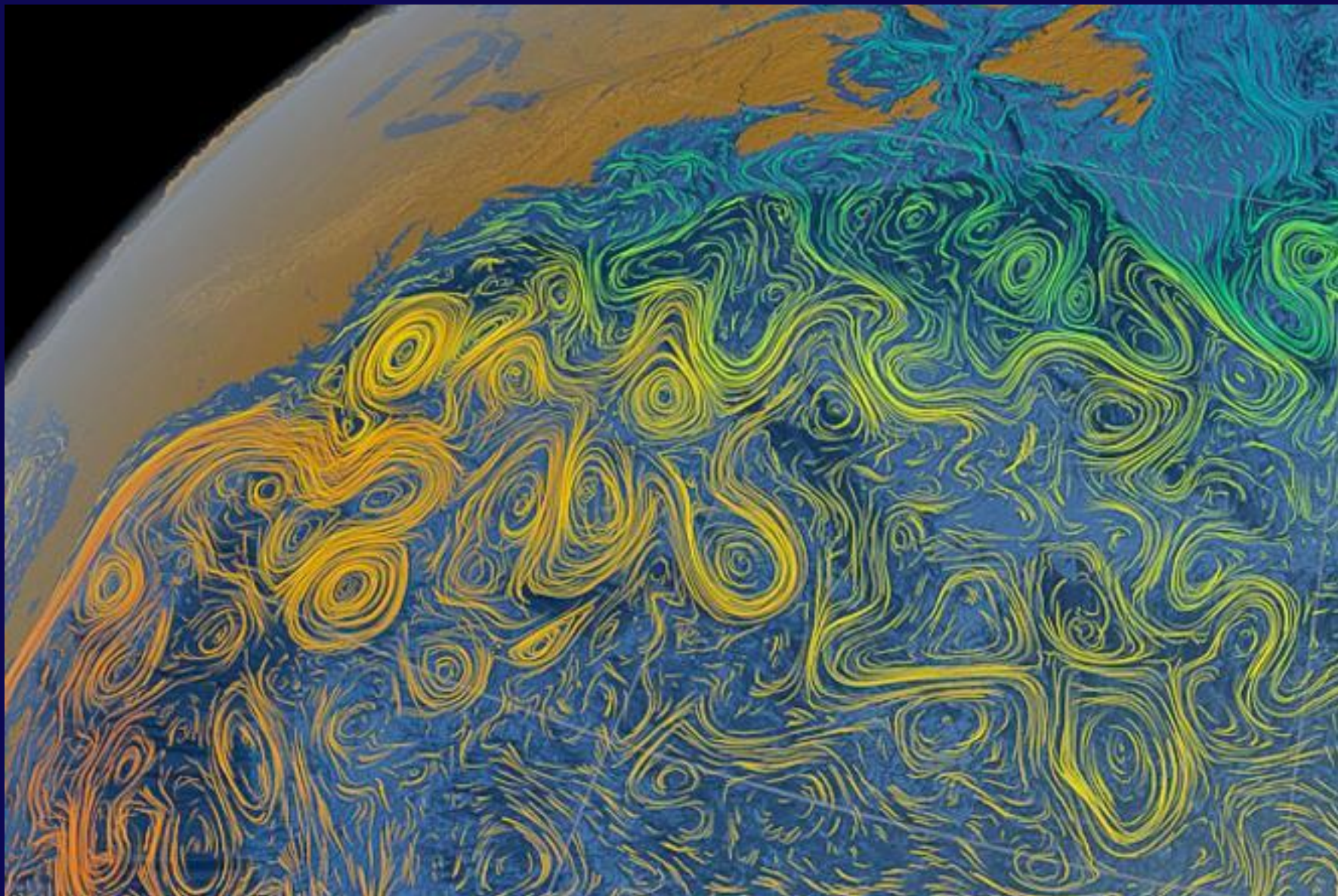
2046–2065:

- nagyobb melegedés: északi poláris területeken, kontinens belsejében

2081–2100:

- jelentős a különbség a forgatókönyvek között

- nagyobb melegedés: kontinentális területeken Európában: DNy–ÉK irányú növekedés



A Golf-áramlat a NASA tengerfelszín-térképén

A vízzel kapcsolatos katasztrófák a nagy kihívás

- A vízzel kapcsolatos katasztrófák gyakorisága és intenzitása a Föld sok helyén növekedni látszik (nem-stacionaritás? CNN-jelenség?)
- A víz összeköt: (árvíz+tengerszintnövekedés)



AMIRE SZÁMÍTANUNK KELL: A SZÉLSŐSÉGEK GYAKORISÁGA A JÖVŐBEN NÖVEKSZIK

ALTEN AHR,
2021. JÚLIUS 14



CATANIA
2021. OKTÓBER 27



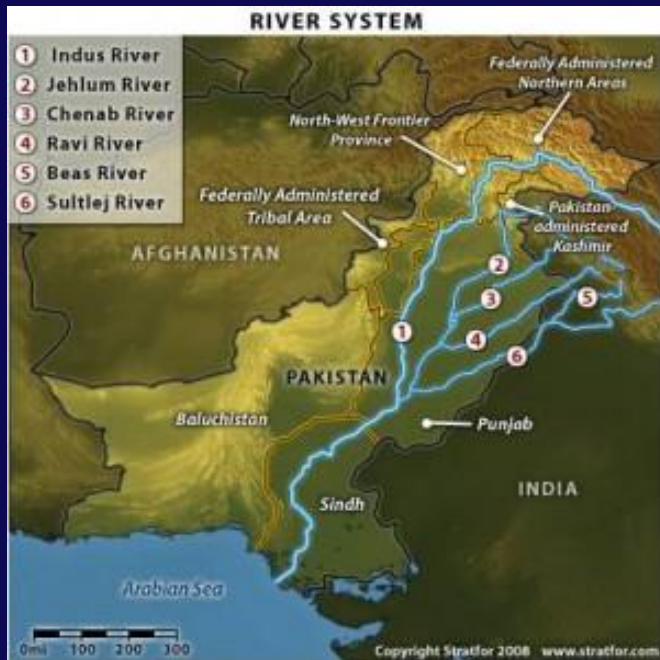
RINYA PATAK
VILLÁMÁRVÍZ

**NÖVEKVŐ
ÁRVIZEK**

VILLÁMÁRVIZEK ÁZSIÁBAN



Pakisztán (Augusztus, 2010)



Dél - Korea (Szeptember 21, 2010)



Brazilia (Január, 2011)



Ausztrália (Január, 2011)



Brisbane kertváros ...



**2018. OKTÓBER 18: DÉL-FRANCIAORSZÁG,
Aude département
126 TELEPÜLÉS VILLÁMÁRVÍZ
14 HALOTT, 75 SÚLYOS SEBESÜLT**



EGY NAP ALATT LEESETT A HÉT-HAVI CSAPADÉK ...





Duna, Budapest, 2006



“NEM HISZEK A GLOBÁLIS FELMELEGEDÉSBEN”

Árvizek és aszályok egyszerre



Flood



Drought



Hőexpanszió következtében tengerszintemelkedés

MIT KELL TEGYÜNK?

**MEG KELL ERŐSÍTŚÜK
VÍZRENDSZEREINK
REZILIENCIÁJÁT**
**mert vége van a könnyű
víz-hozzáférésnek**

MIT TEHETÜNK?

PARADIGMAVÁLTÁS:

**ADAPTÍV
VÍZGAZDÁLKODÁS**

ADAPTÁCIÓ

REZILIENCIA



ADAPTÁCIÓS VÁLASZTÁSOK

PARADIGMAVÁLTÁS

- HARD vs SOFT ENGINEERING (ÖKOSZISZTÉMA SZOLGÁLTATÁSOK)
- TÖBB TÁROZÁS
- TÖBB FELSZÍNALATTI VÍZ- HASZNOSÍTÁS
- TÖBB TÖBBCÉLÚ VÍZGAZDÁLKODÁSI RENDSZER
- INTEGRÁLT VÍZGAZDÁLKODÁS / INTÉZMÉNYRENDSZER
- “JÓ KORMÁNYZÁS”

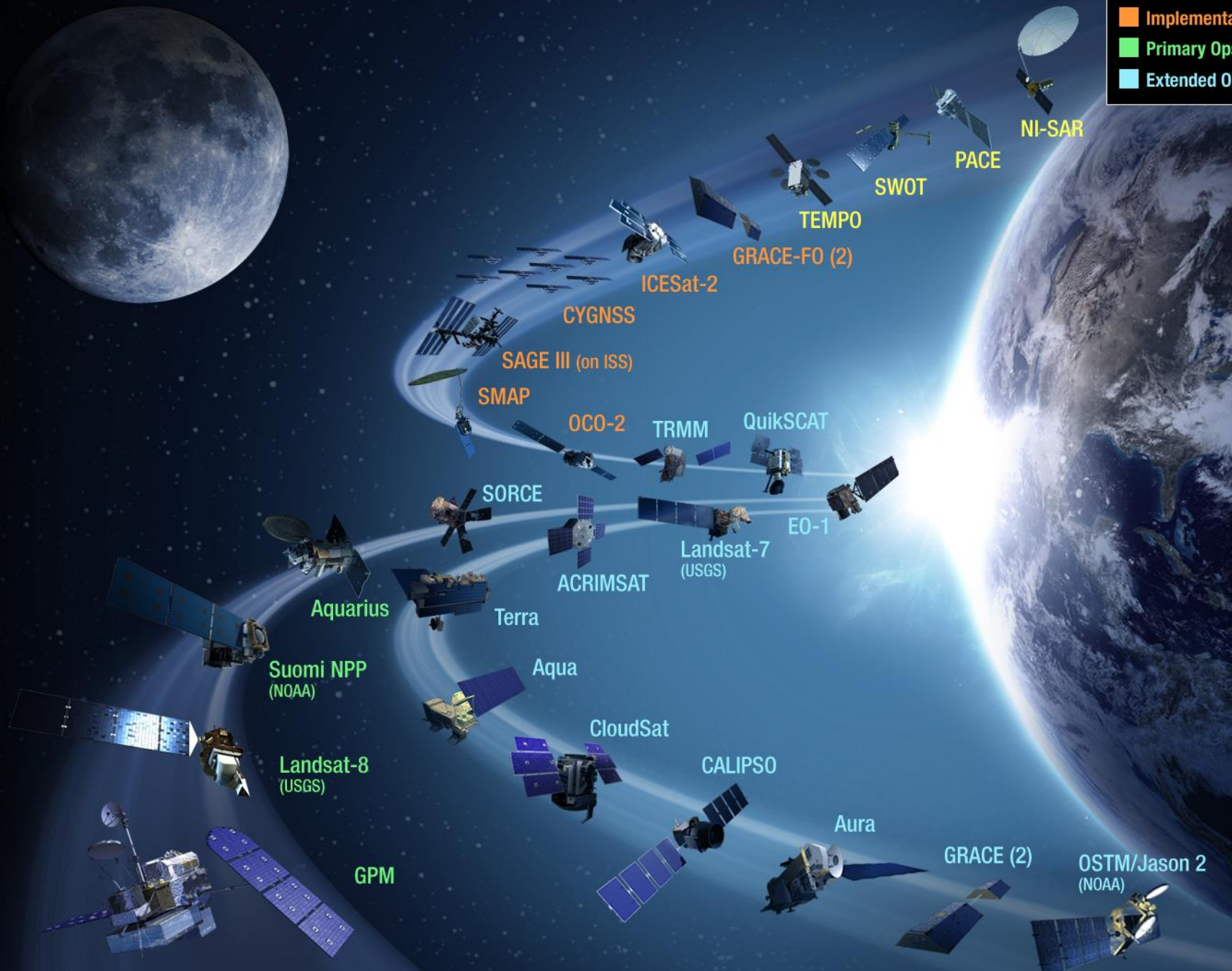
AZ EMBERISÉGNEK TÖBB TÁROZÓTÉRRE LESZ SZÜKSÉGE

**A TÁROZÁS A
VÍZ/ENERGIA/ÉLELMISZER-BIZTONSÁG
KÖZÖTTI KAPOCS**

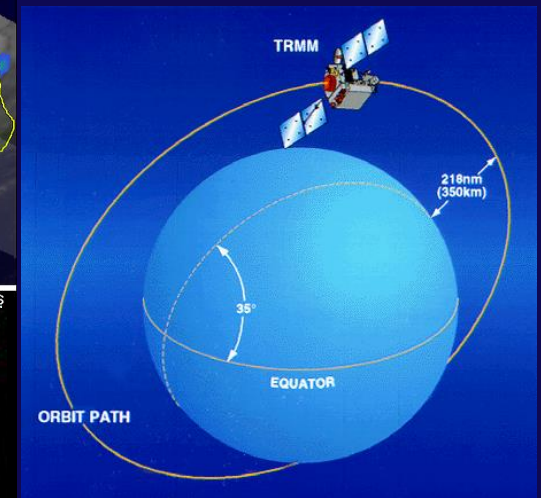
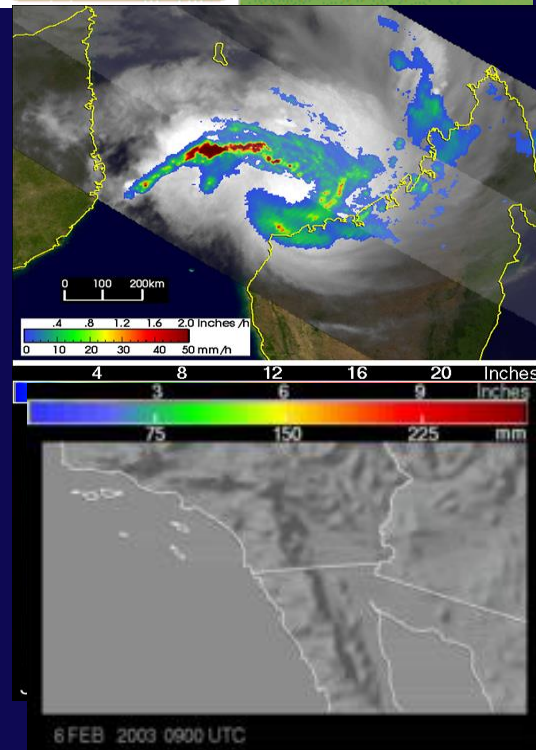
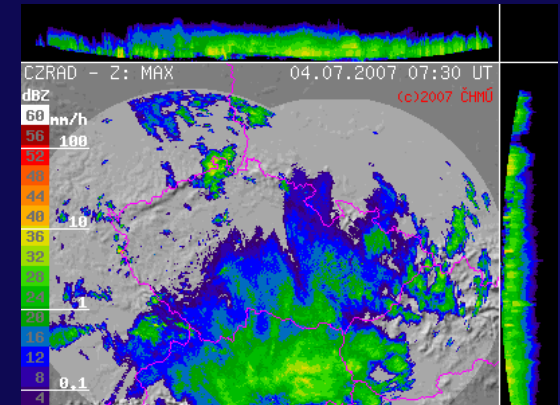
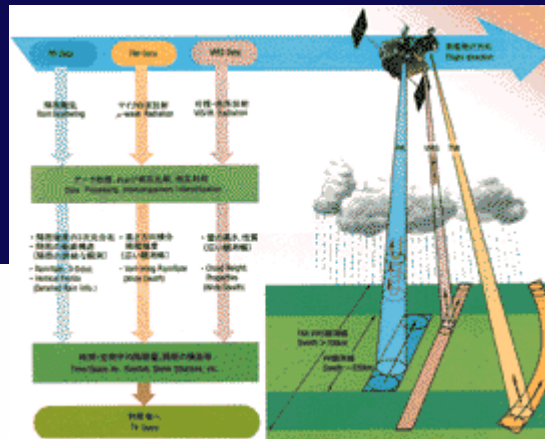
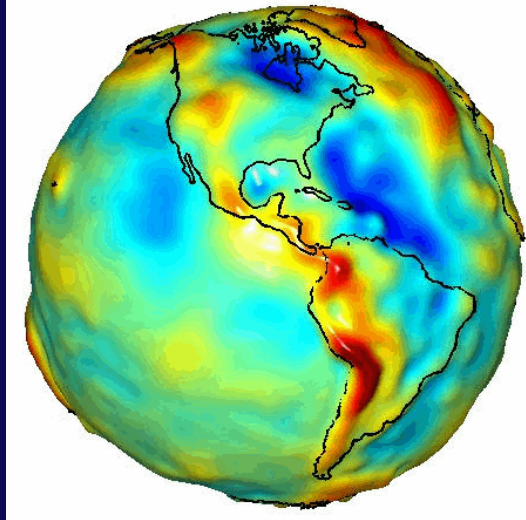
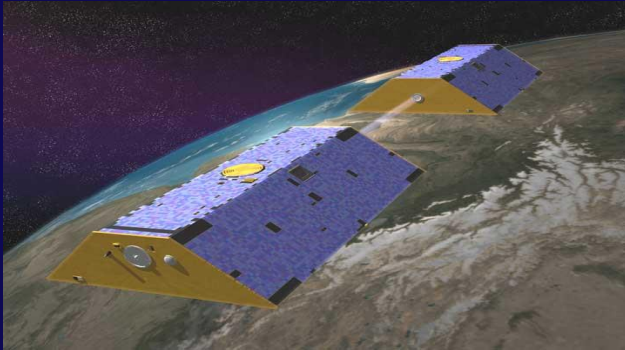
**HA NEM MÉRED,
NEM TUDOD KEZELNI**



- Formulation
- Implementation
- Primary Ops
- Extended Ops



Távérzékeléssel nyert adatok



GRACE

(Forrás: D. Solomatine)

Hidroinformatika: az információ áramlása

Adatok → Modellek → Tudás → Döntések



Észlelés, monitoring

Numerikus időjárás-előrejelző modellek

Adat modellezés, integráció hidrológiai és hidraulikai modellekkel

Hozzáférés a modell eredményekhez

Döntés-támogatás

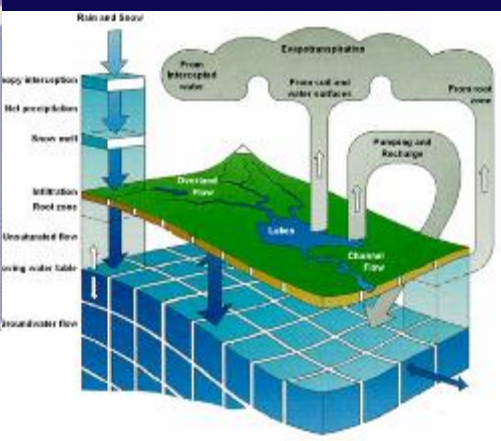
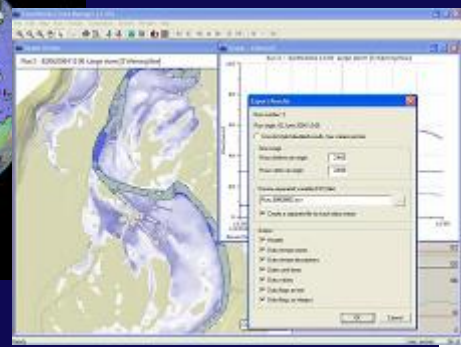
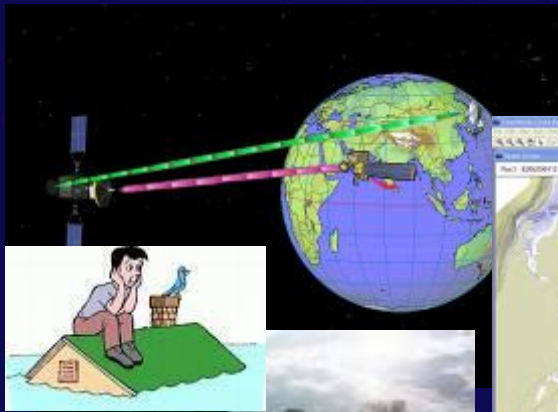
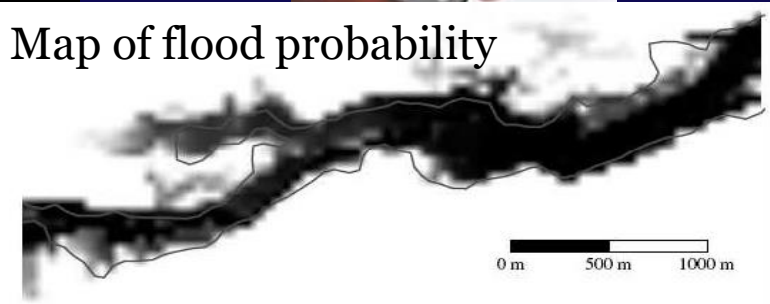
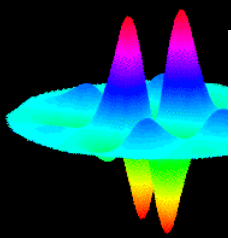
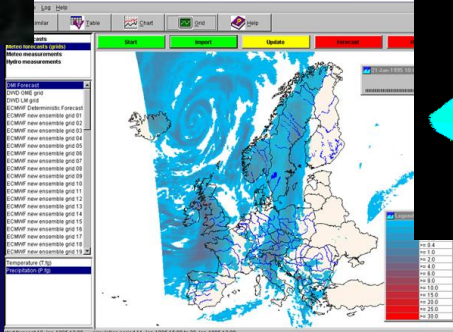


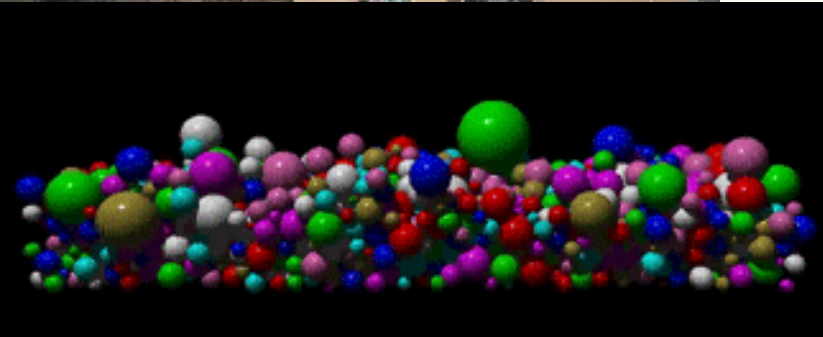
Diagram of Delta-FEWS for an European Flood Forecasting System (EFFS), showing forecast precipitation over Europe for the 1995 event imported from the Danish Meteorological Institute



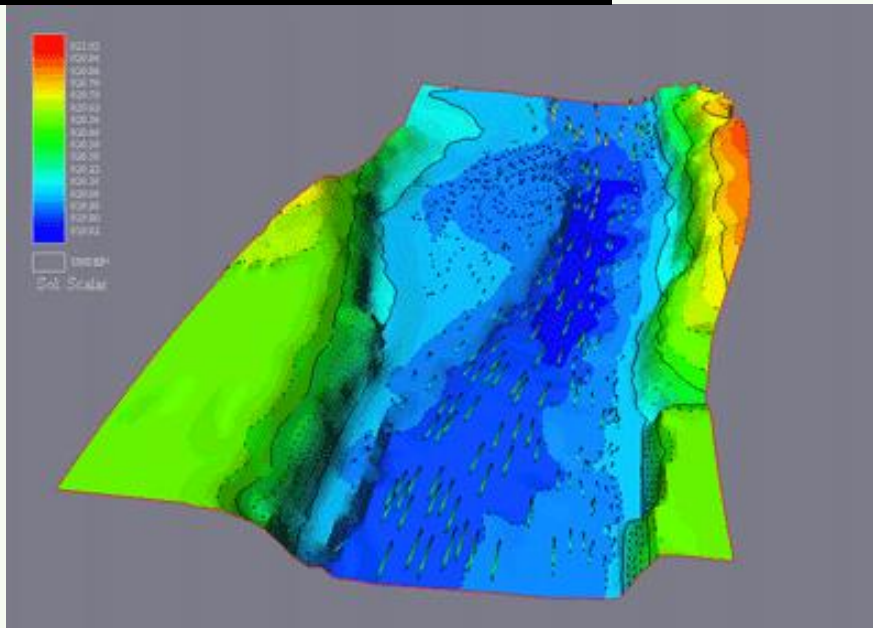
(Forrás: D. Solomatin)

A hidroinformatika lelke a modell

- Az egész információs ciklus technológiája: *adat, modell és humán integráció biztosítása*

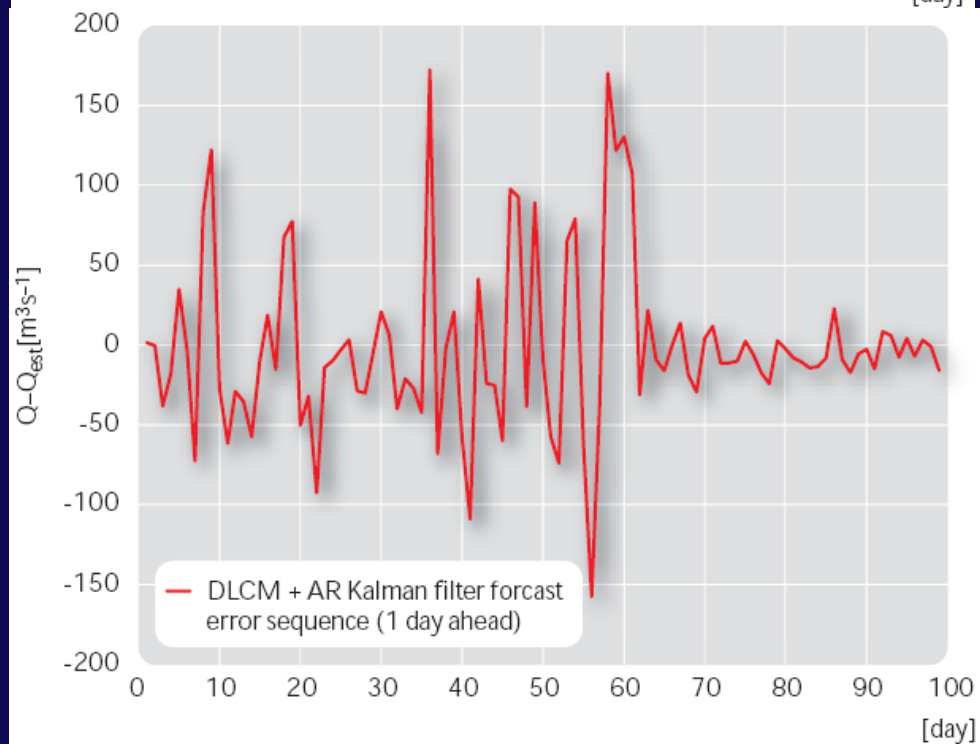
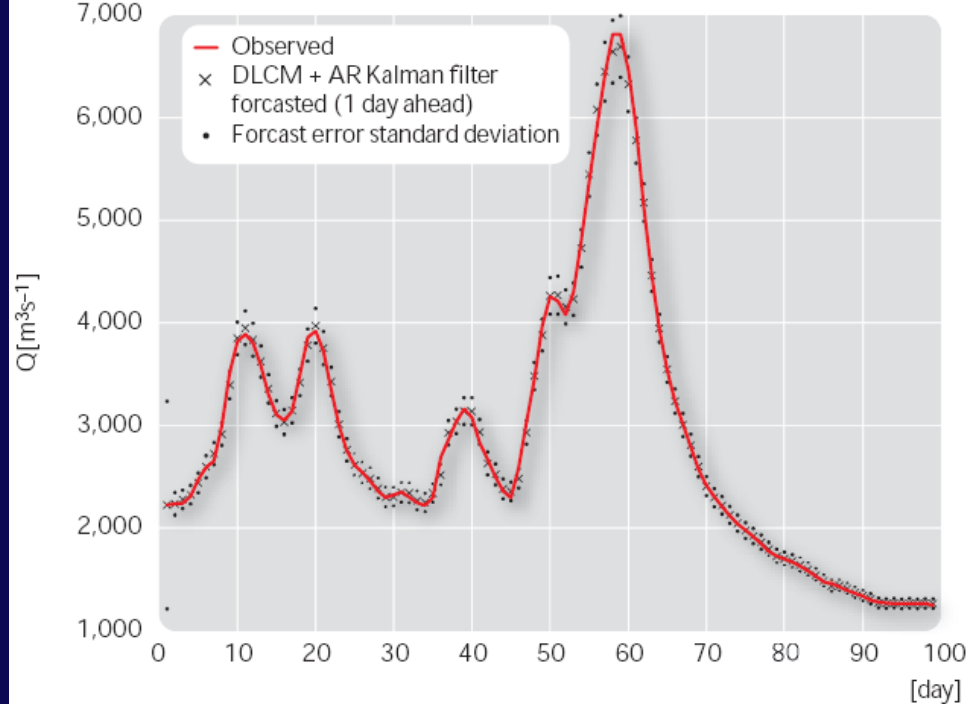


$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} - gAS_o + gAS_f = 0$$

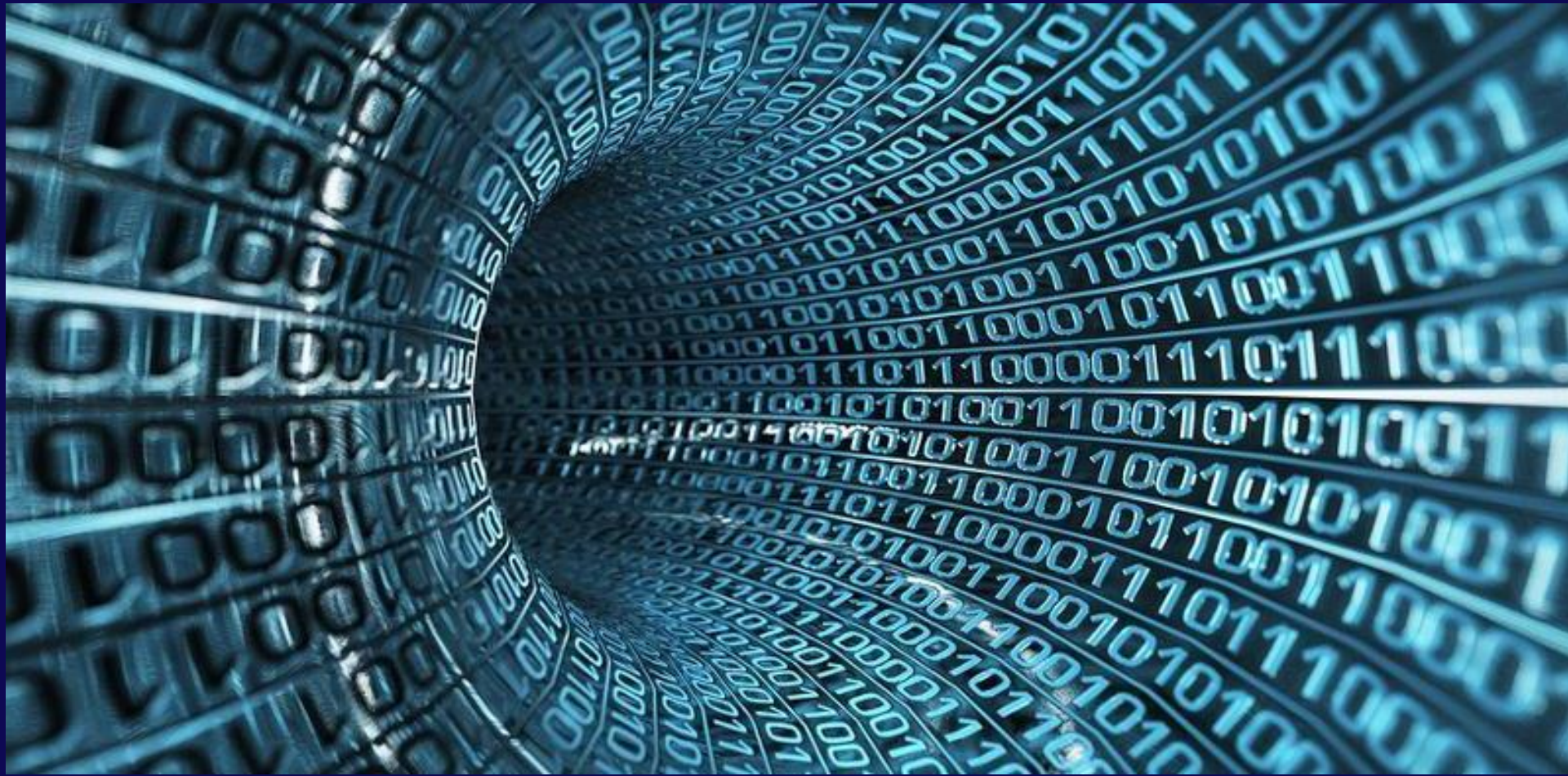


**Egynapos
KALMAN-szűrős
DLCM strukturált
és AR(1)
autóregresszív
(sztochasztikus)
kapcsolt modell
az előrejelzési
hibák szórásával
(+/- σ)**

**Egynapos
előrejelzési
hibasorozat.**



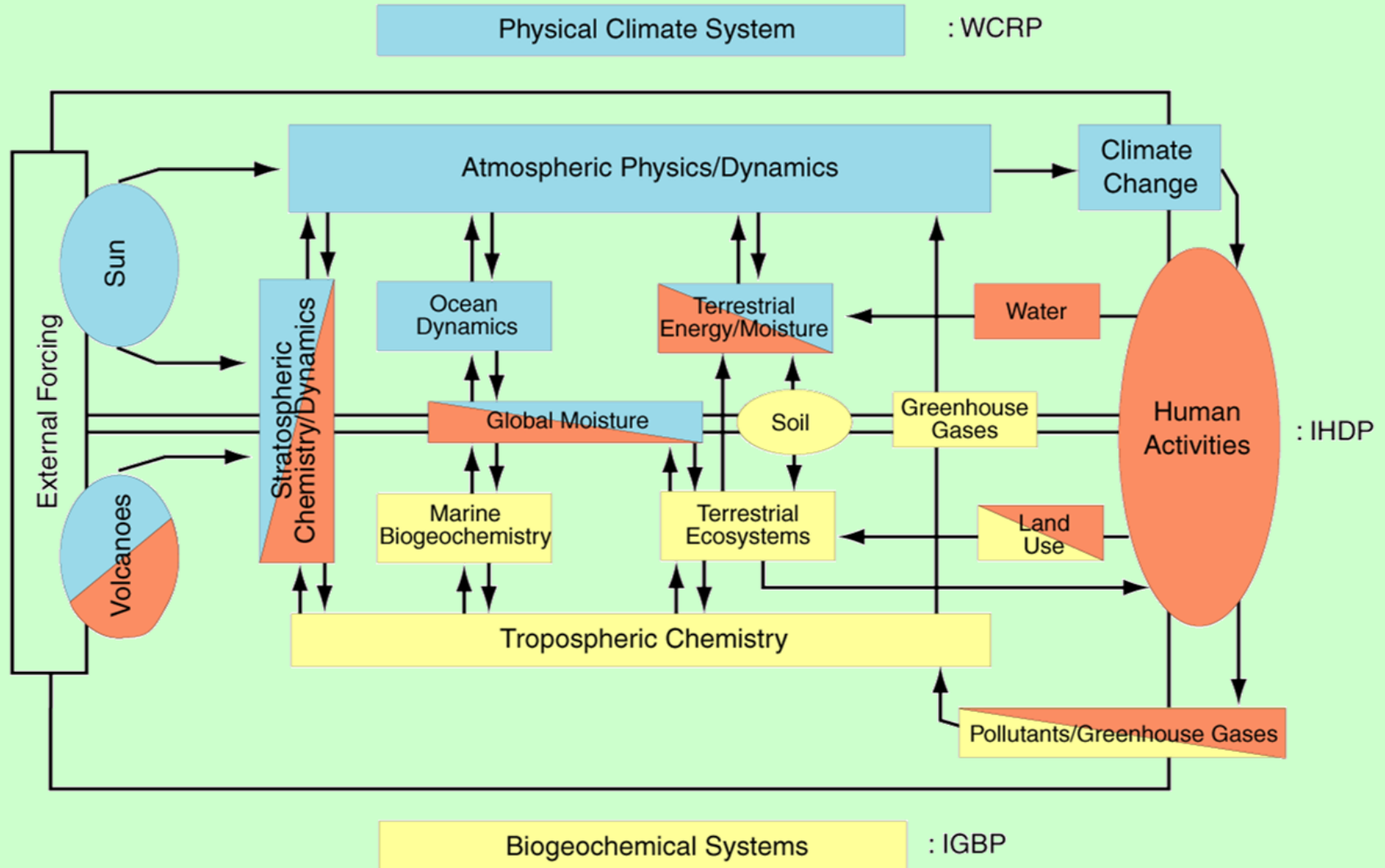
BIG DATA



Adatforradalom:

Terra bytes Petabytes Exabytes ... Terra Hertz speed

A planetáris rendszer: a fizikai, biogeokémiai és humán komponensek kapcsolódása



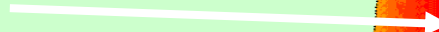
KLÍMASZCENÁRIÓK

Magas kockázatú instabilitások

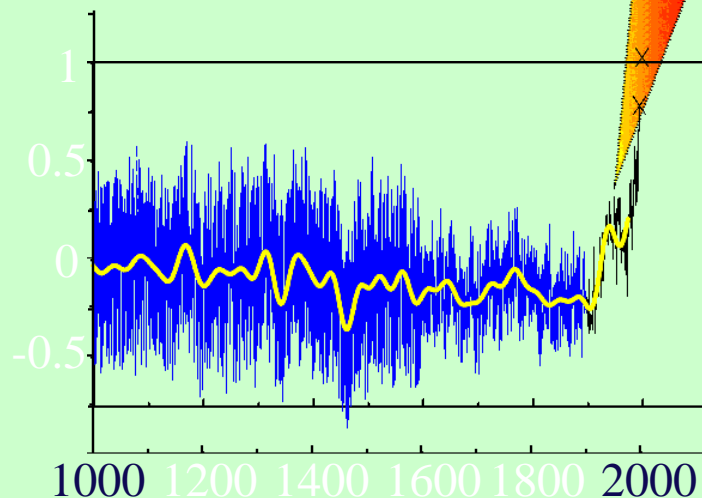


IPCC projekciók
2100-ra

Magas kockázatú instabilitások



N.H. hőmérséklet (° C)



Globális hőmérséklet
(° C)

6

5

4

3

2

1

0

VÉGSŐ KÖVETKEZTETÉS

A KLÍMAVÁLTOZÁS A VÍZRŐL SZÓL

**A jövő?
És akkor most mi itt a
megoldás?**

KÖVETKEZTETÉSEK

**Lesz-e tehát elegendő víz
az emberiség számára a
XXI. században?**

IGEN... feltéve, hogy

- Meglesz a politikai akarat ... **AMI KELL**
- Meglesz a kapacitás... **AMI AZ INTEGRÁLT VÍZGAZDÁLKODÁSHOZ KELL**
- Meglesz a forrás... **HOGY MÁR MOST NEKILÁSSUNK**



Fenntartható Fejlődési Célok (SDG)



A víz az SDG-k központi eleme



A vízmérnöki szakma nagy kihívásai:

Miként tegyünk több vizet az emberek fejébe?





BAJAINK OKAI ÉS OKOZATAI

- DEZINTEGRÁLT INTÉZMÉNYRENDSZER
- A TUDOMÁNYOS KAPACITÁS DEGRADÁLÓDOTT



A JÓ VÍZGAZDÁLKODÁS ABSZOLÚT KÖTELESSÉG ÉS ETIKAI PARANCS

Végső következtetés:

“Az, aki megoldja a világ vízproblémáit két Nobel díjat érdemel: egyet tudományért és egyet a békéért.”

(John. F. Kennedy)