No way, José!
Yet another crisis?
What??
WATER??!!??
Oh, please, NOOOO!

TÉNYLEG LESZ VÍZVÁLSÁG A XXI. SZÁZADBAN?

Szöllősi-Nagy András

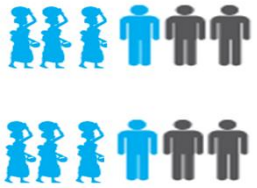
Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest
Sustainable Water Futures Programme, Brisbane, Ausztrália
UNESCO International Hydrological Programme, Párizs

A XXI. század fő vízbiztonsági kihívásai

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Sustainable Development Goals

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.

50 %

az édesvízi előlények számának csökkenése az elmúlt 30 évben.

6-8 millió

millió ember hal meg évente vízzel kapcsolatos katasztrófákban és betegségekben

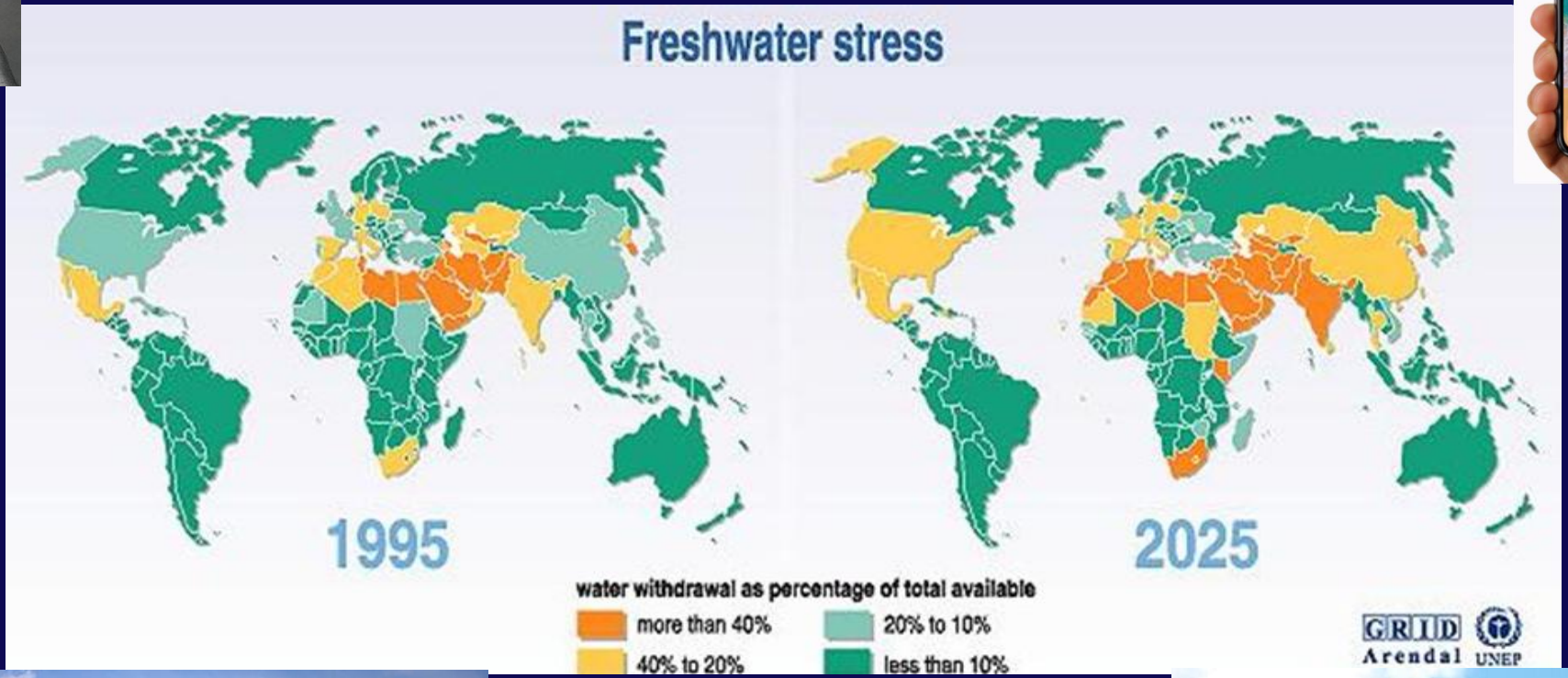
620

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

Source: Data collected by UNESCO-IHP a and IPCC AR5 WG2 SPM (2014)

MI A HELYZET GLOBÁLISAN?

Mennyit változott a világ az elmúlt húszonöt évben? És merre tart?



A nem megfelelő vízhozzáférés területarányos megjelenítése: 2011

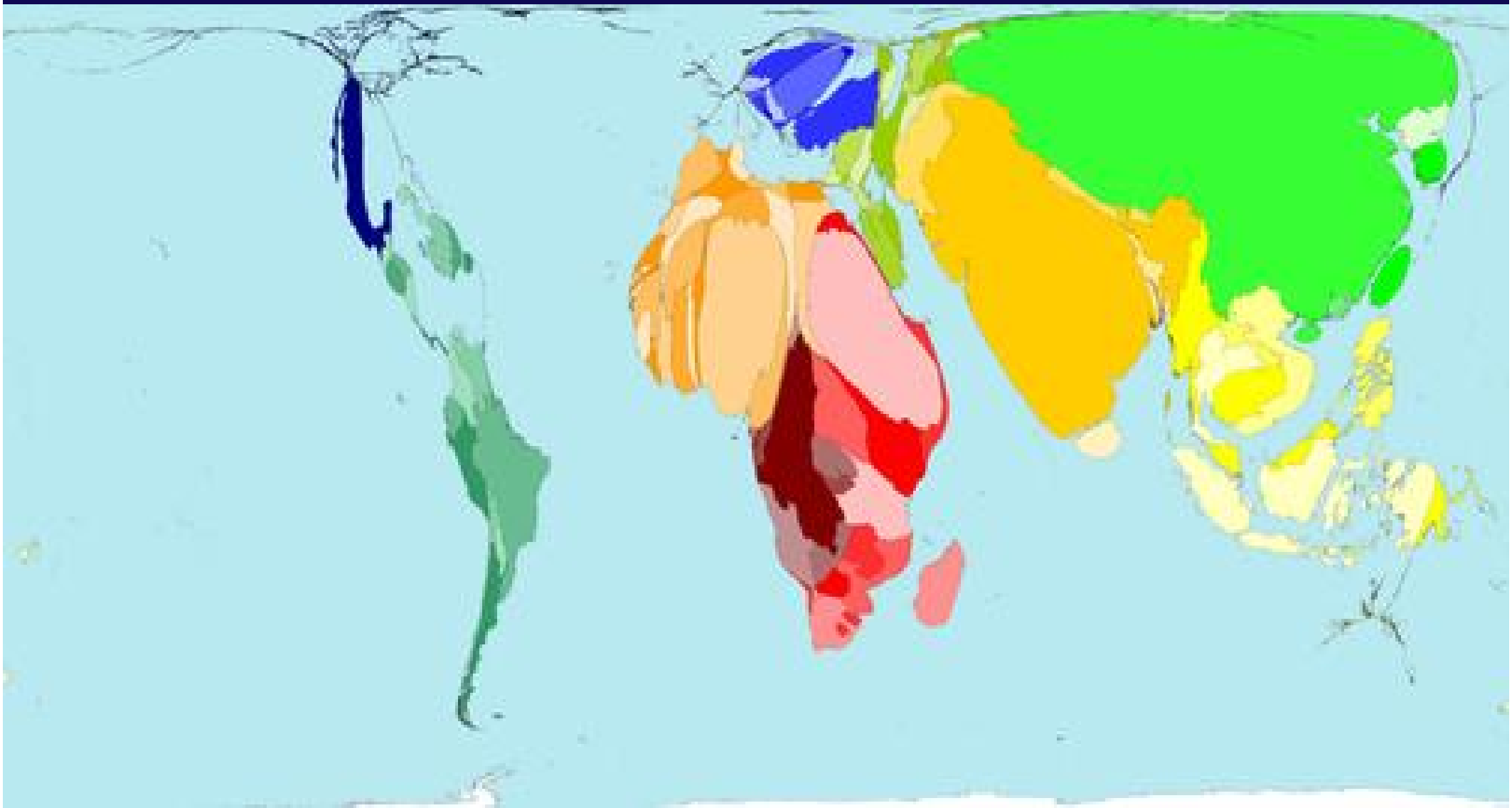
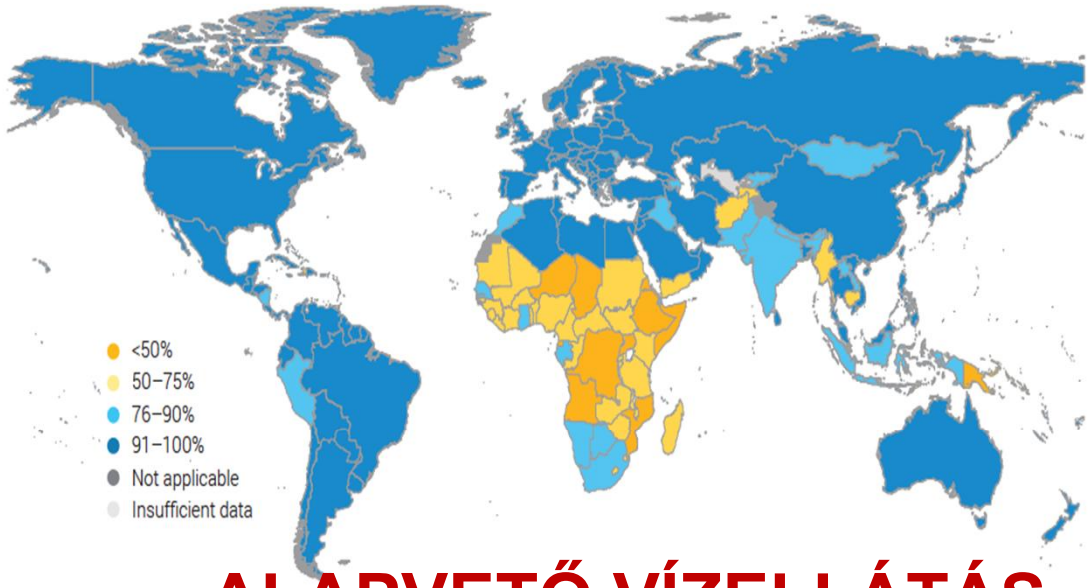


Figure 8 Proportion of population using at least basic drinking water services, 2015



Source: WHO/UNICEF (2017a, fig. 4, p. 3).

ALAPVETŐ VÍZELLÁTÁS

Figure 11 Proportion of population using at least basic sanitation services, 2015

Source: WHO/UNICEF (2017a, fig. 7, p. 4).

ALAPVETŐ SZANITÁCIÓ

WWDR 2019: "Leaving no one behind"

Billions are being

left behind

SUSTAINABLE DEVELOPMEMT GOALS

SDGs

(2015-2030)

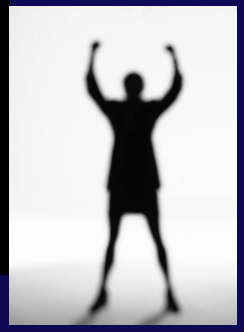
MDGs

VS

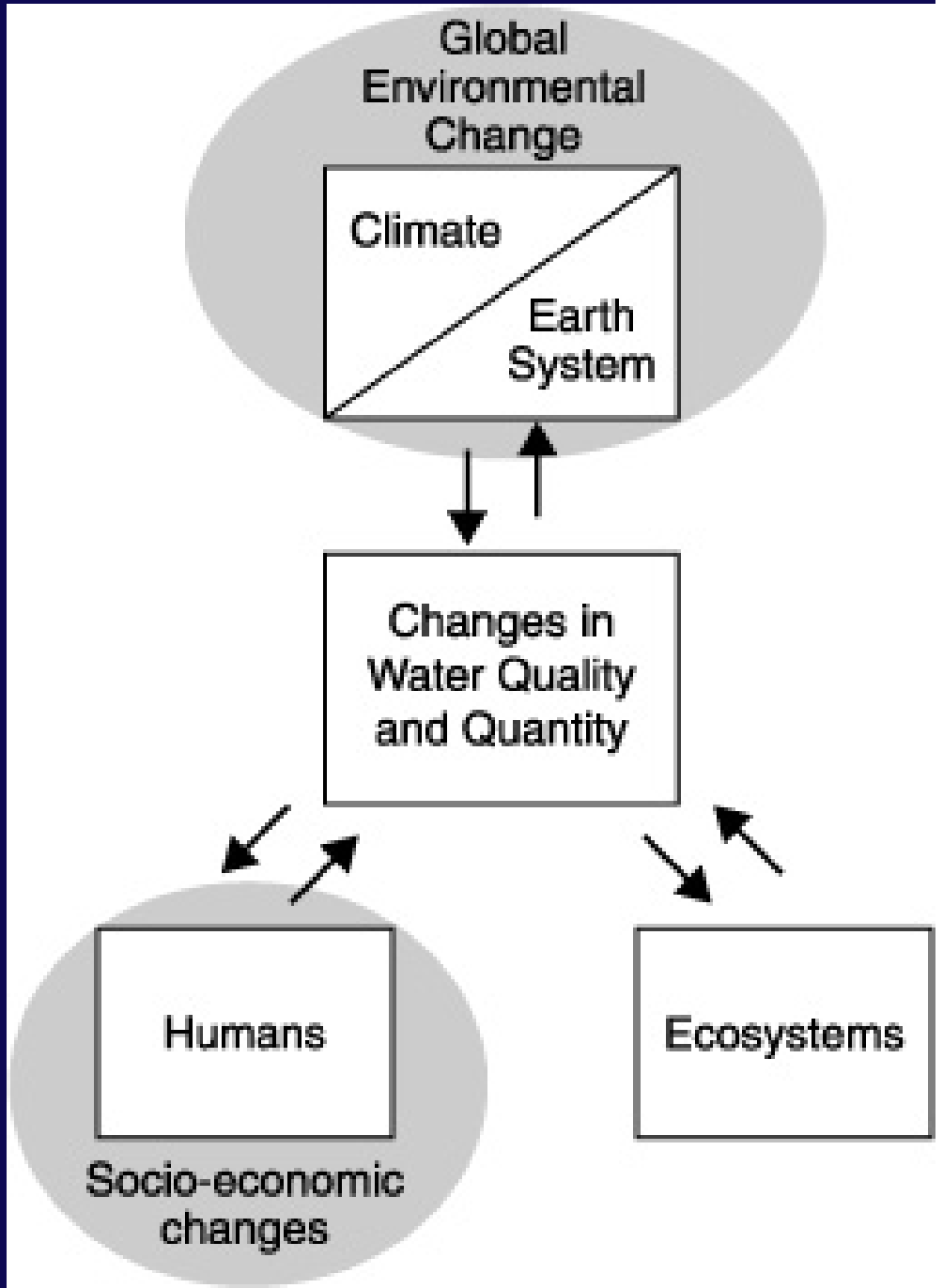
SDGs

Fenntartható Fejlődési Célok (SDG)

A GLOBÁLIS VÍZKÖRFOLYAMAT



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



A víz az SDG-k központi eleme

AZ ELMÚLT HATEZER ÉVBEN A VÍZ HATÁROZTA MEG AZ EMBERISÉG CIVILIZÁCIÓJÁT

A JÖVŐBEN

AZ EMBERI CIVILIZÁCIÓ HATÁROZZA MEG VIZEINK JÖVŐJÉT

VOLT-E HÁBORÚ A VÍZÉRT?

HÁBORÚ A VÍZÉRT?

EGY PRIMA CAUSA HÁBORÚ

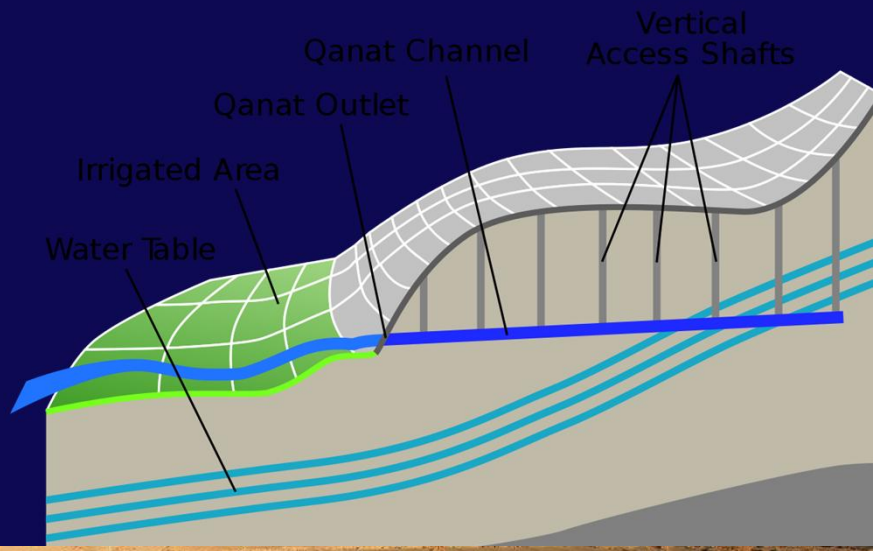
Umma és Lagash

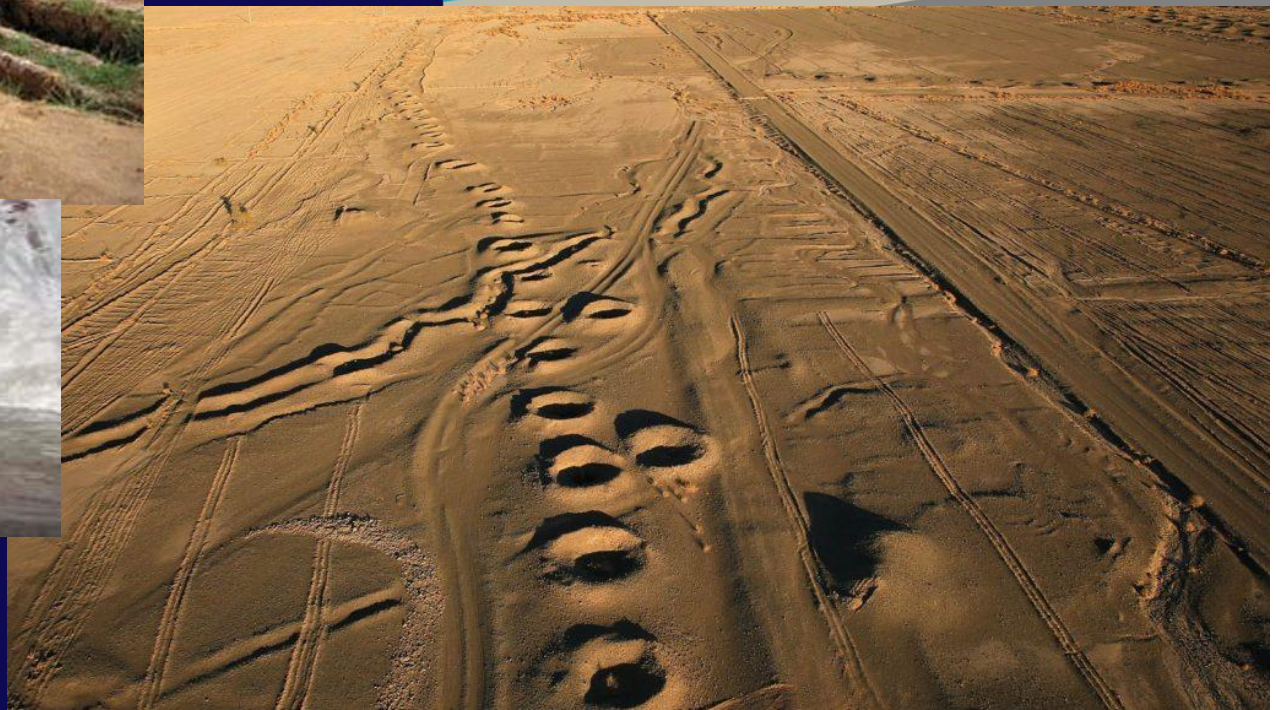
városállamok között Mezopotámiában (4500 éve)

QANAT

AZ ELSŐ GLOBÁLIS TECHNOLÓGIA-TRANSZFER

kahriz, khettara, foggara, galeria





UNESCO Center on Qanats, Yazd, Iran

LOKÁLIS KONFLIKTUSOK

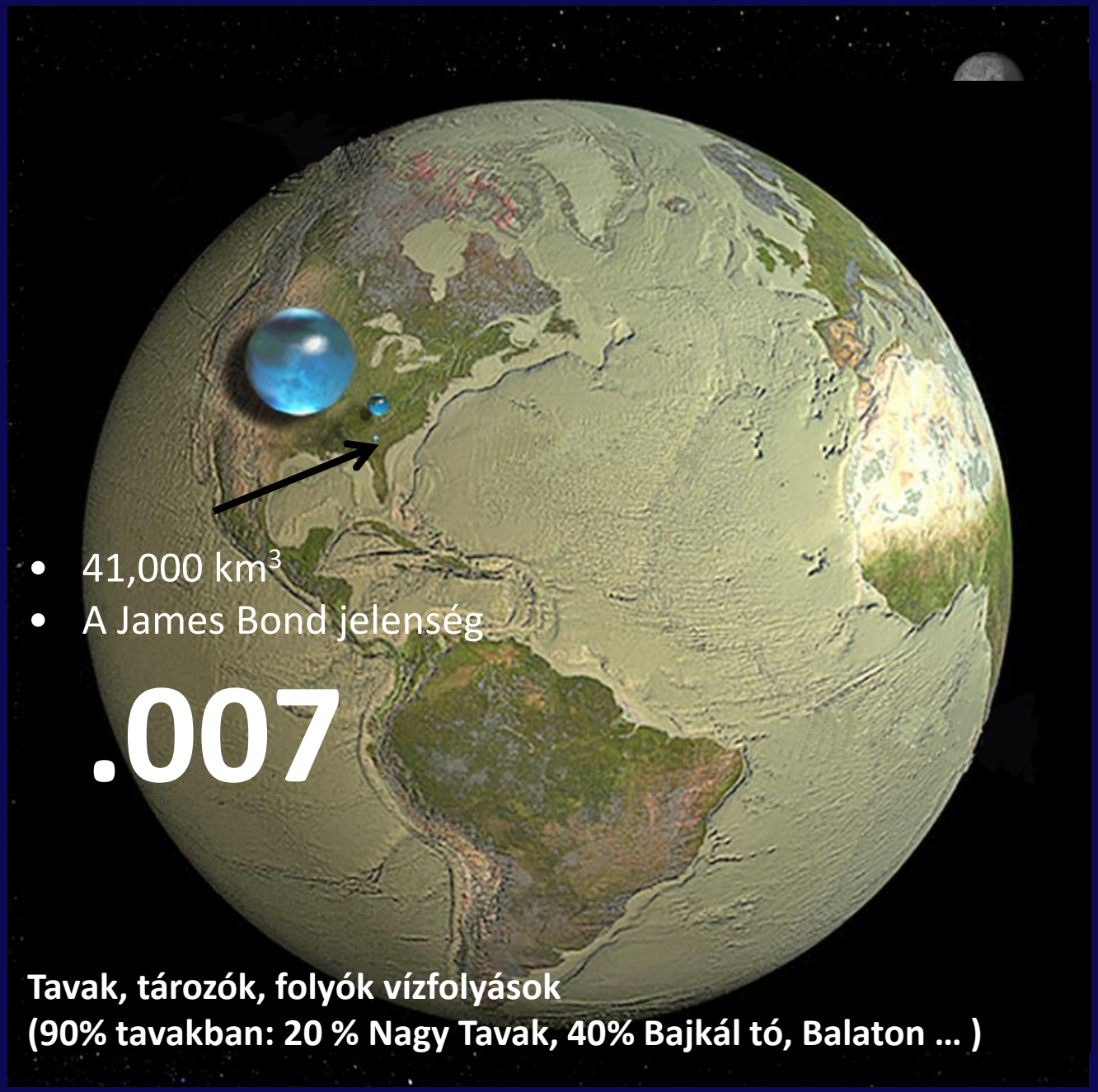
COCHABAMBA, BOLÍVIA,1999

IRÁN, 2018

KELET KÖZÉP-EURÓPA

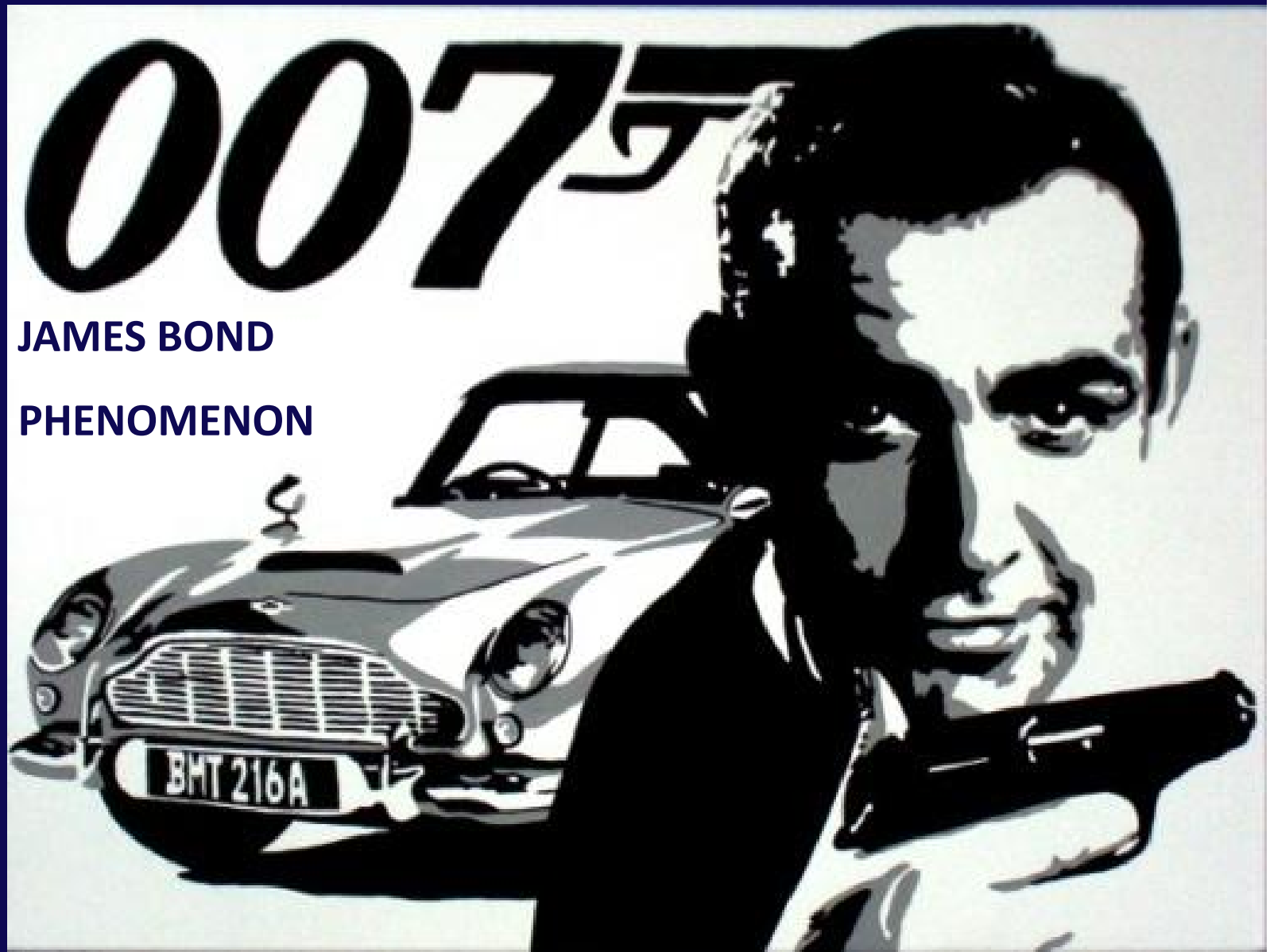
A LOKÁLIS PROBLÉMÁKNAK GLOBÁLIS PEREMFELTÉTELEI VANNAK

A Föld vizeinek eloszlása: 97.5 vs. 2.5 %



A VÉGES FELSZÍNI VÍZKÉSZLET JAMES BOND JELENSÉGE

0.007%



VÍZ VS. NÉPESSÉG ELOSZLÁSA

World Water Assessment Programme

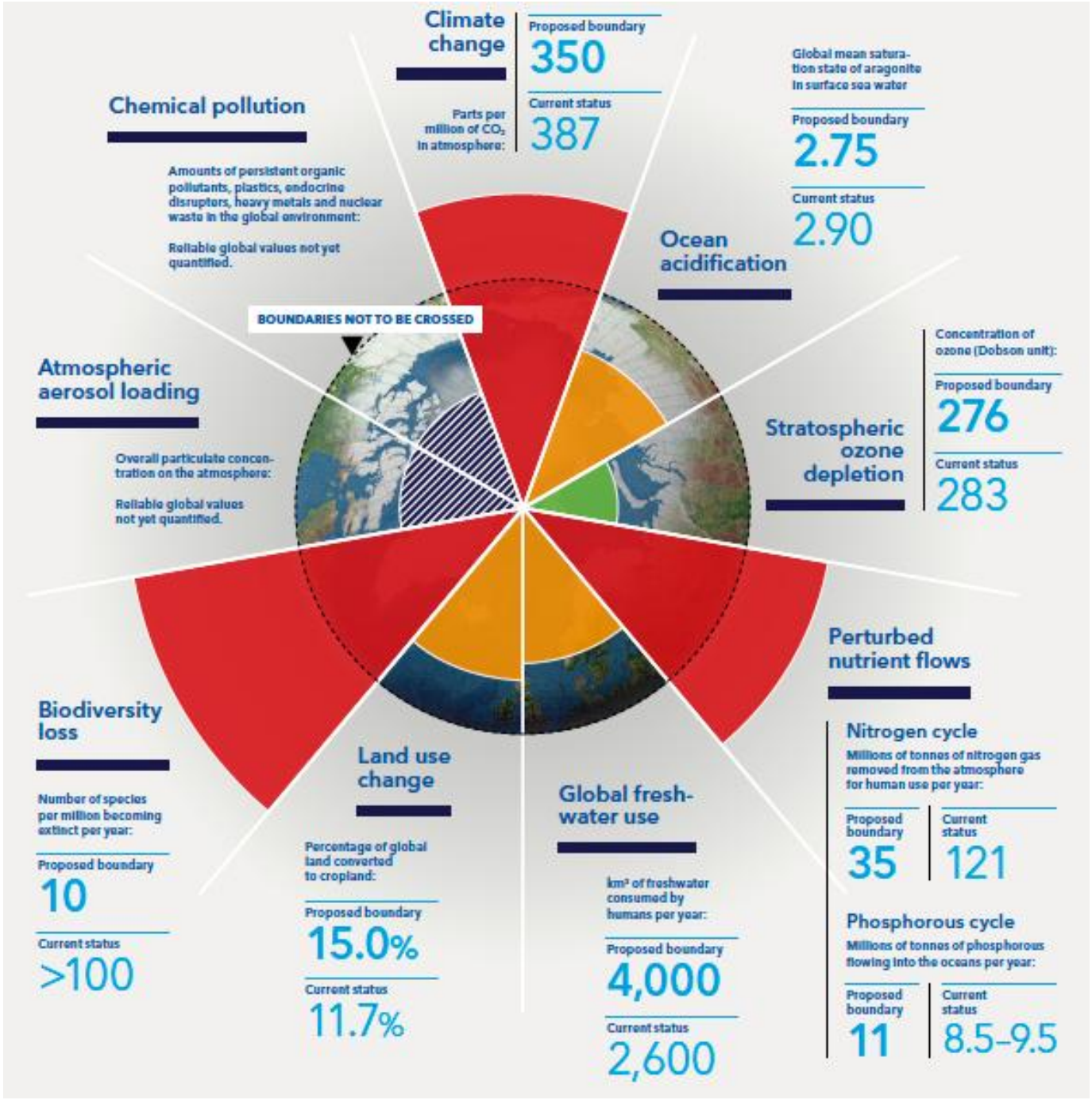
Planetáris határok

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.

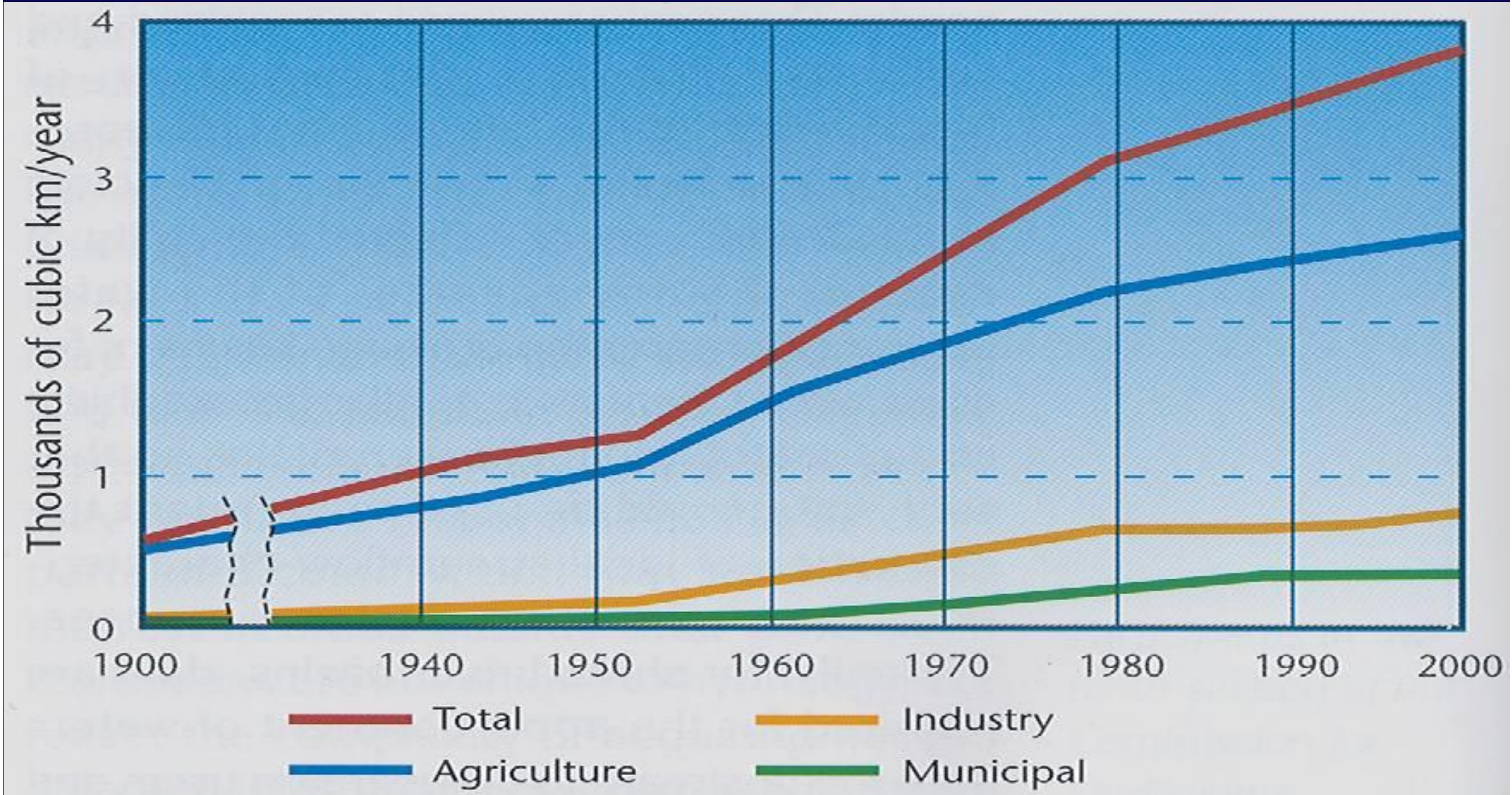
Area where international political agreements have allowed us to start moving away from a boundary – in the correct direction.

Areas where no boundary values were established.



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

A VÍZHASZNÁLAT NEM FENNTARTHATÓ TRENDJE [1000 KM3/ÉV]



WORLD WATER COUNCIL

GLOBAL TRENDS 2030:

ALTERNATIVE WORLDS

a publication of the National Intelligence Council

US National Intelligence Council (2012)

***Four overarching megatrends** will shape the world in 2030:*

- Individual Empowerment.
- The Diffusion of Power.
- Demographic Patterns.
- The Growing Nexus among Food, Water, and Energy

US National Intelligence Council (2012)

GLOBAL TRENDS 2030:

ALTERNATIVE WORLDS

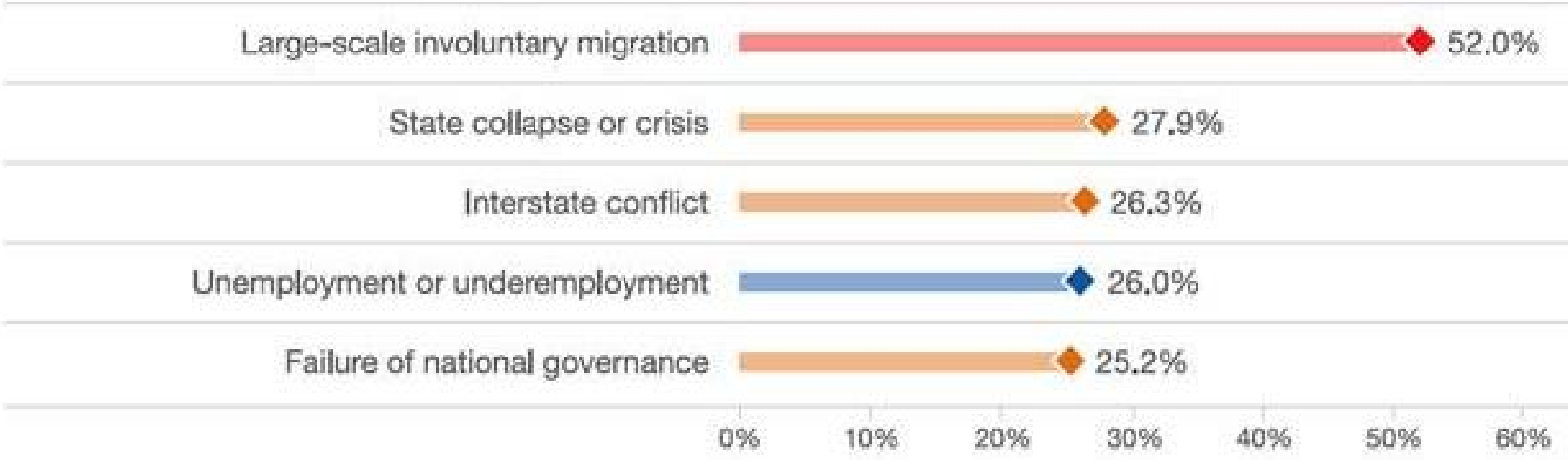
a publication of the National Intelligence Council

"Water may become a more significant contention than energy or minerals out to 2030 at both intrastate and interstate levels"

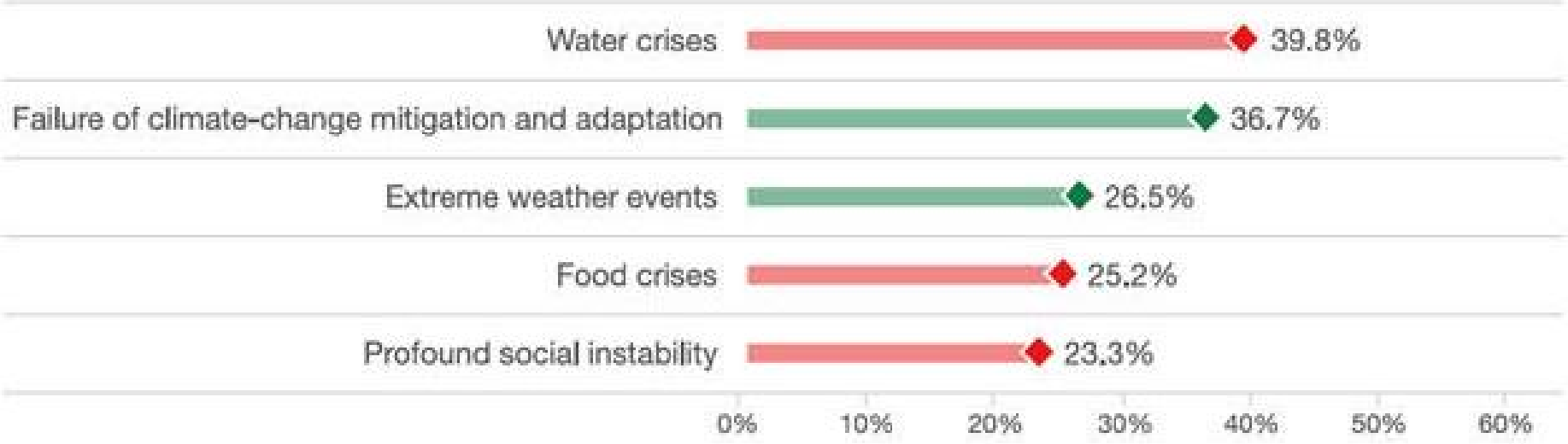
The Global Risks of Highest Concern, 2016

Percent of participants mentioning the respective risk to be of high concern for the time frame of 18 months or 10 years, respectively. Participants could name up to five risks in each time frame. In each category, the risks are sorted by the total sum of mentions.

For the next 18 months



For the next 10 years



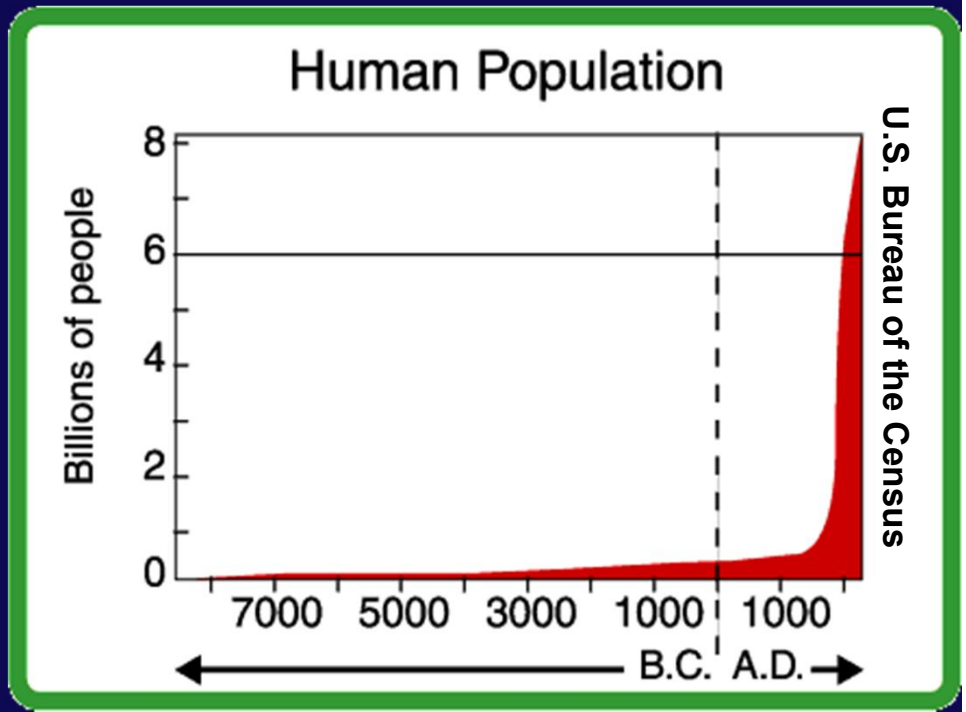
FENYEGETŐ GLOBÁLIS VÍZVÁLSÁG

Mi történik?

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

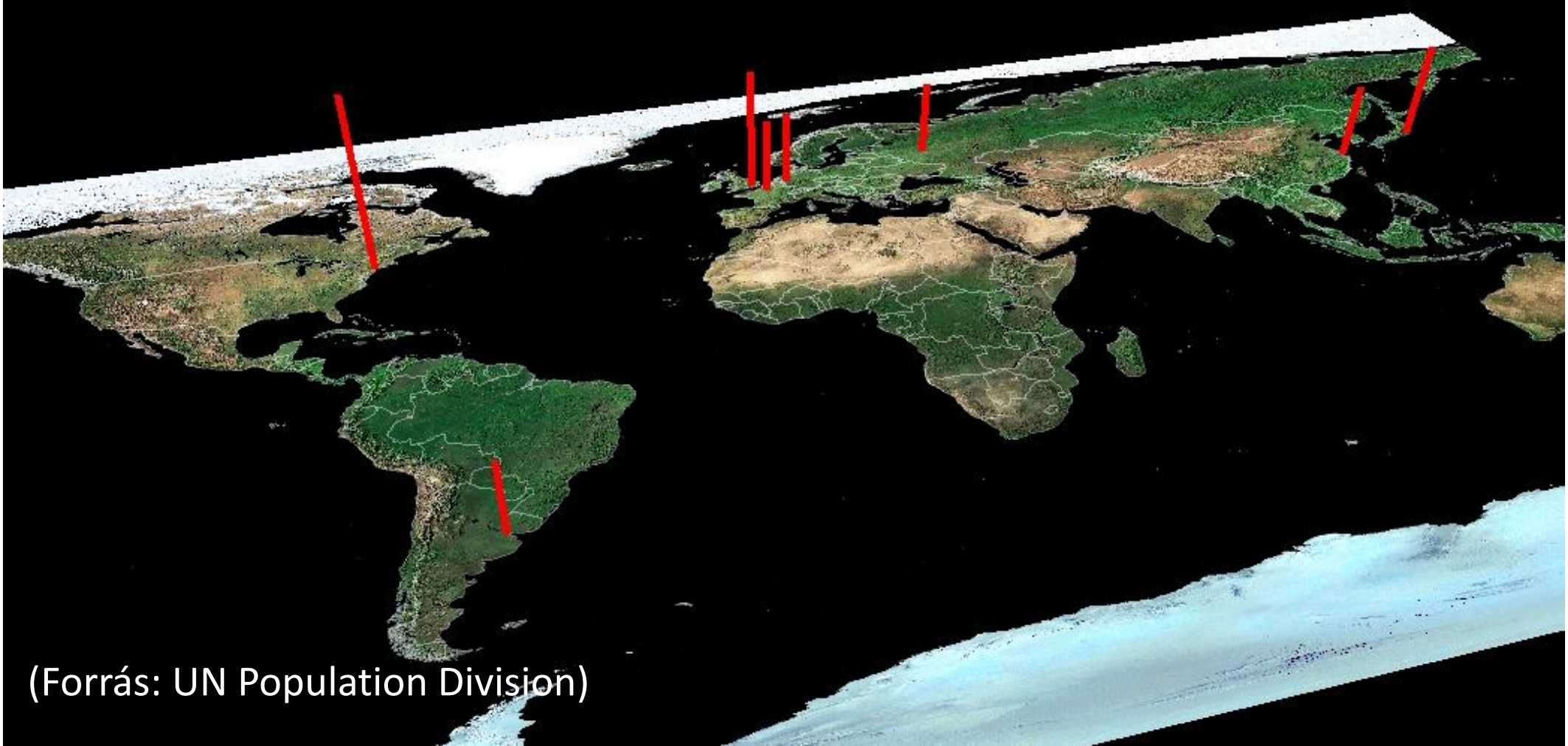
A globális változások fő okai:

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



Az 5 milliós népességet meghaladó világvárosok

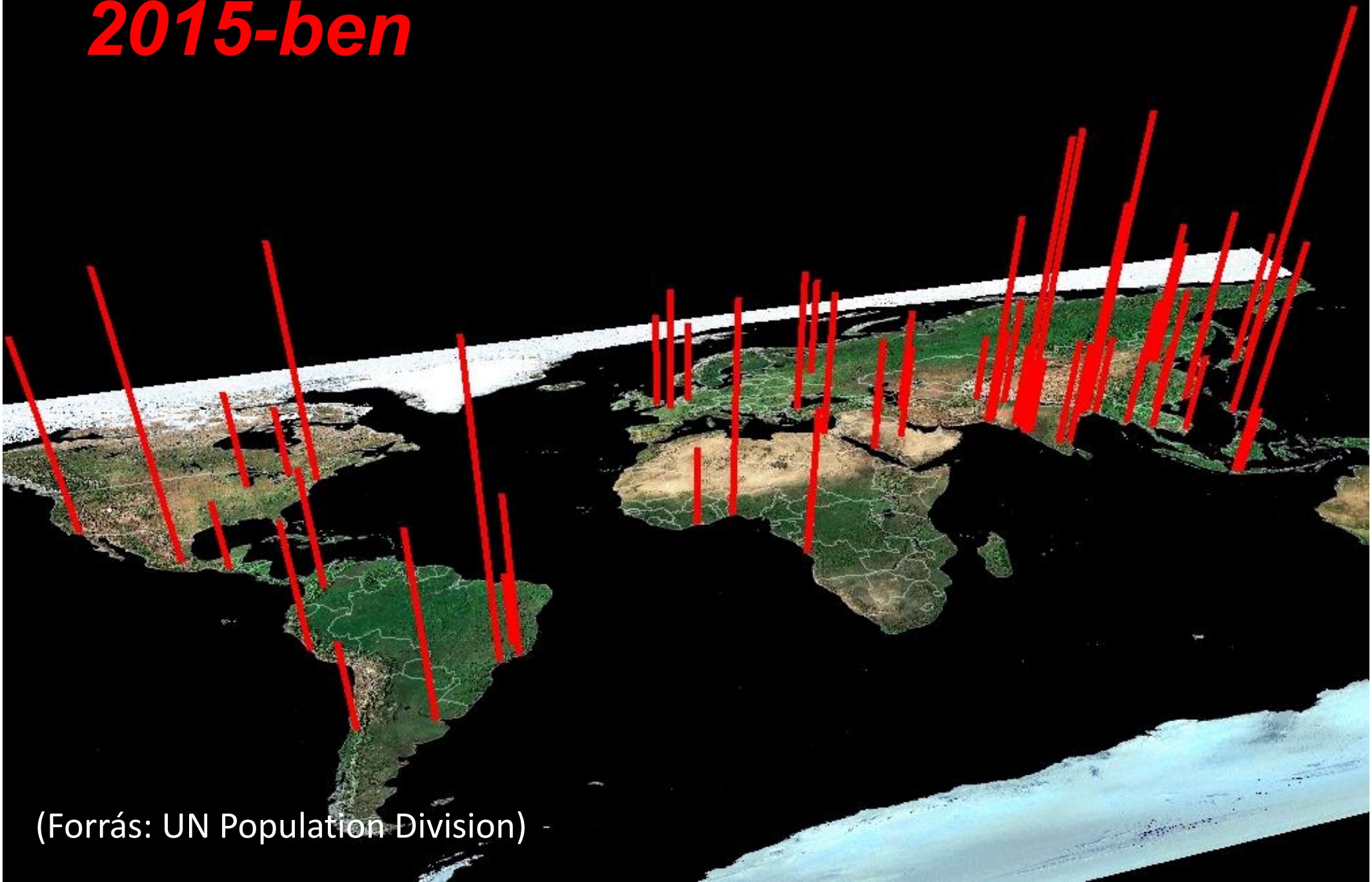
1950-ben



(Forrás: UN Population Division)

Az 5 milliós népességet meghaladó világvárosok

2015-ben



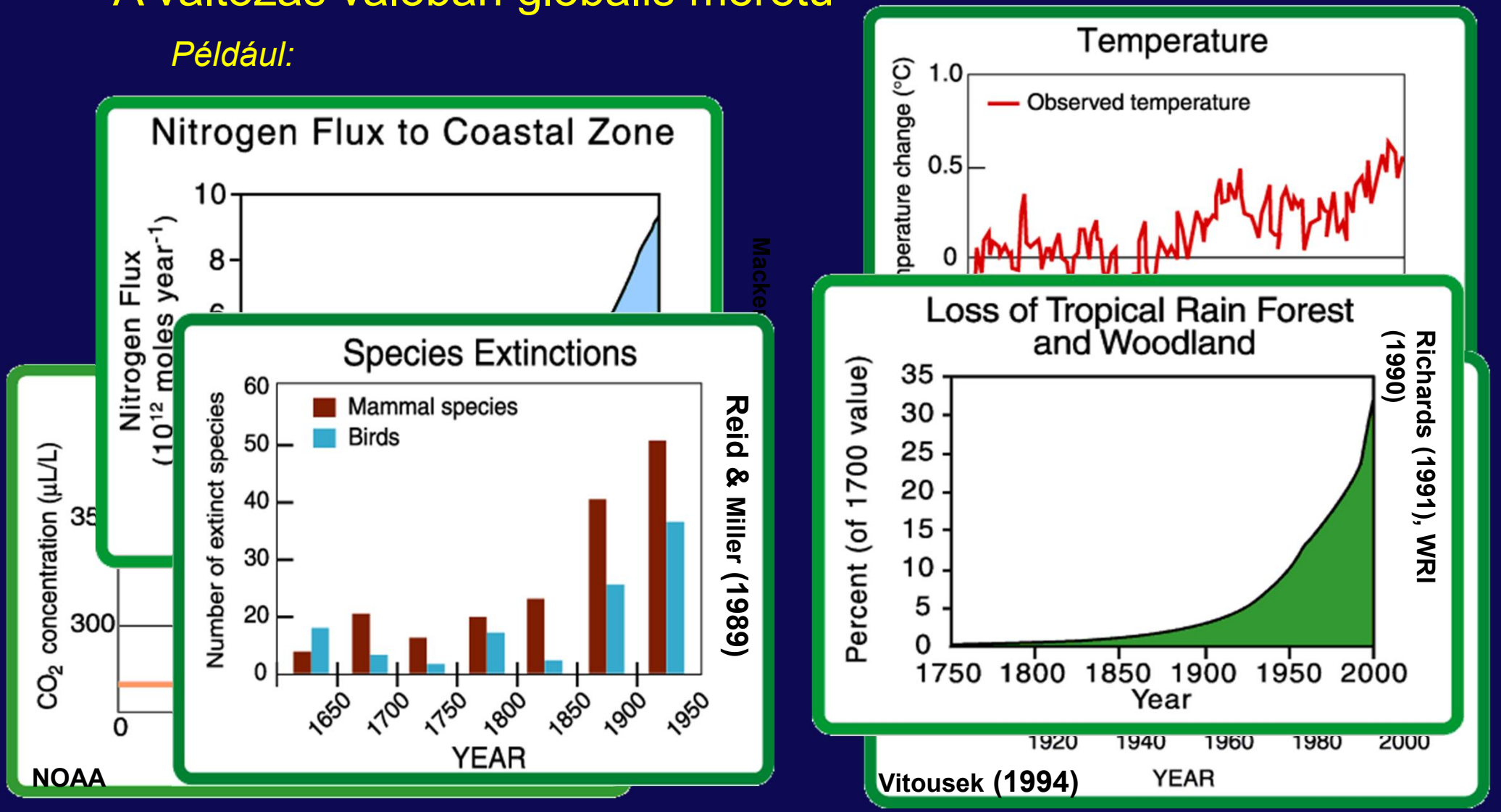
(Forrás: UN Population Division)

Wallpapers-Junction.com

A globális változás hatásai

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

Például:

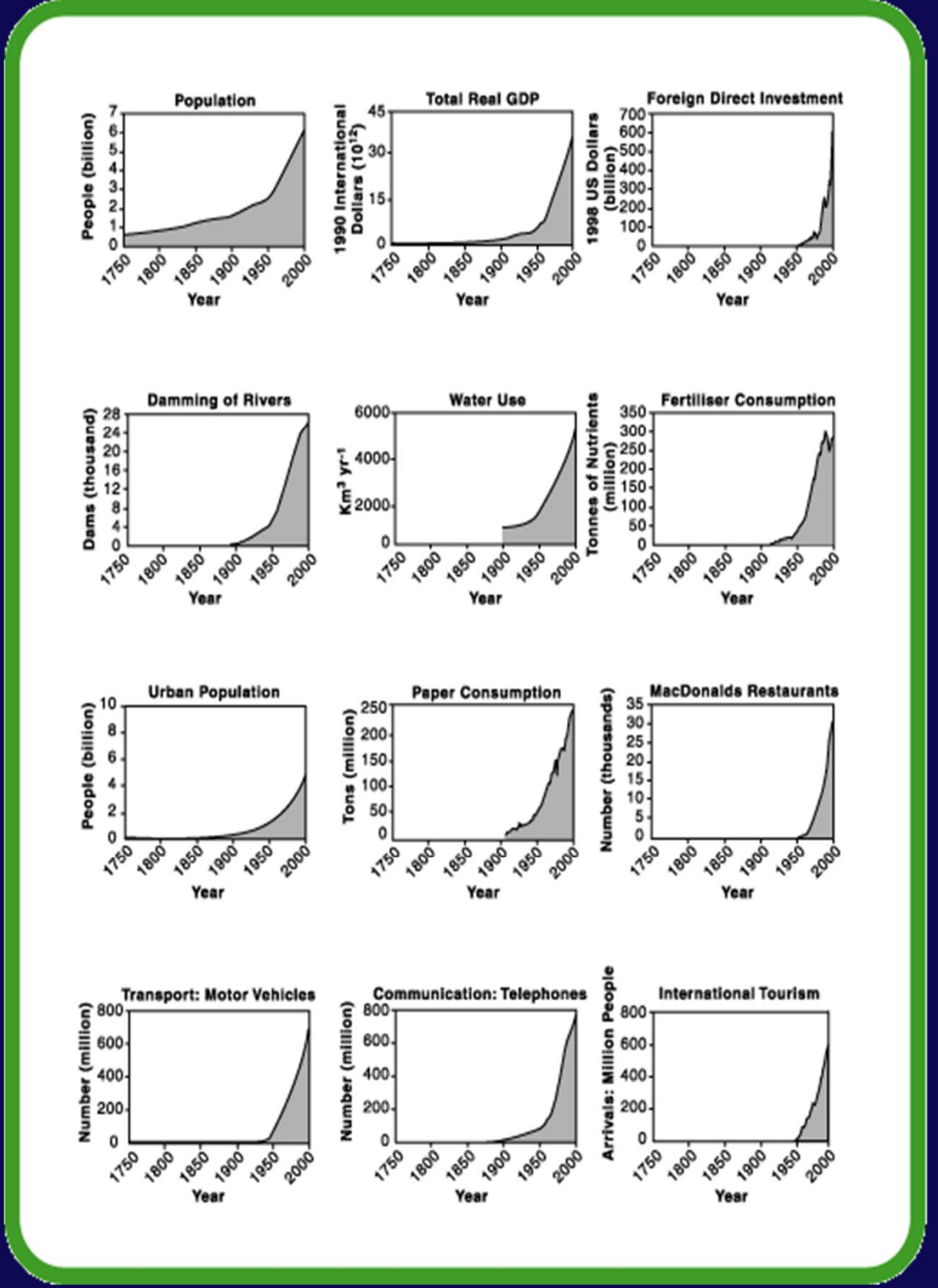


Úgy tűnik, hogy minden

EXPONENCIÁLIS

A stacionaritásnak vége.

Mi az akkor, hogy **MÉRTÉKADÓ katasztrófális helyzet??**



Ha tehát a stacionaritásnak vége, azaz a jövő nem olyan lesz, mint a múlt,

akkor mit jelent az, hogy
MÉRTÉKADÓ
helyzet??

(Mi az, hogy 100-éves árvíz?)

(A prágai metró esete 2002-ben …)

SZALAGCÍM !!!!!

VÁLTOZIK A KLÍMA !!!

(UHUM, MÁR 4 MILLIÁRD ÉVE ...)

KLÍMAVÁLTOZÁS

- **JÓ HÍR**
- **ROSSZ HÍR**

POZITÍV HATÁS

NEGATÍV HATÁS

Természeti katasztrófák száma 1900 és 2007 között

A katasztrófák száma

500 esemény/év

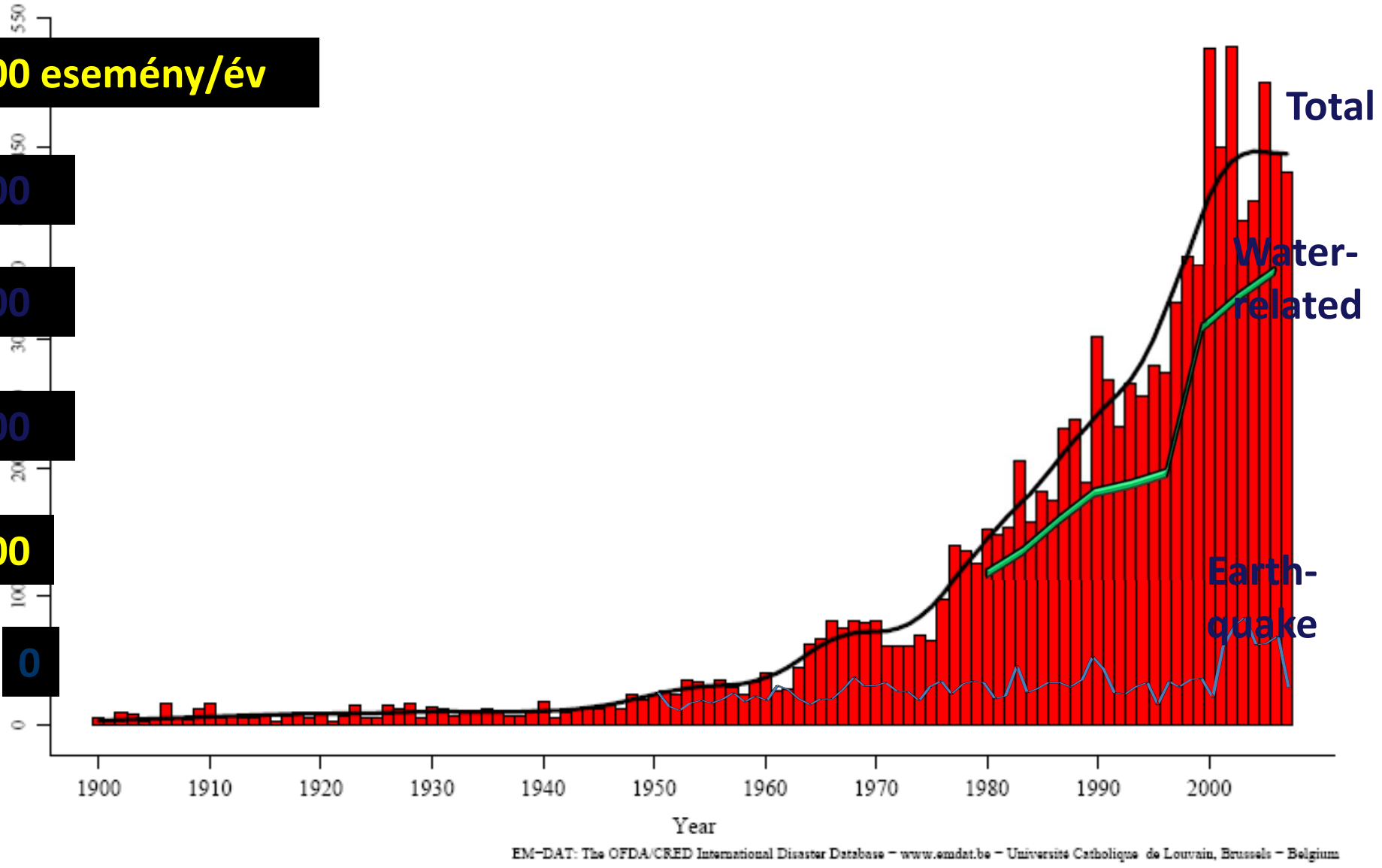
400

300

200

100

0



A KLÍMAVÁLTOZÁS A VÍZRŐL SZÓL

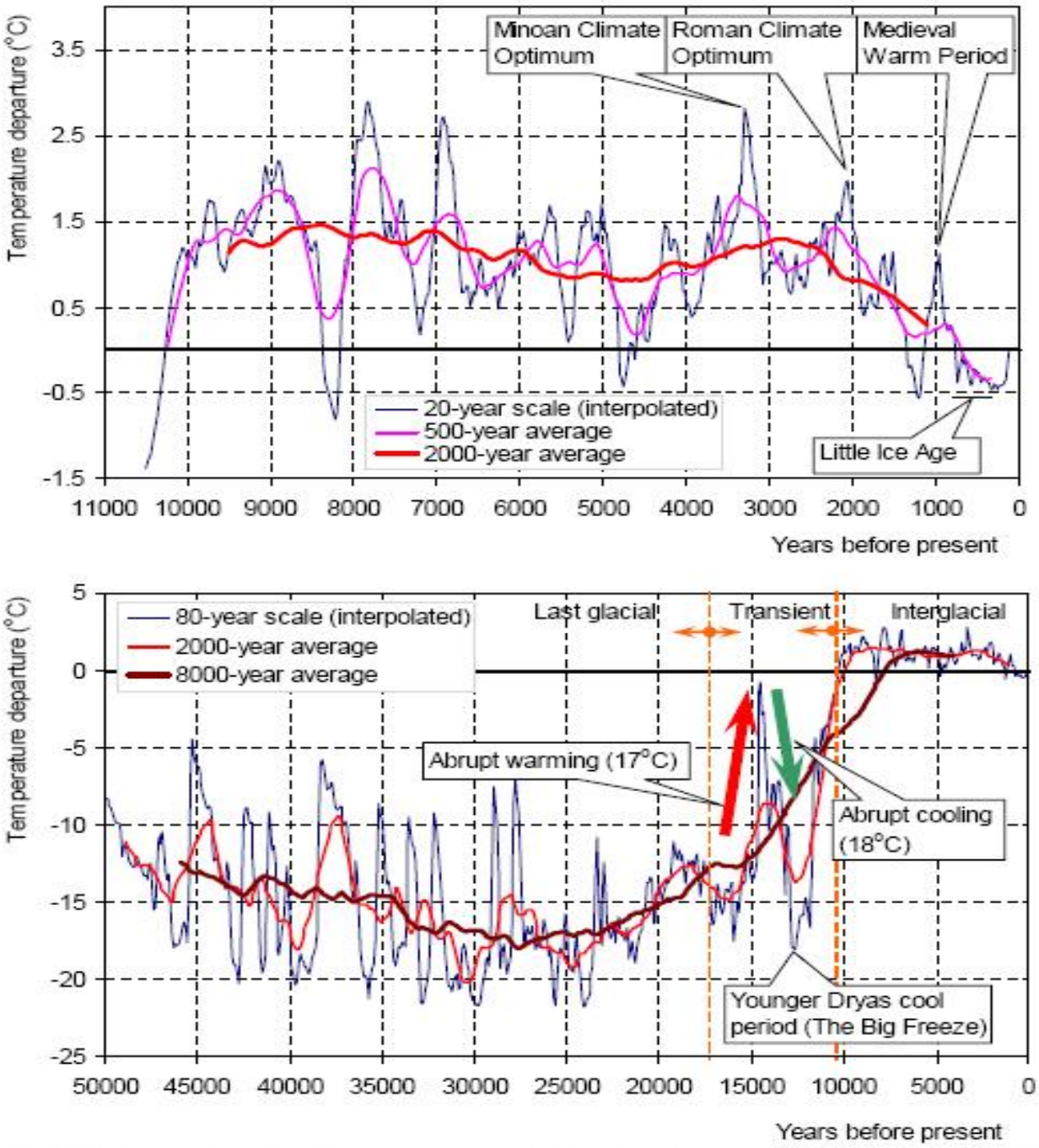
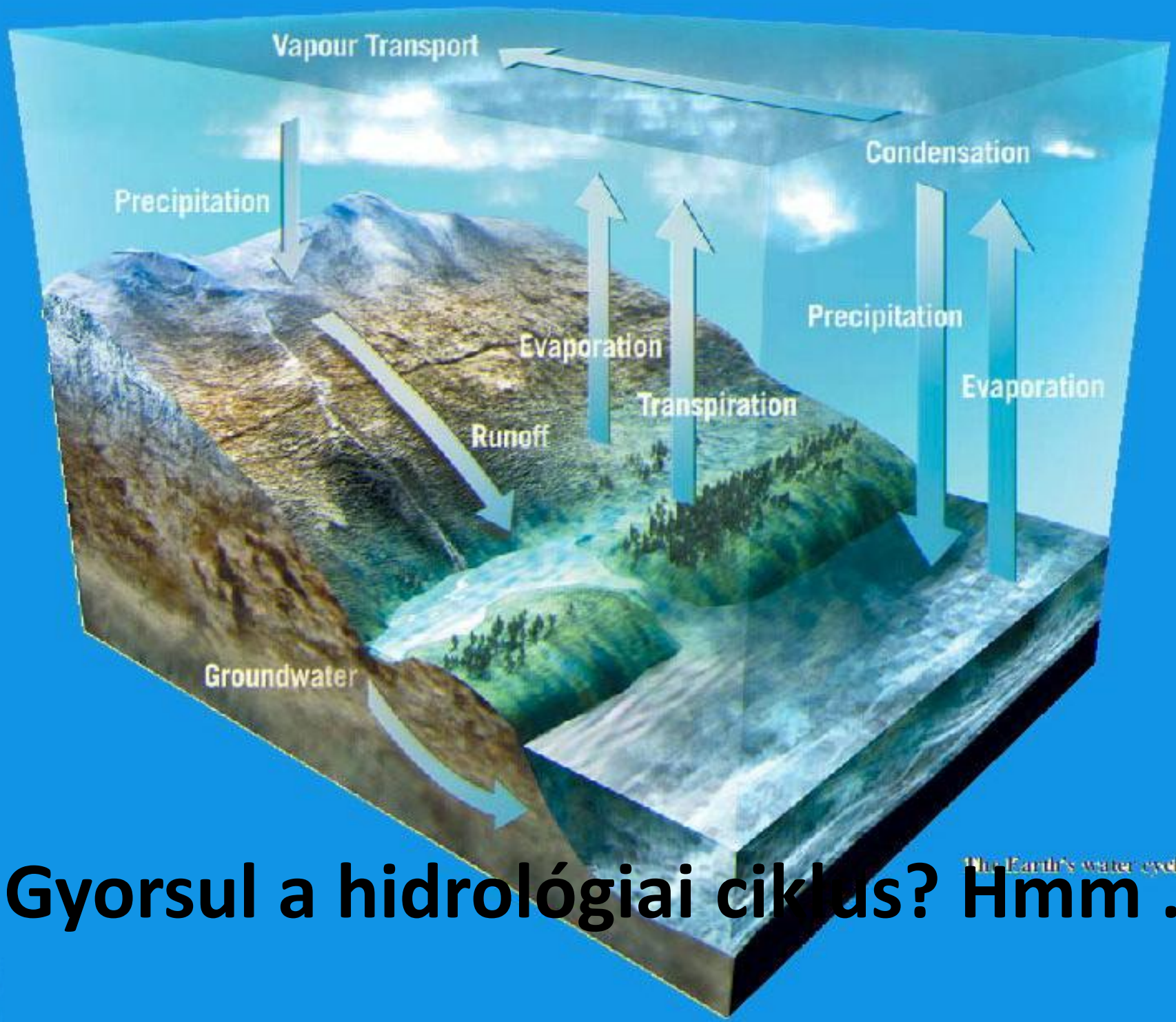


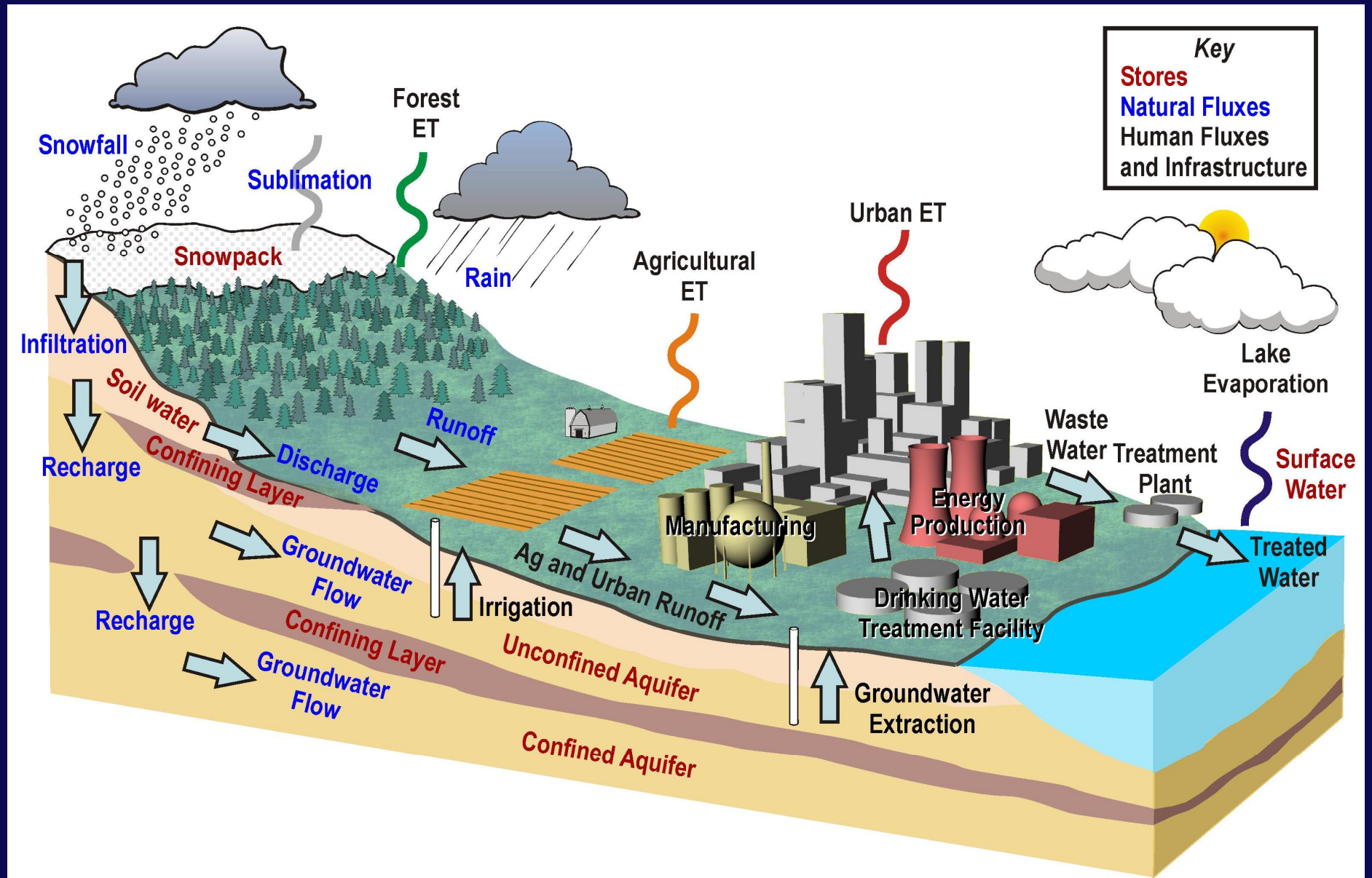
Fig. 3 Times series plot of the temperature in Greenland, as reconstructed from the GISP2 Ice Core (Alley 2000, 2004; temperature departures from the most recent value, which is −31.6°C; data from ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/icecore/greenland/summit/gisp2/isotopes/gisp2_temp_accum_alley2000.txt): (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.

Pieter Breugel id.



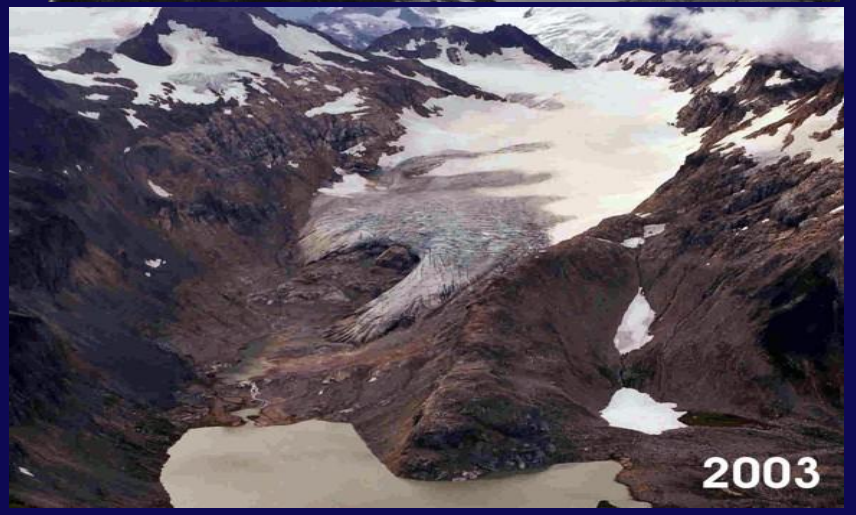
Gyorsul a hidrológiai ciklus? Hmm …

Az ANTROPOCÉN mindent megváltoztatott

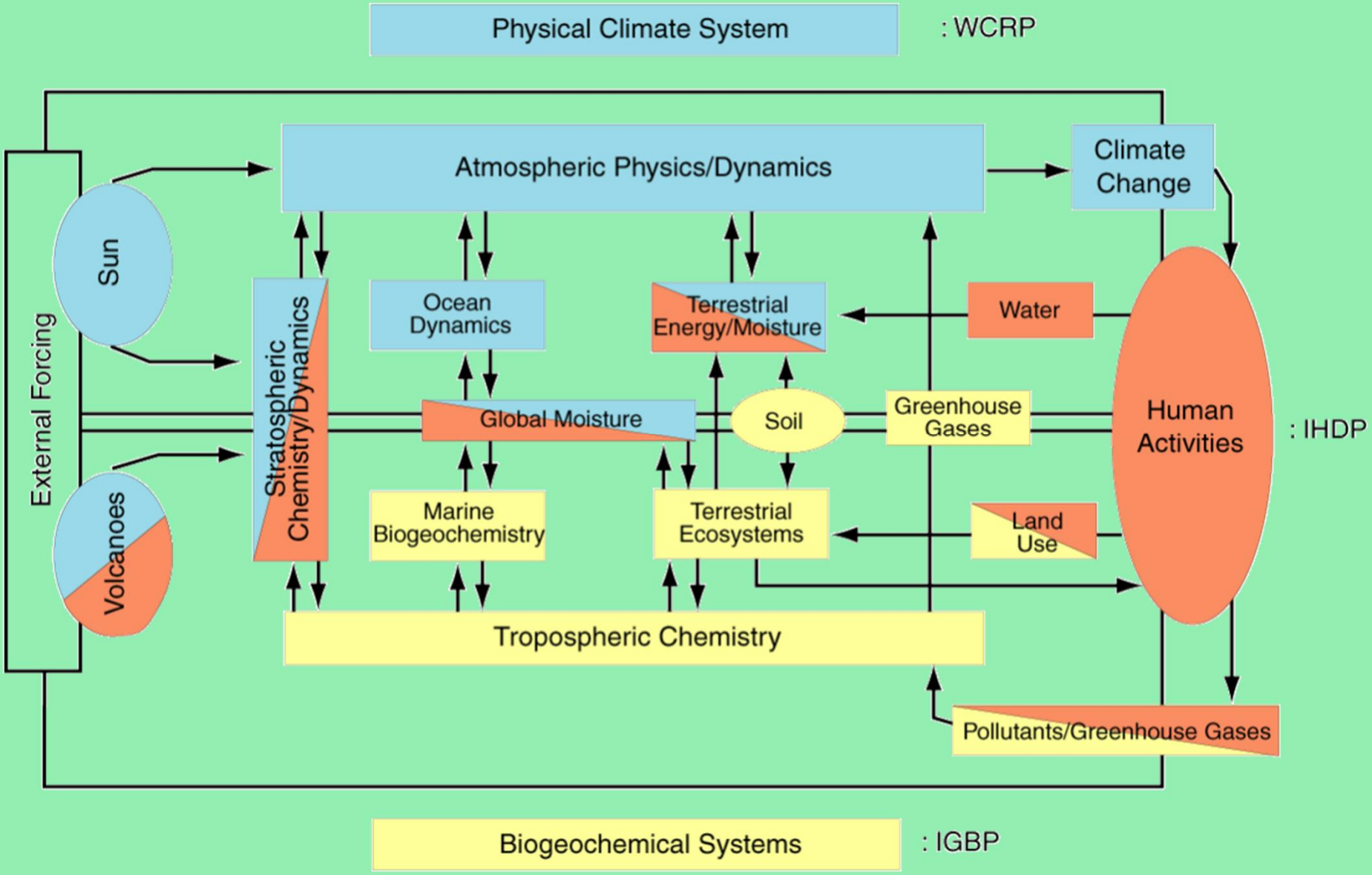


South Cascade gleccser (Washington állam, USA)

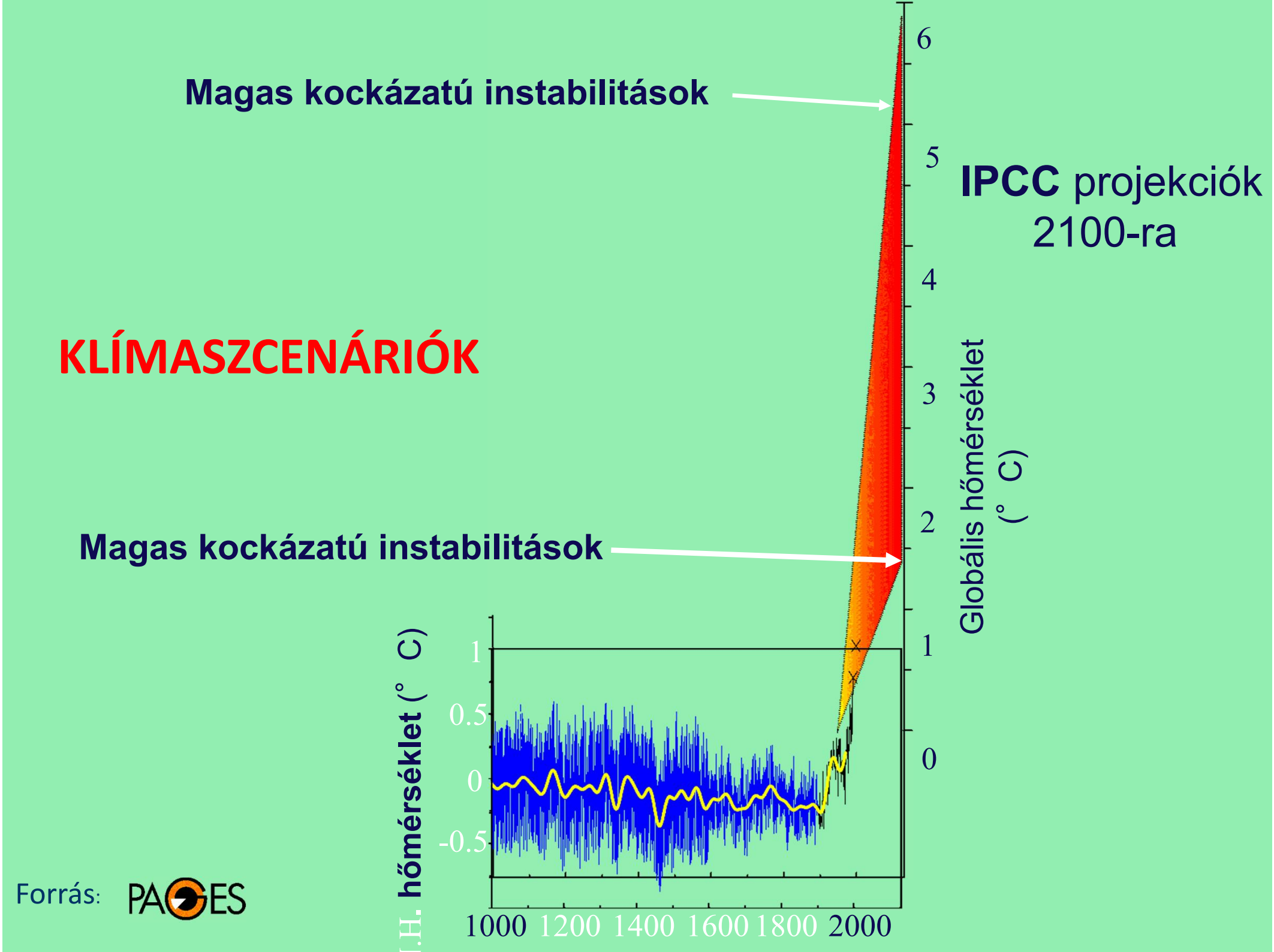
1928



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

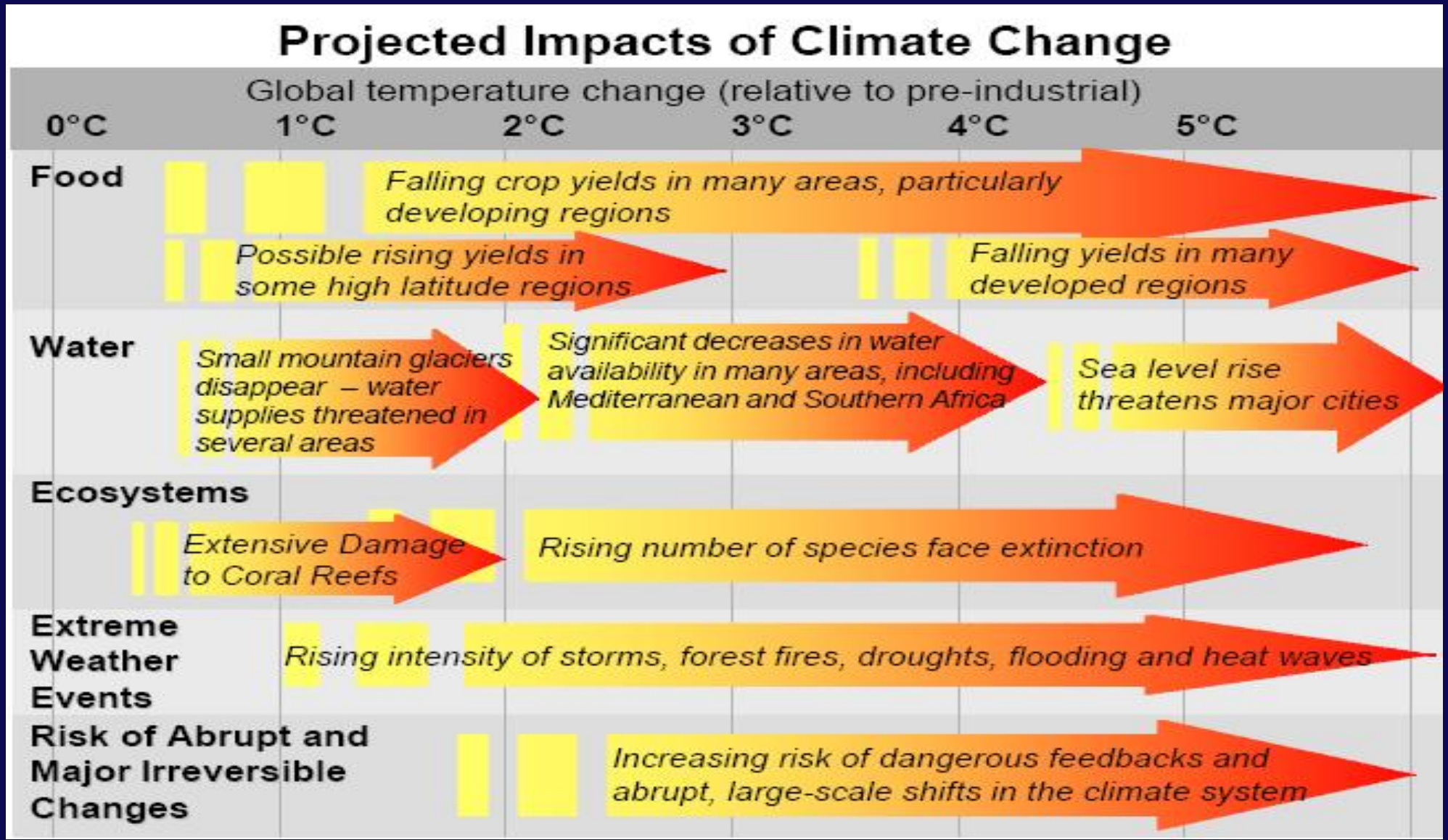


KLÍMASZCENÁRIÓK



Forrás: PAGES

A KLÍMAVÁLTOZÁS HATÁSSAL VAN KÖRNYEZETÜNKRE, TÁRSADALMUNKRA ÉS KULTÚRÁNKRA



(Source: IPCC)

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+tengeszintnövekedés)

Pakisztán (Augusztus, 2010)

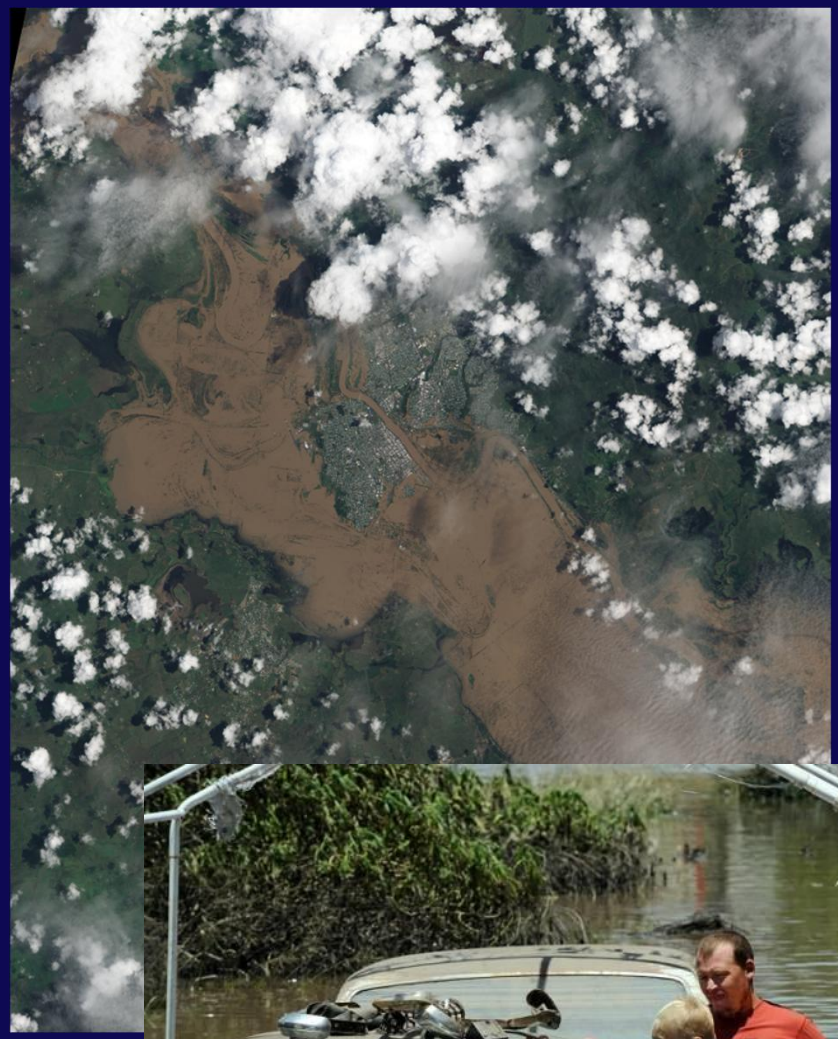
Dél - Korea (Szeptember 21, 2010)

Brazilia (Január, 2011)

Dél - Afrika (Január, 2011)

UNESCO-IHE
Institute for Water Education

Brisbane, Australia (January, 2011)



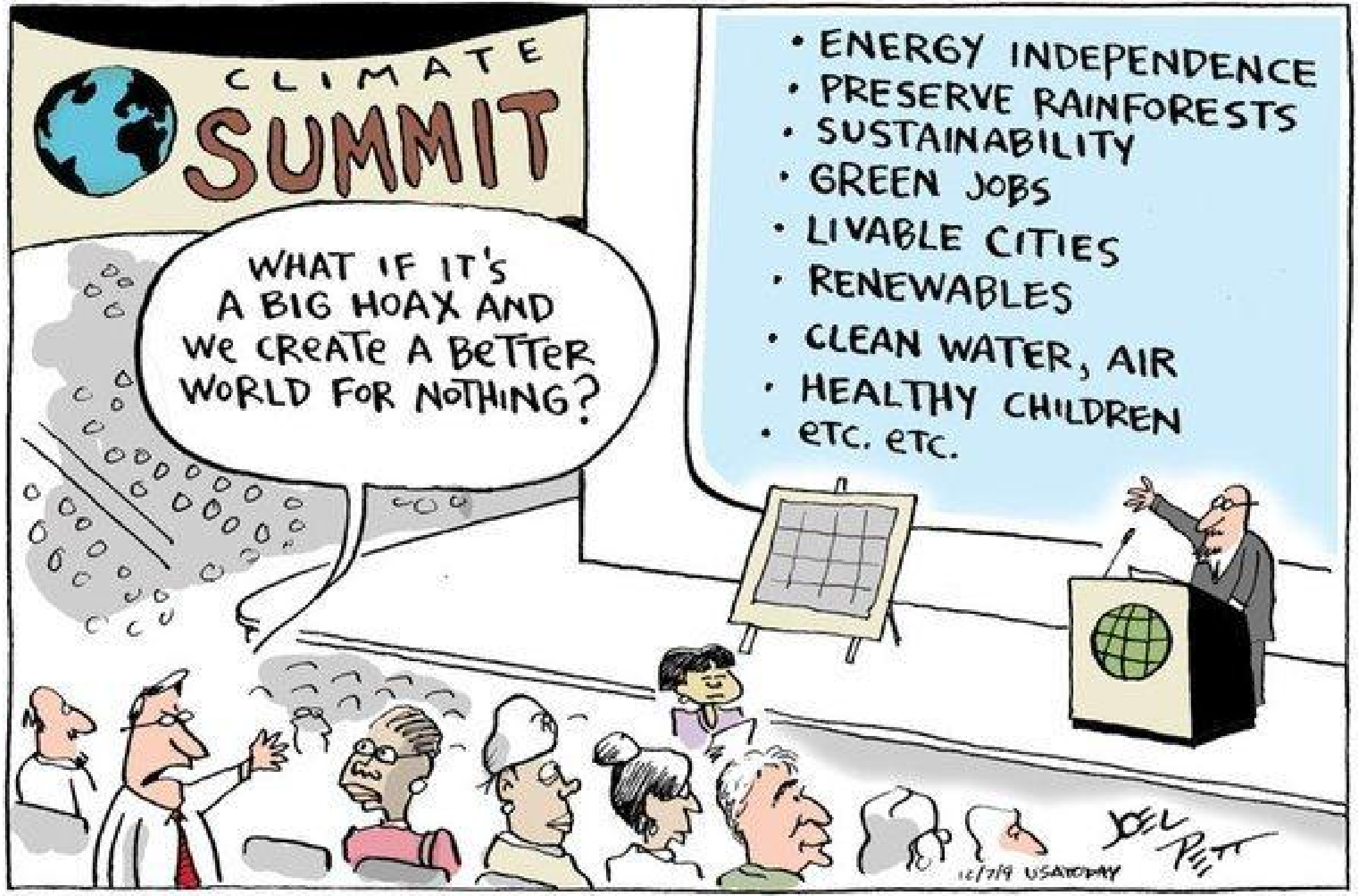
Brisbane suburbia …

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

(EGY NAP ALATT LEESETT A HÉT-HAVI CSAPADÉK …)

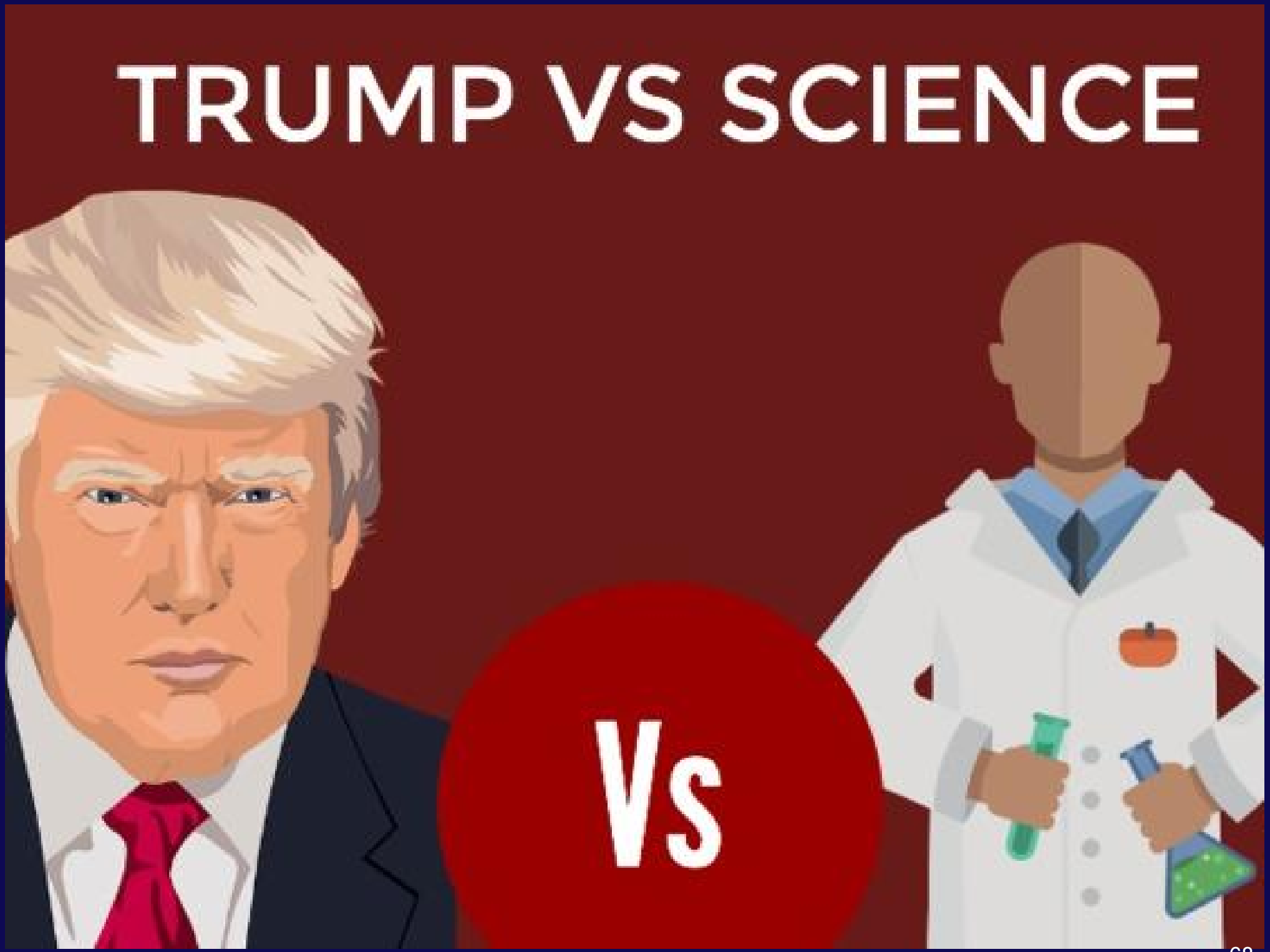
BUDAPEST

“NEM HISZEK A GLOBÁLIS FELMELEGEDÉSBEN”


CLIMATE
SUMMIT
WHAT IF IT'S A BIG HOAX AND WE CREATE A BETTER WORLD FOR NOTHING?
• ENERGY INDEPENDENCE
• PRESERVE RAINFORESTS
• SUSTAINABILITY
• GREEN JOBS
• LIVABLE CITIES
• RENEWABLES
• CLEAN WATER, AIR
• HEALTHY CHILDREN
• ETC. ETC.
12/7/19 USATODAY
JOEL PETT

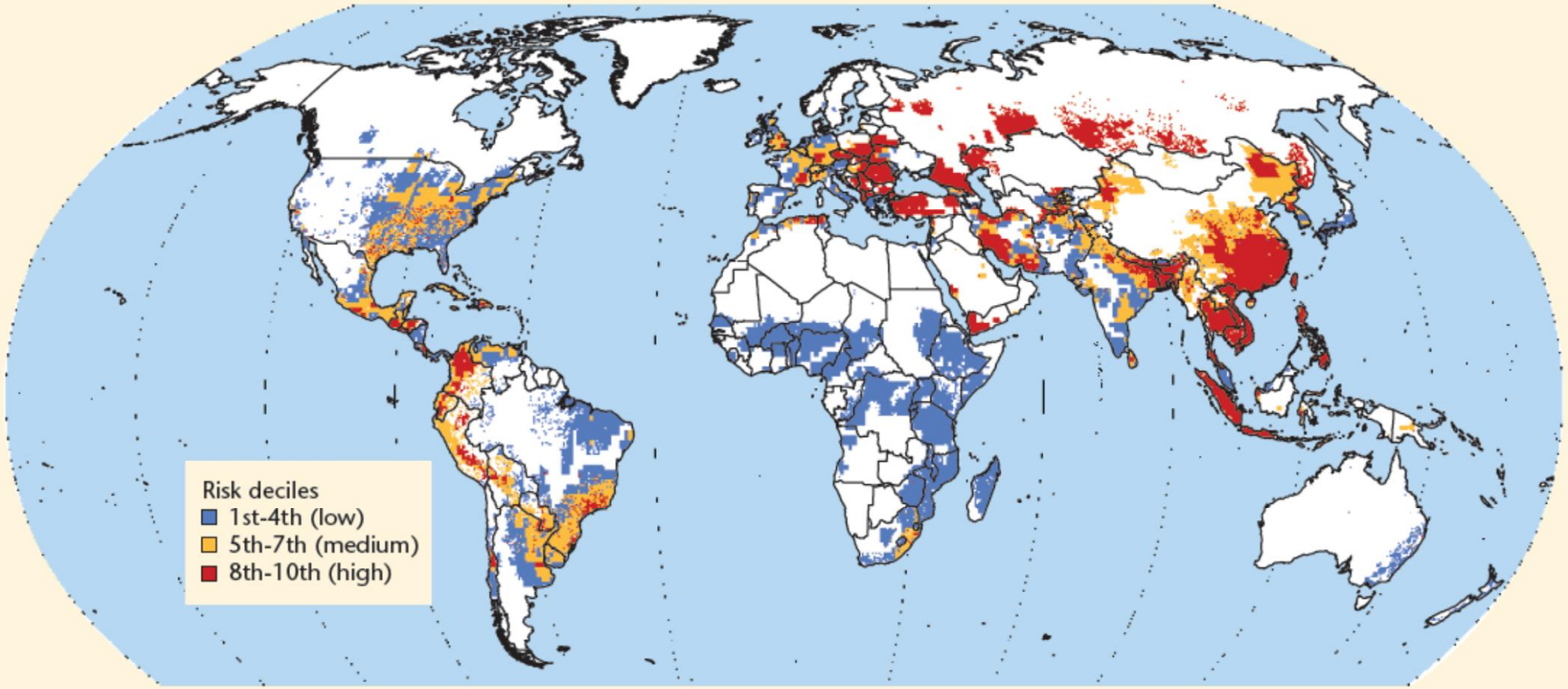
Berlini szoborcsoport:

“Politikusok a globális felmelegedés ügyét tárgyalják"


TRUMP VS SCIENCE
Vs

ÁRVÍZ OKOZTA VESZTESÉGEK A GDP FÜGGVÉNYÉBEN

Map 10.3 **Impact of flood losses (comparative losses based on national GDP)**



Note: Deciles refer to the level of risk, normalized for comparing 10 categories.
Source: Based on Dilley et al. 2005.

Villámárvizek

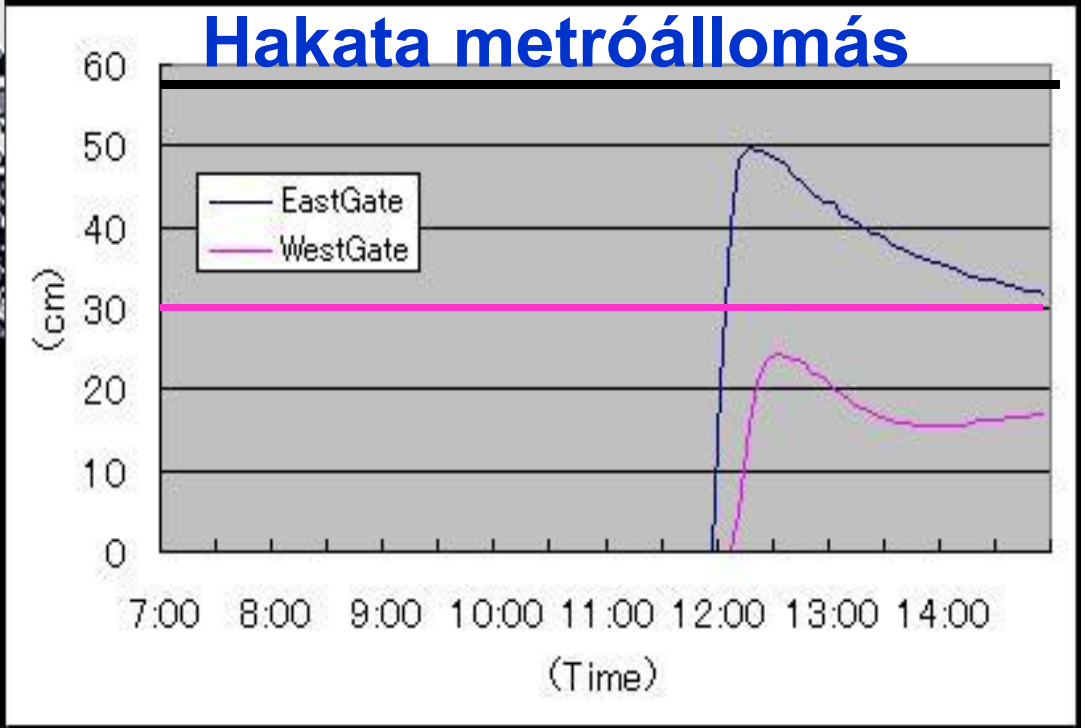
Fukuoka: városi gyors lefolyású árvíz,1999 (Forrás : MLIT)

... unpleasant surprises ...

- **A nagyvárosok lefelé is terjeszkednek (metro, plazák) → felszínalatti árvíz**

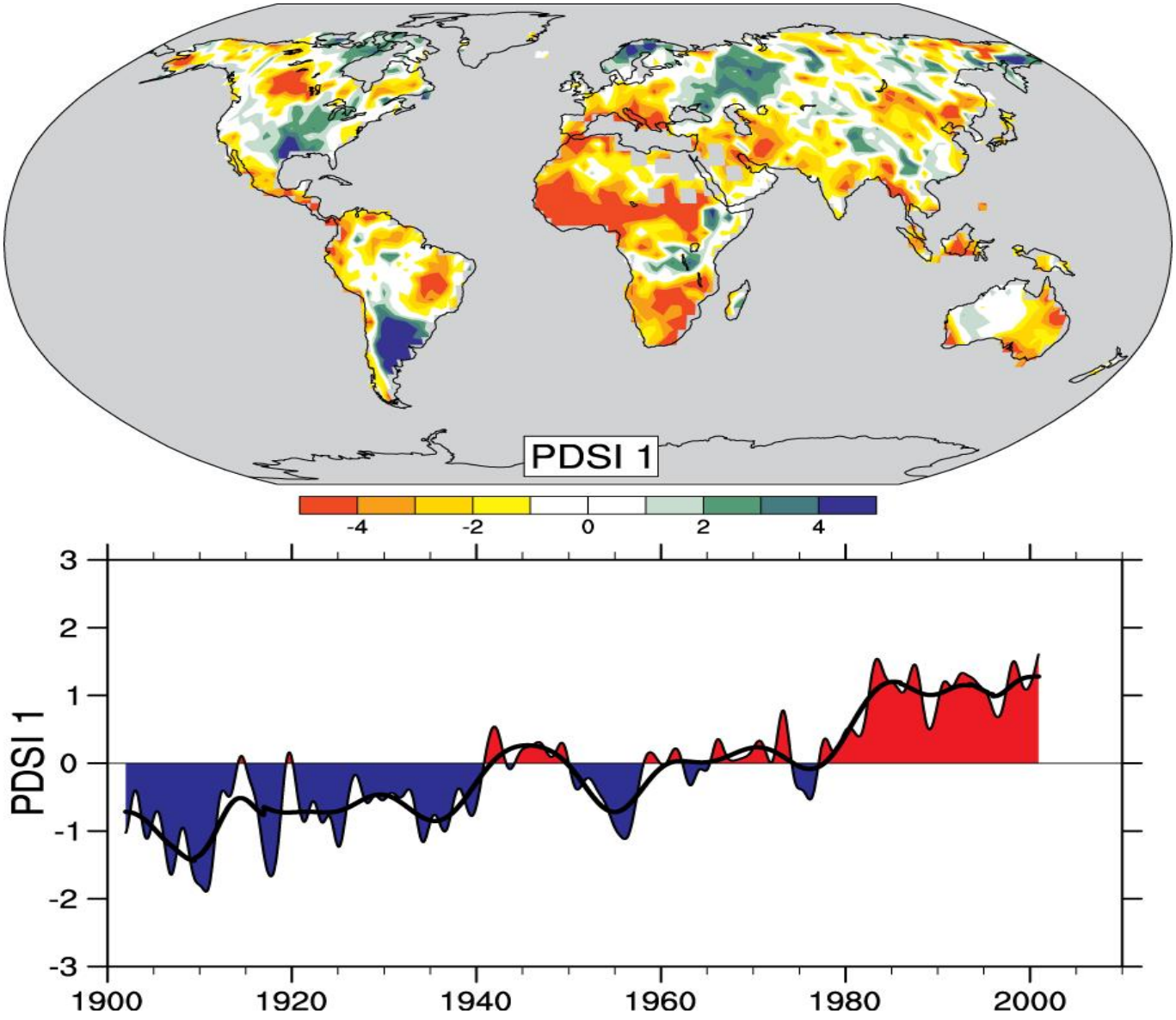
(Forrás: Herat, UNU)

Fukuoka szimuláció



ASZÁLY

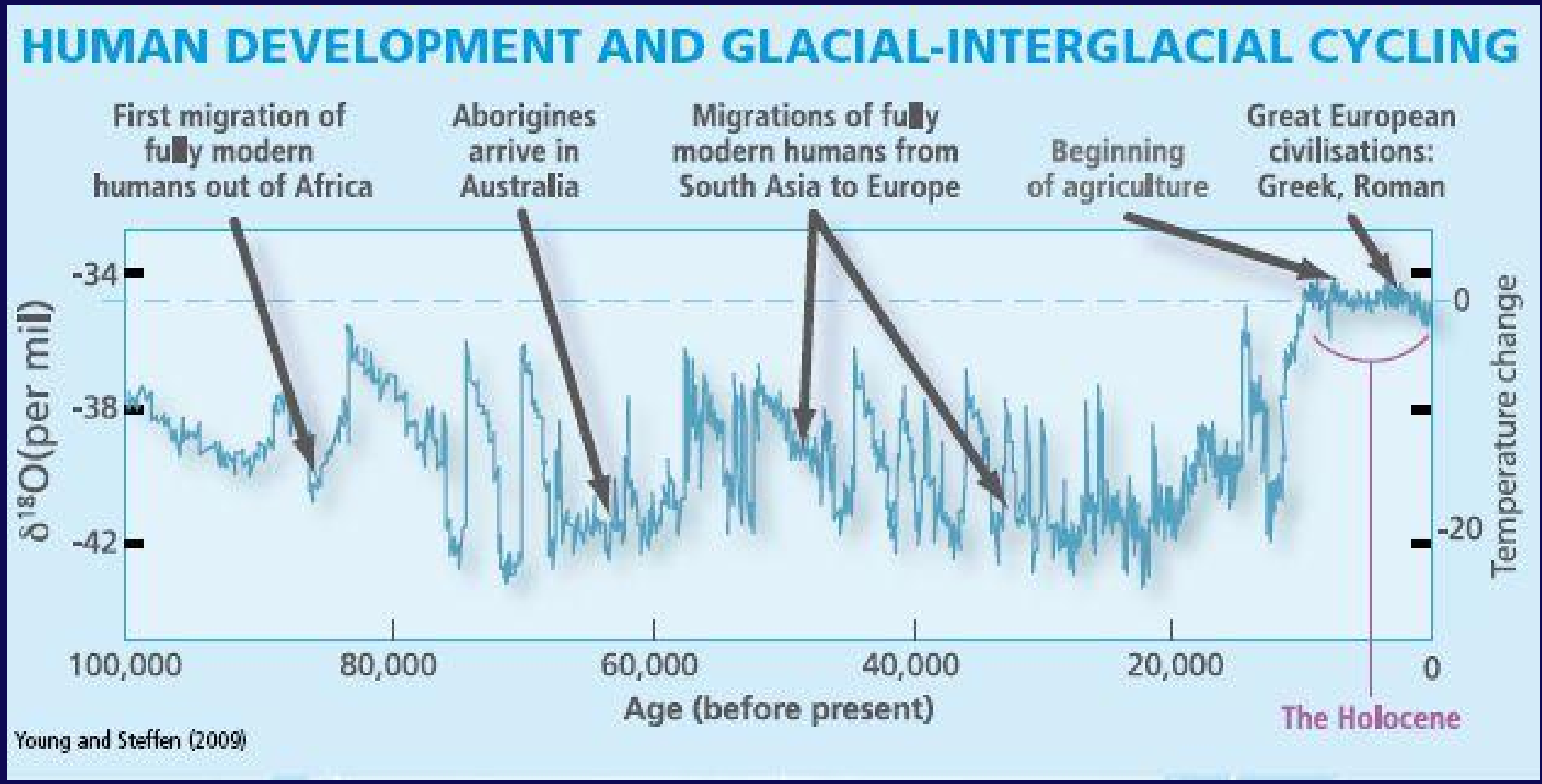
AZ ASZÁLYOSSÁG TÉRBEN ÉS IDŐBEN NÖVEKSZIK



- The most important spatial pattern (top) of the monthly **Palmer Drought Severity Index** (PDSI) for 1900 to 2002
- The time series (below) accounts for most of the trend in PDSI

VÍZZEL KAPCSOLATOS MIGRÁCIÓ

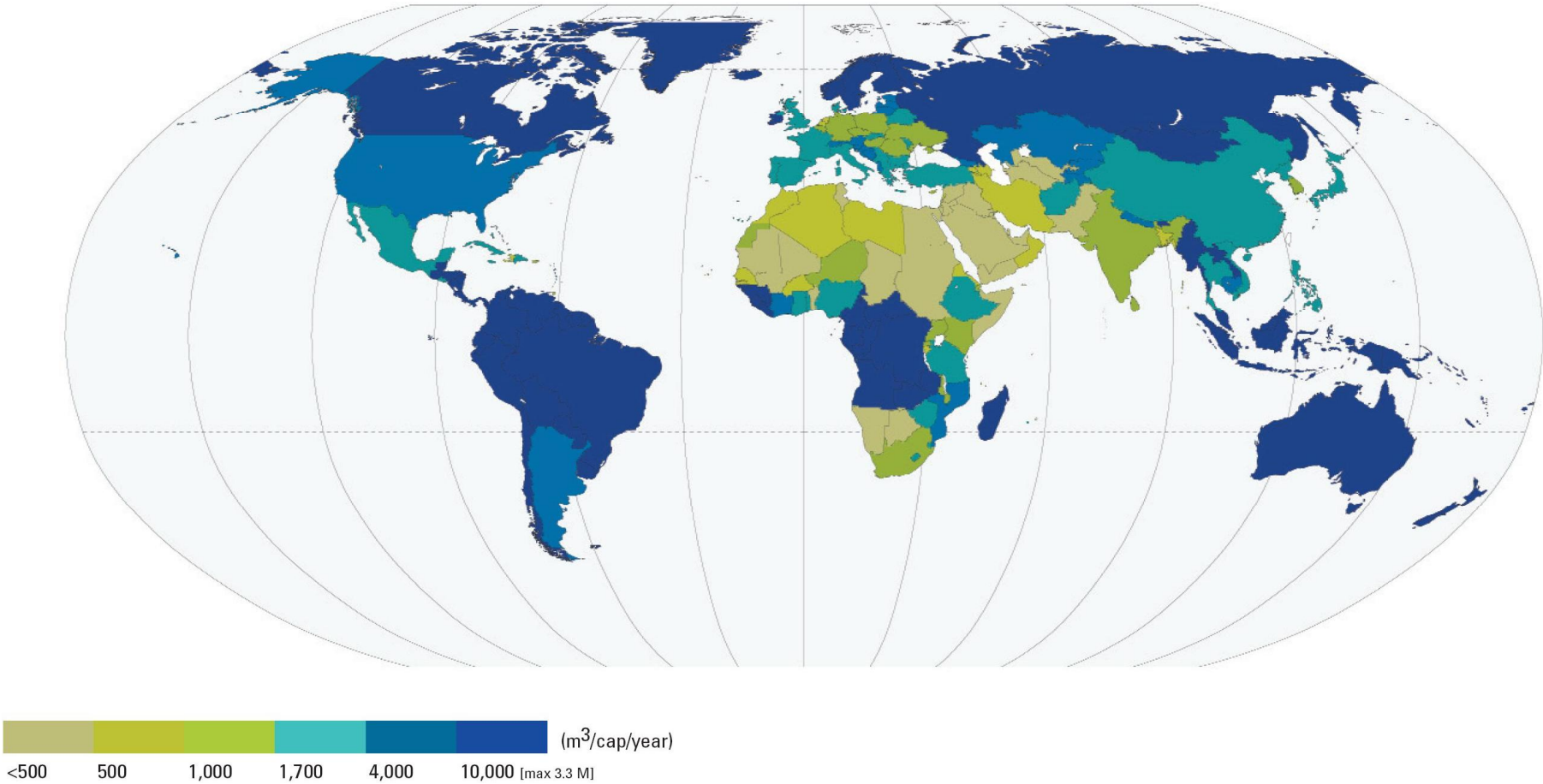
Az elmúlt 100,000 év nagy migrációs hullámai



A VÍZ-GAZDAGSÁG EGYENETLEN ELOSZLÁSA

Egy főre jutó éves megújuló belső vízkészlet

Map 1.1: Internal renewable water resources generated within a country on a per capita basis, circa 1995



This map shows the per capita total internal renewable water availability by country, i.e. the fraction of the country's water resources generated within the country.

Source: Map prepared for the World Water Assessment Programme (WWAP), by the Centre for Environmental Research, University of Kassel, based on Water Gap Version 2.1 D, 2002.

AZ ÉHINSÉG-TÉRKÉP

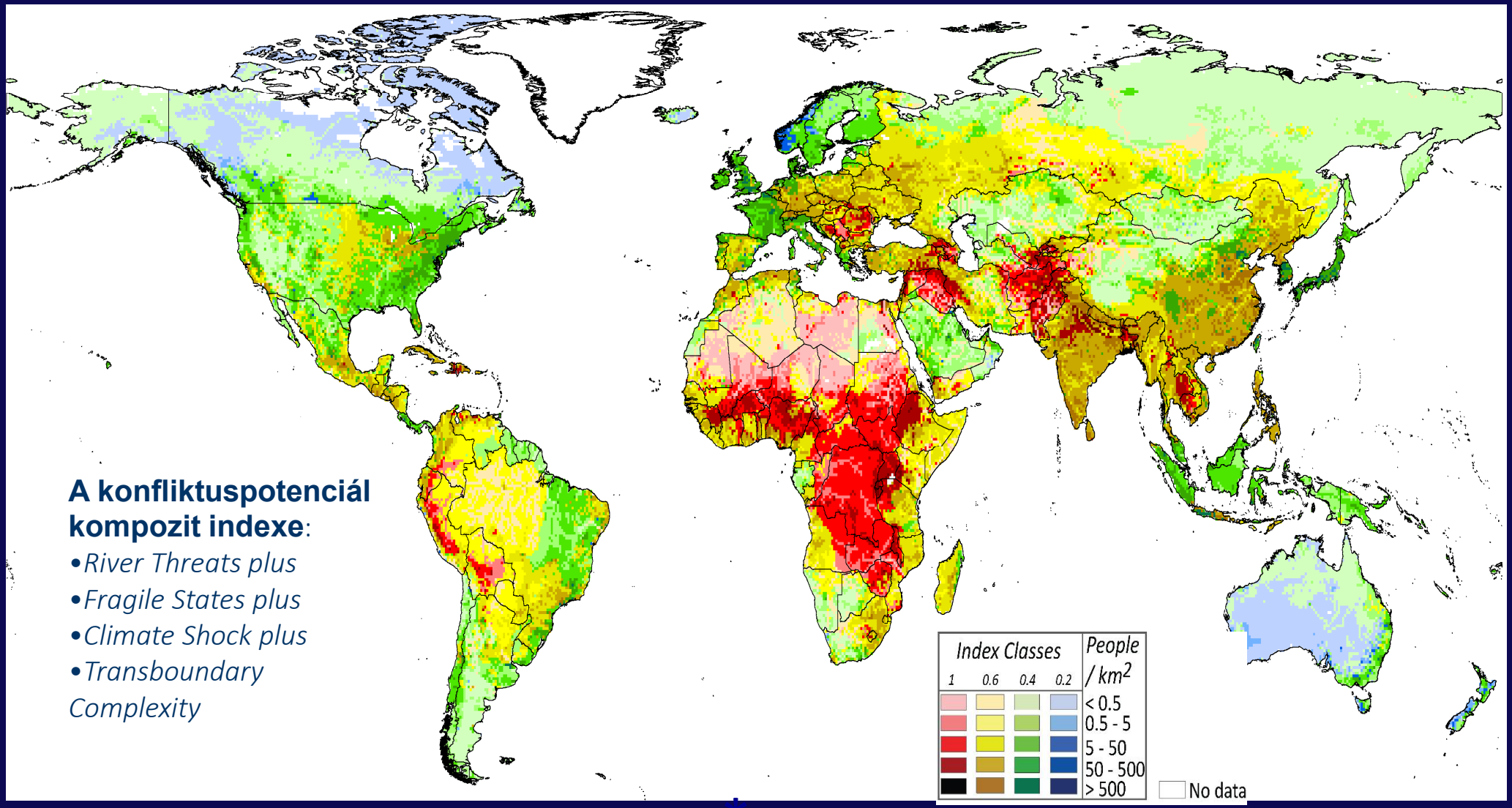
Category	1	2	3	4	5		
Undernourished	≥ 35%	20-34%	5-19%	2.5-4%	≤2.5%_	No data	Incomplete data
Description	Very high	Moderately high	Moderately low	Very low	Extremely low		

A “száraz világ"

- Arid/sivatagi kultúrák
- Közel azonos kihívások
- A tradicionális gyakorlatok diverzitása

A terméketlen félhold

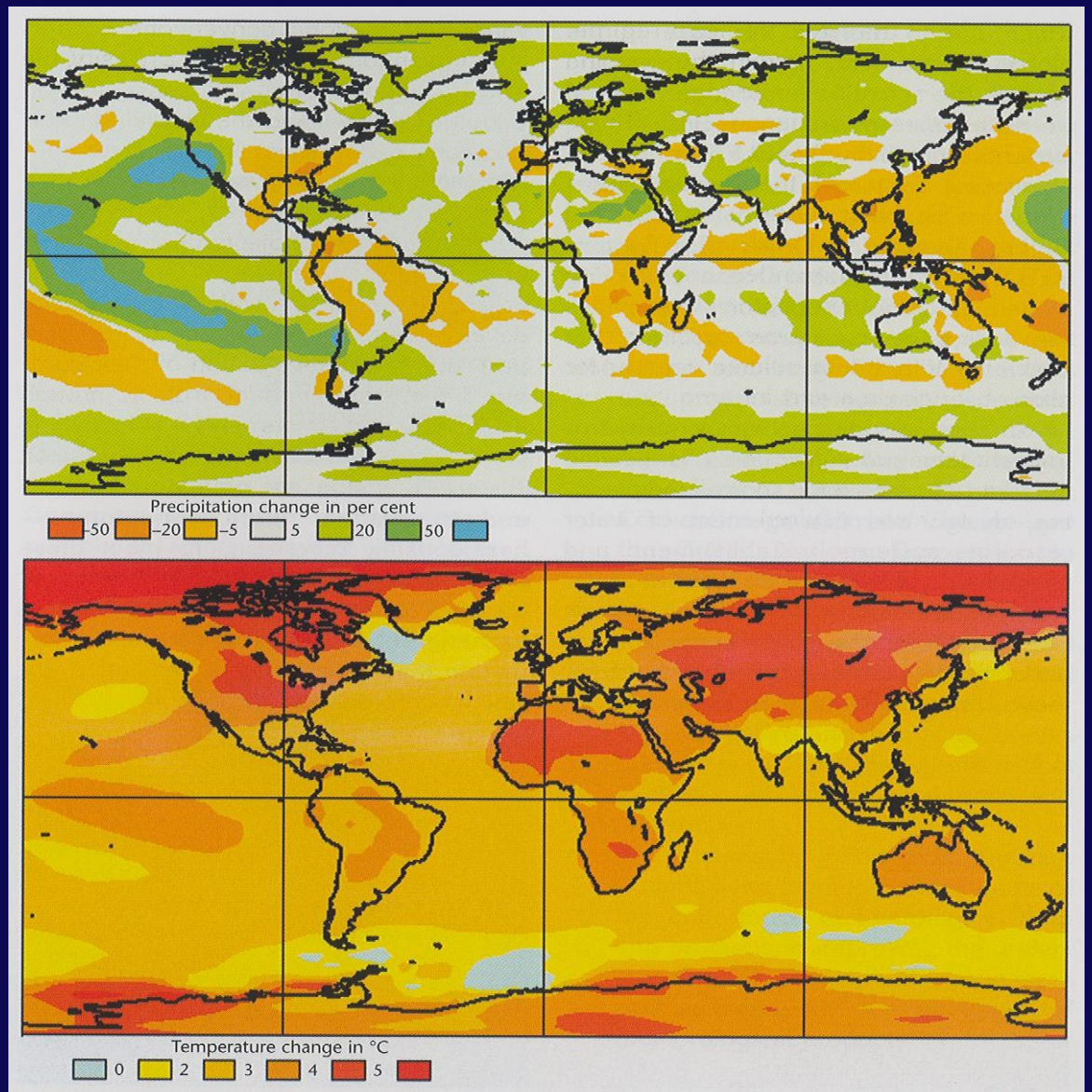
Vízkonfliktusok és nem saját akaratból történő, vízhez kacsolható migráció közel real-time előrbecslése a COMPASS módszerrel



(© Vörösmarty, 2018. Use of this material is restricted)

NINCS SOK OKUNK OTPIMIZMUSRA

Klímaszcenáriók: tényleg rosszabb lesz?



NILUS DELTA

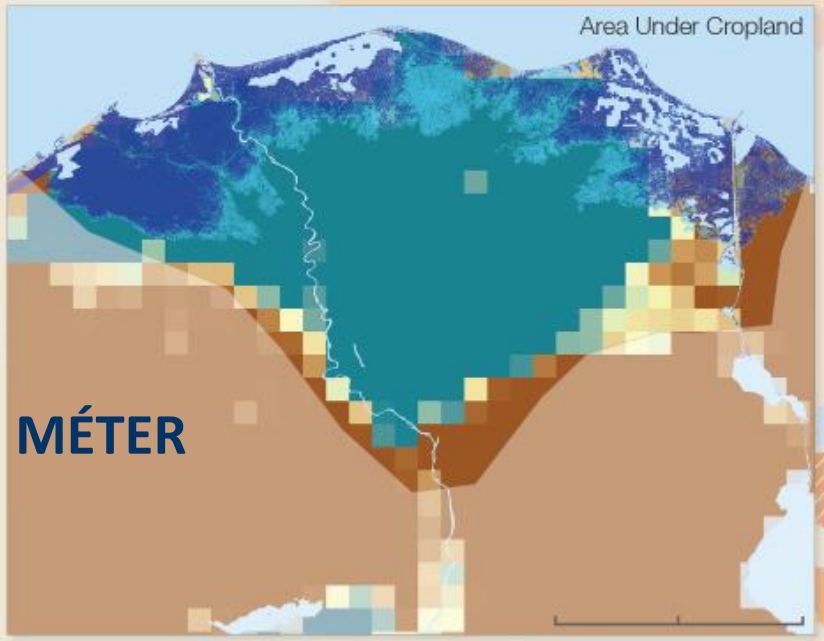
40 millió ember

1 MÉTER
(a népesség 10%-a, 16 millió ember)

Egypt

Cairo

TENGERSZINTEMELKEDÉS HATÁSA A LITORÁLIS ZÓNÁBAN



2 MÉTER

Population Density, 2000 (perons per km²)

0 | 1 – 4 | 5 – 24 | 25 – 249 | 250 – 999 | 1,000 +

Low Elevation Coast Zone

1 meter | 2 meters

Urban Extents | Major Cities

Study Area | Country Borders

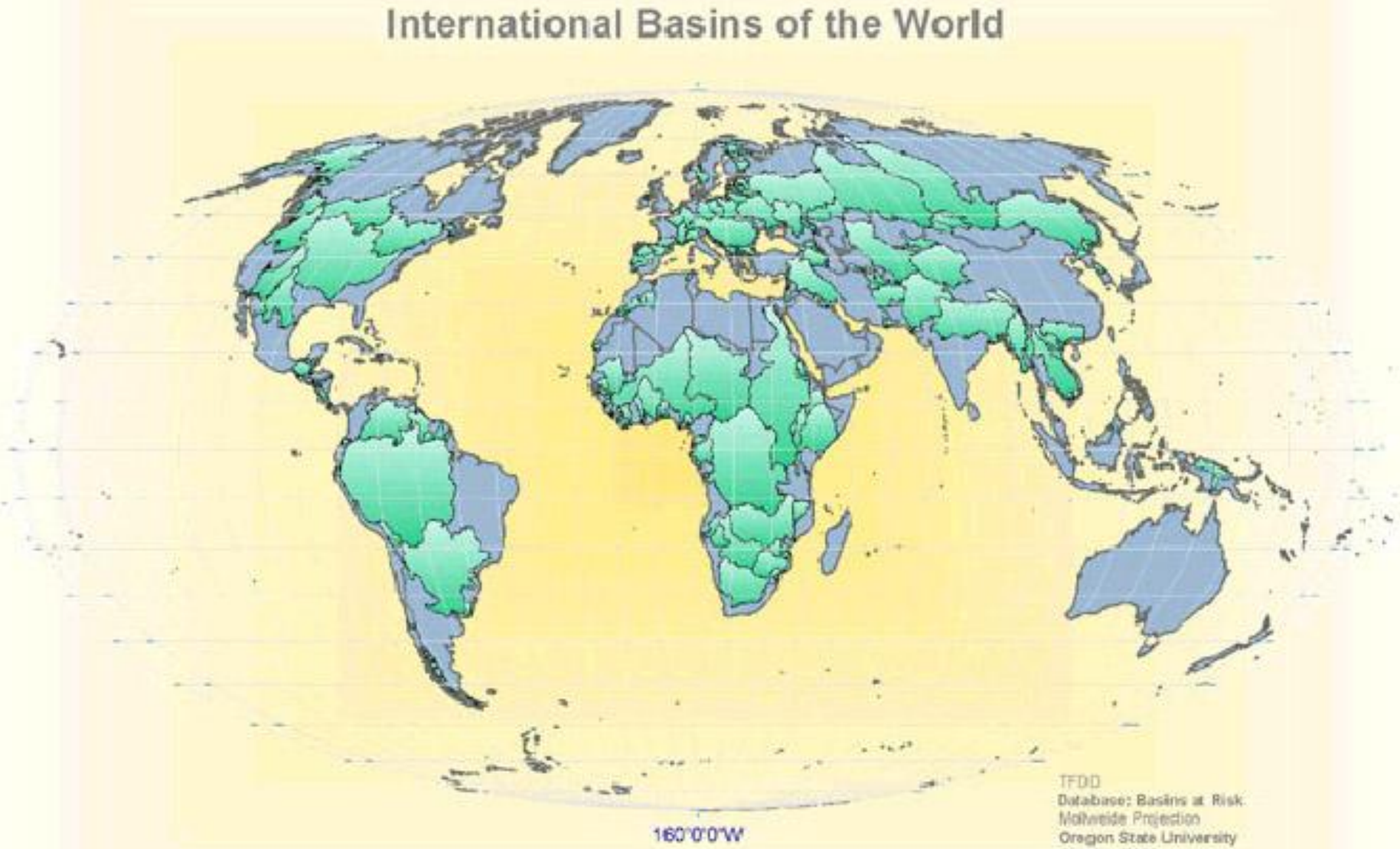
0 | 50 | 100 km

LESZ-E
HÁBORÚ A VÍZÉRT?

"The next war in the Middle East will be fought over water, not politics."

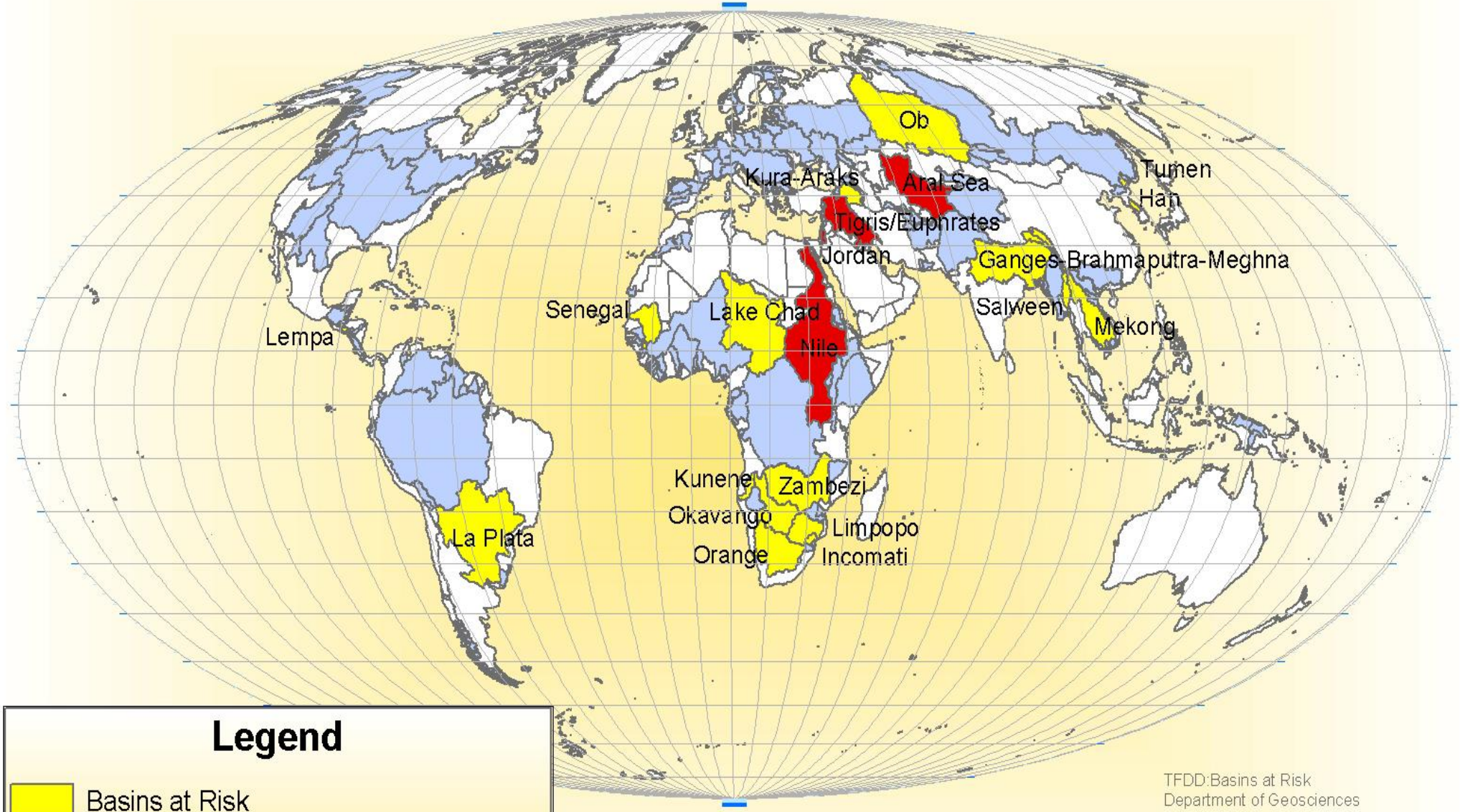
Boutros Boutros Ghali,
former UN Secretary General
in 1985 as
Vice Foreign Minister of Egypt

Nemzetközi vízgyűjtők



A népesség 40% osztott víztesteken él

Basins at Risk

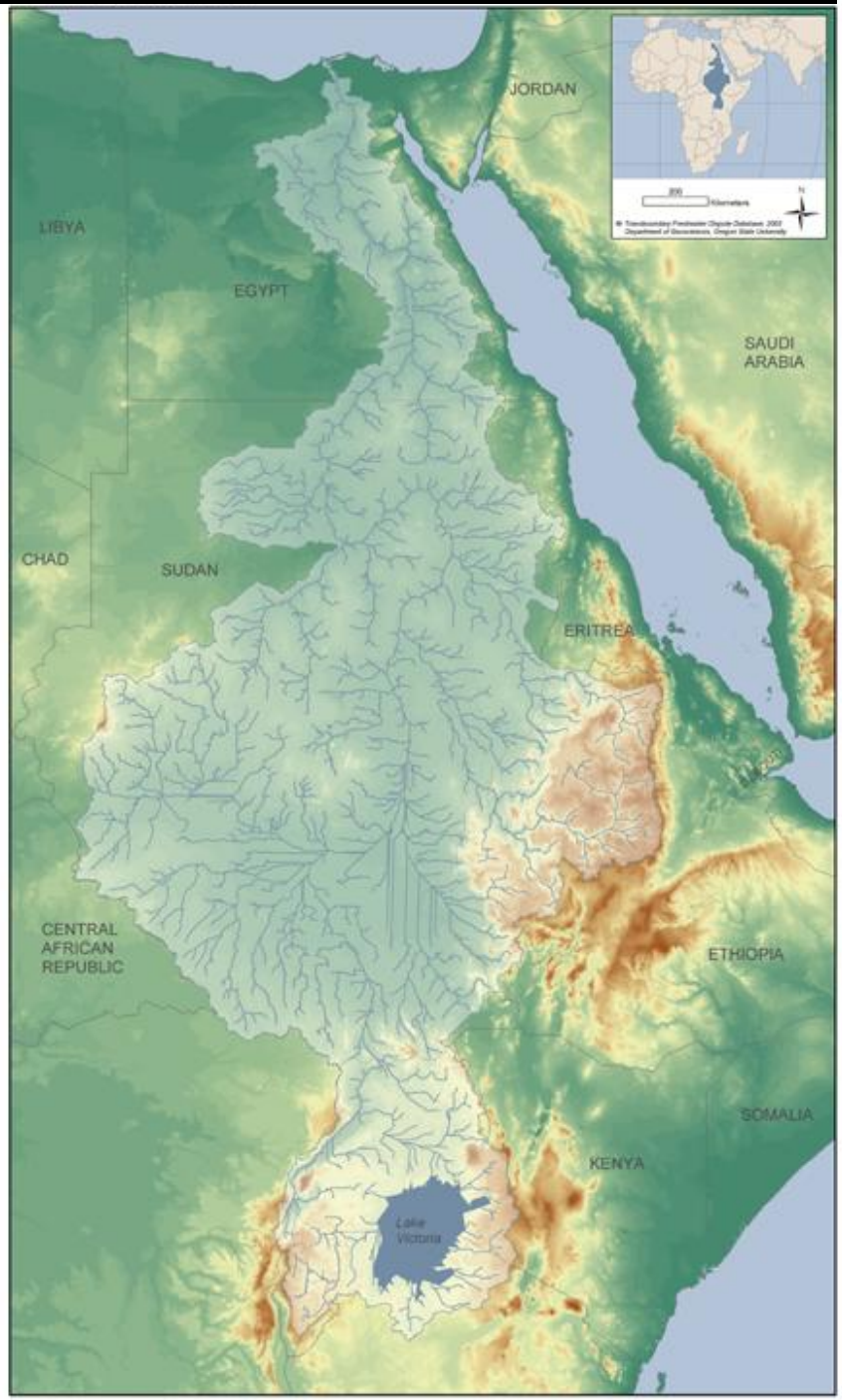


Legend

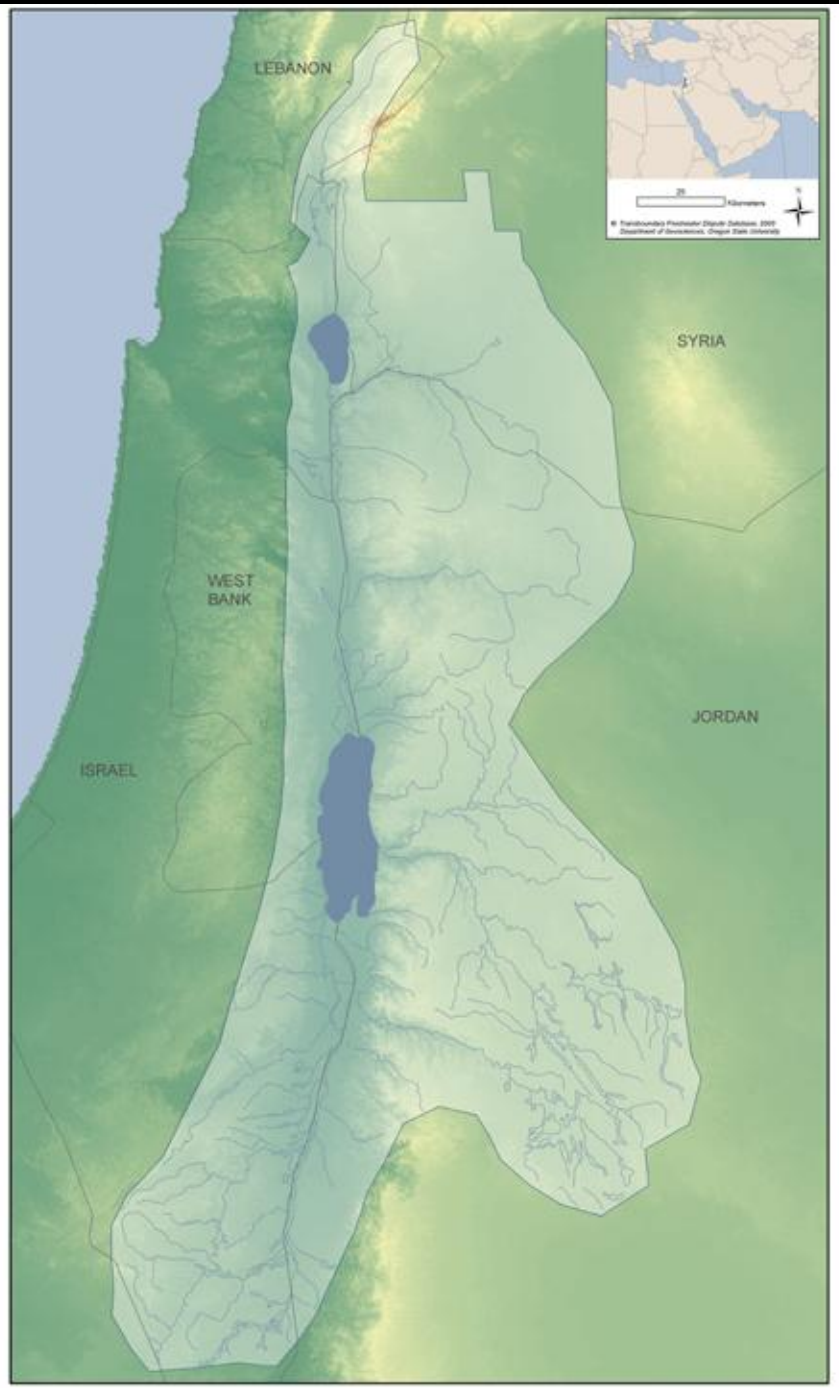
- Basins at Risk
- Political Boundaries
- International Basins
- Basins Currently in Dispute/Negotiations

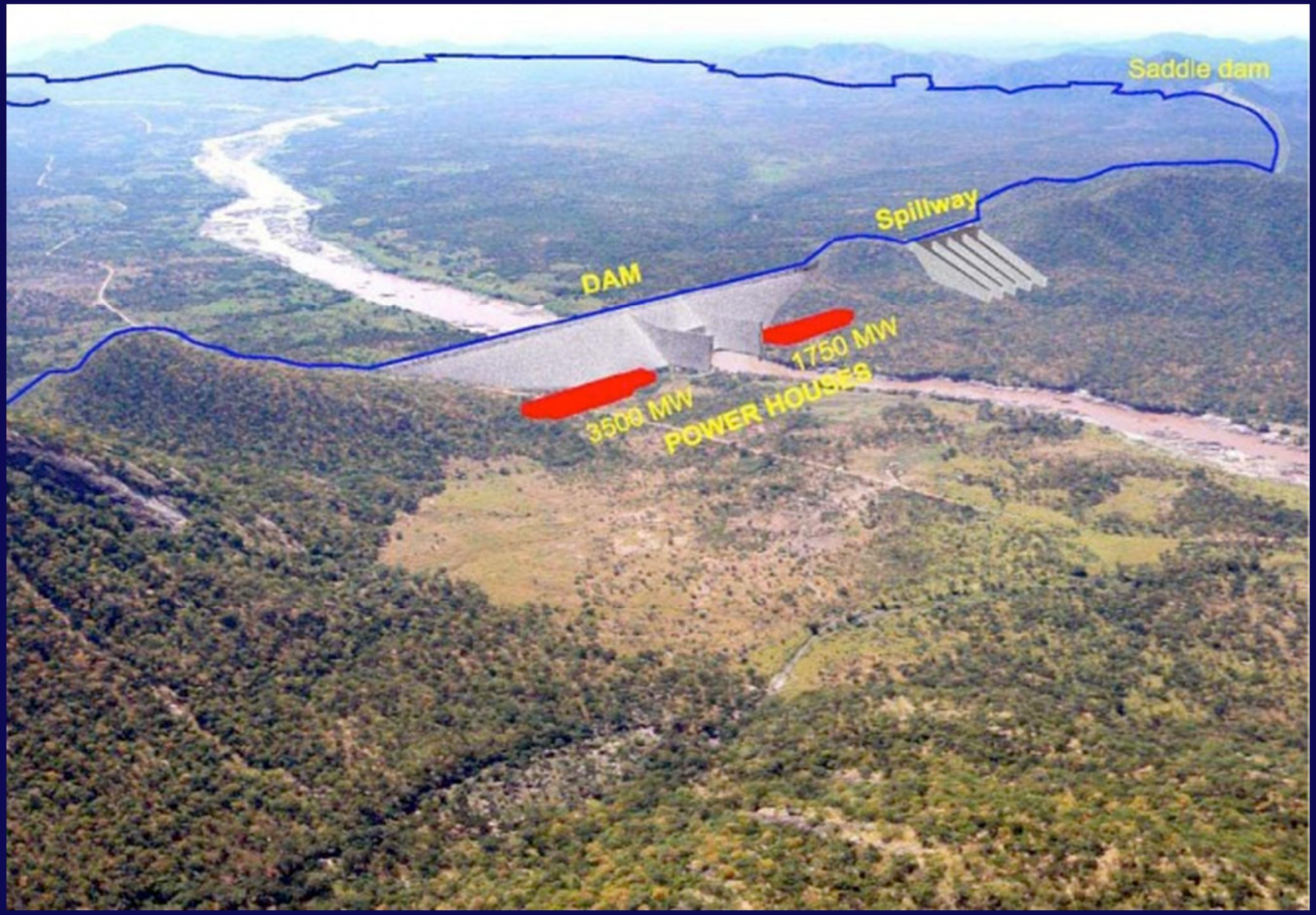
TFDD:Basins at Risk
Department of Geosciences
Oregon State University
Cartography: Greg Fiske
June 2001

NILUS VÍZGYÜJTÖ



JORDÁN





GERD: Great Ethiopean Rennaisance Dam

A VÍZ EDDIG
AZ EGYÜTTMŰKÖDÉS FORRÁSA
(VOLT …?)

MIT KELL TEGYÜNK?

MEG KELL ERŐSÍTSÜK RENDSZEREINK

REZILIENCIÁJÁT

ADAPTÍV VÍZGAZDÁLKODÁS

ADAPTÁCIÓ

REZILIENCIA

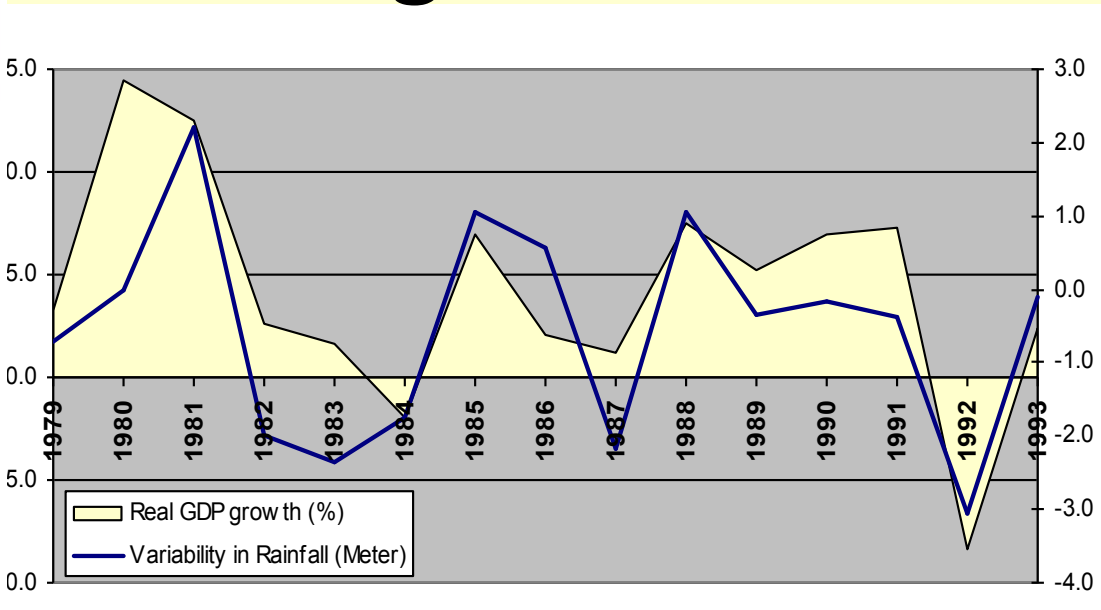
ADAPTÁCIÓS VÁLASZTÁSOK:

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

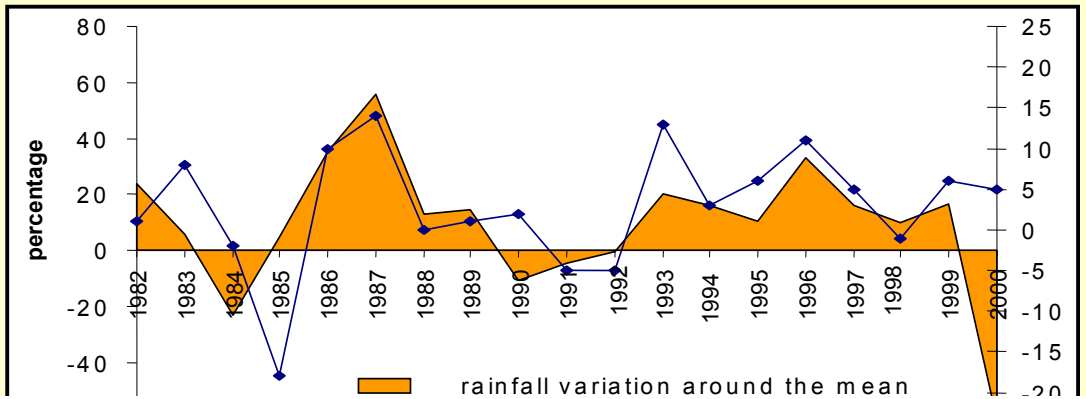
ELLENTMONDÁS-KUPAC

WORLD WATER COUNCIL

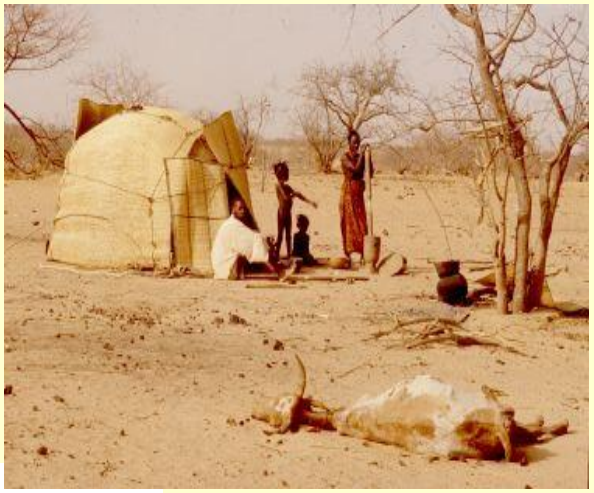
Gazdasági hatások



Eső & GDP : Zimbabwe 1978-1993



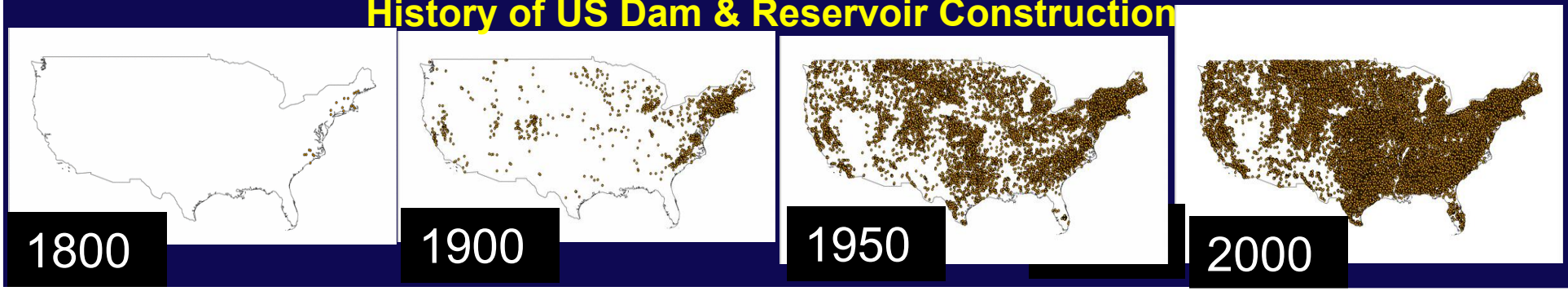
Eső & GDP: Etiópia 1982 -2000

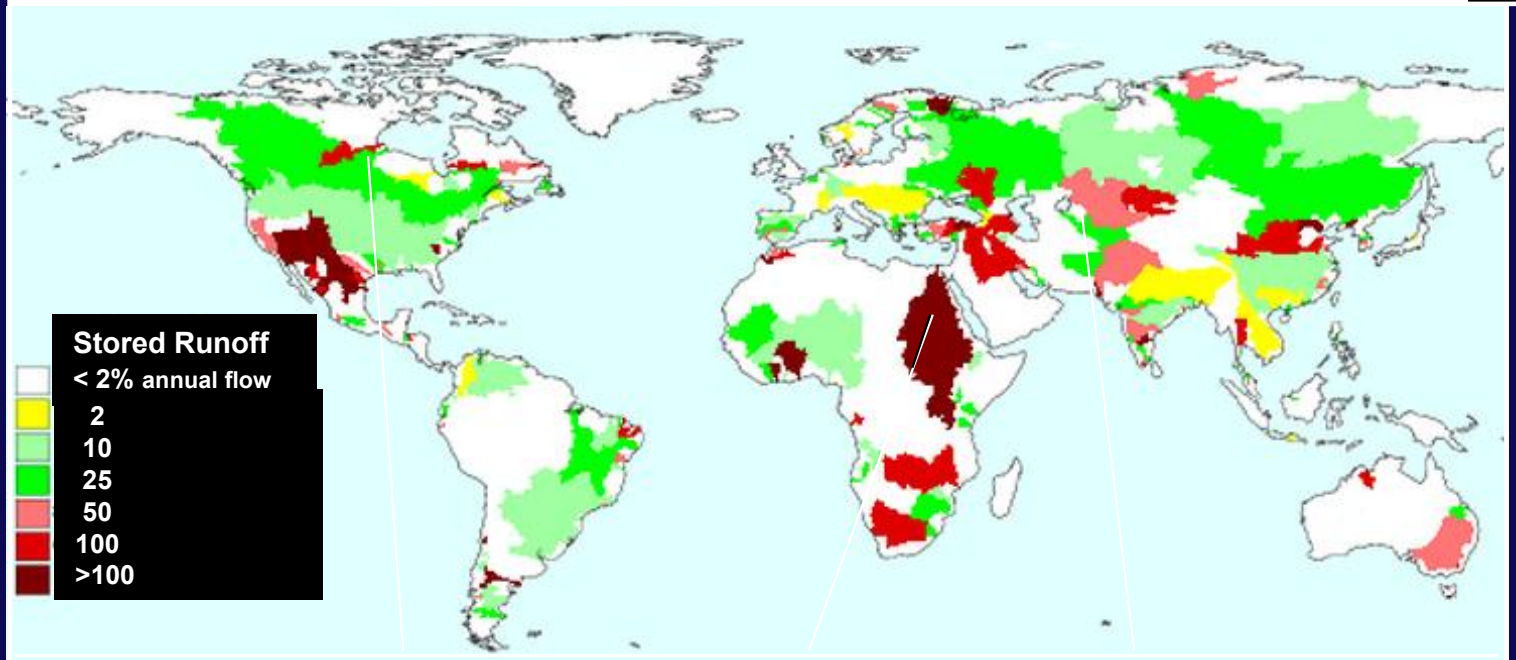


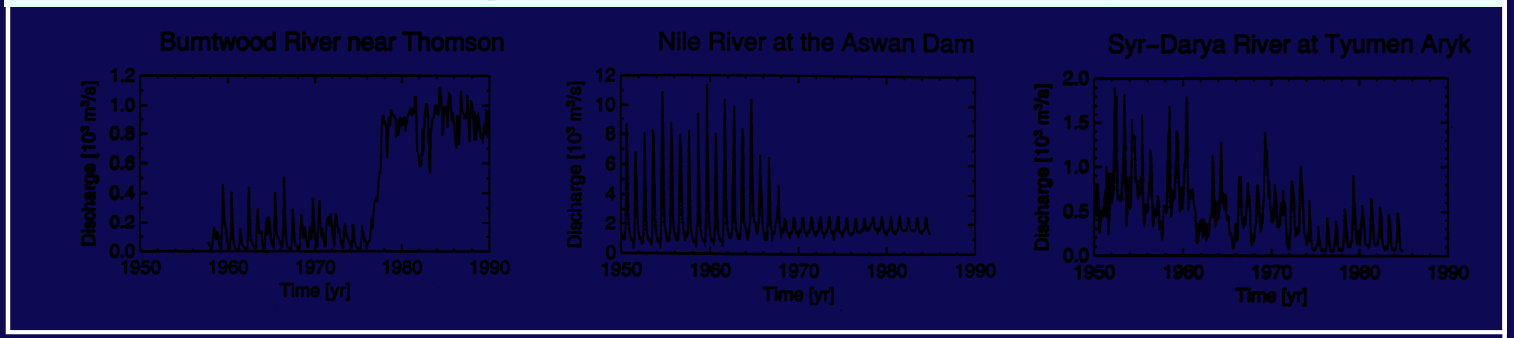
AZ EMBERISÉGNEK TÖBB TÁROZÓTÉRRE LESZ SZÜKSÉGE

A TÁROZÁS A VÍZ/ENERGIA/ÉLEMISZER-BIZTONSÁG KÖZÖTTI KAPOCS (nexus)

History of US Dam & Reservoir Construction



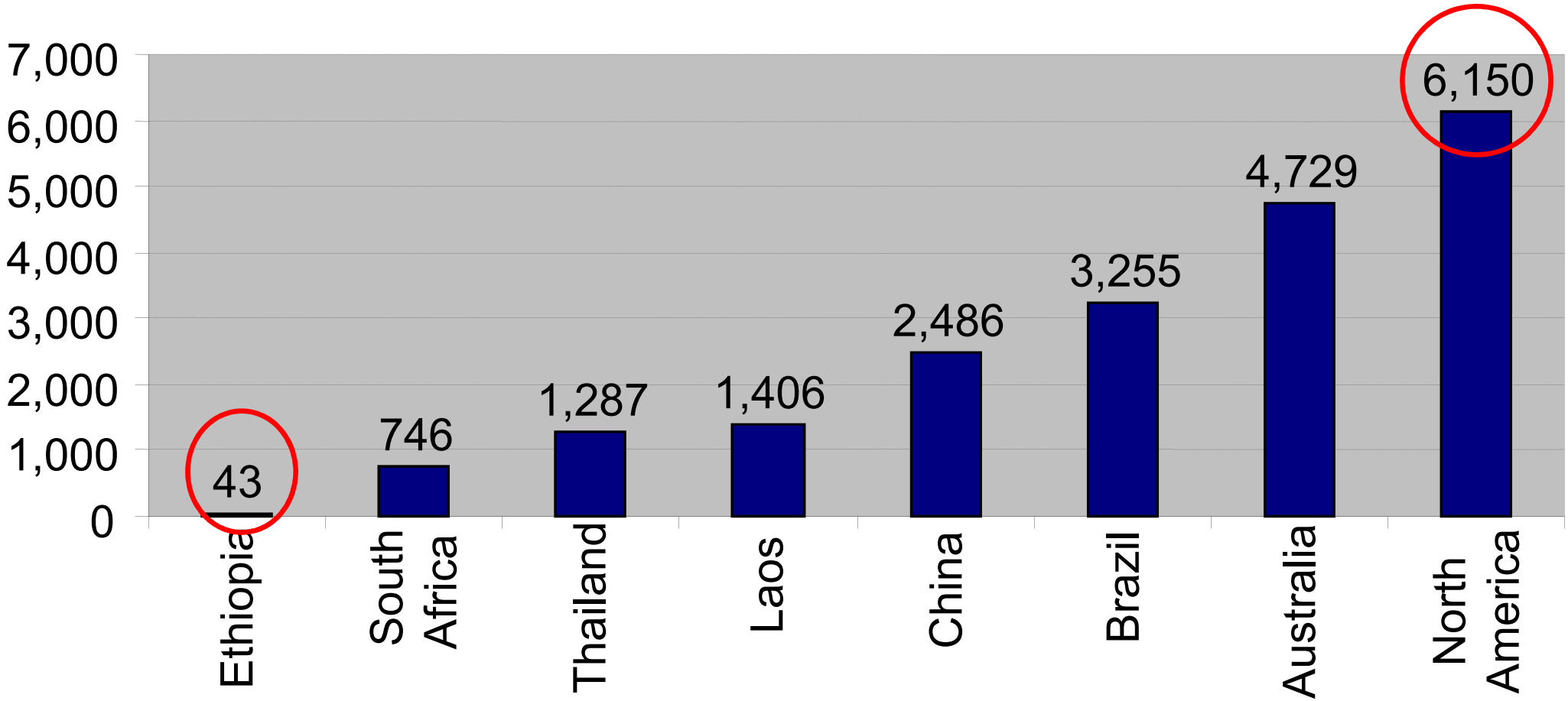


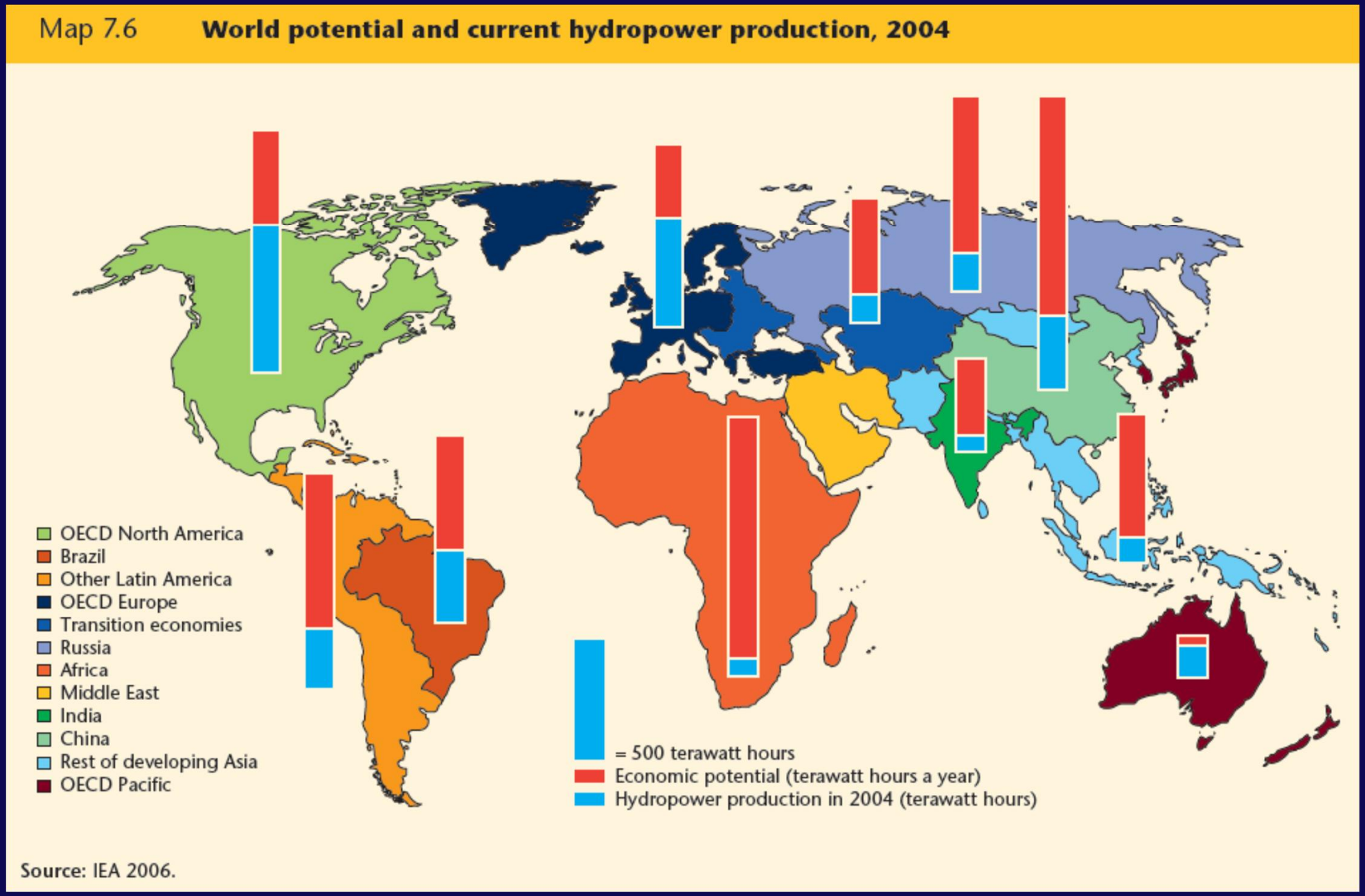


- 700% increase in water held by river systems
- Several years of residence time change in many basins
- Tripling of river runoff travel times globally (from 20 up to 60 days)
- Substantial impact on aquatic biodiversity
- Interception of 30% of continental TSS flux

(Forrás: Vörösmarty et al. 2004, *Eos-AGU Trans.*

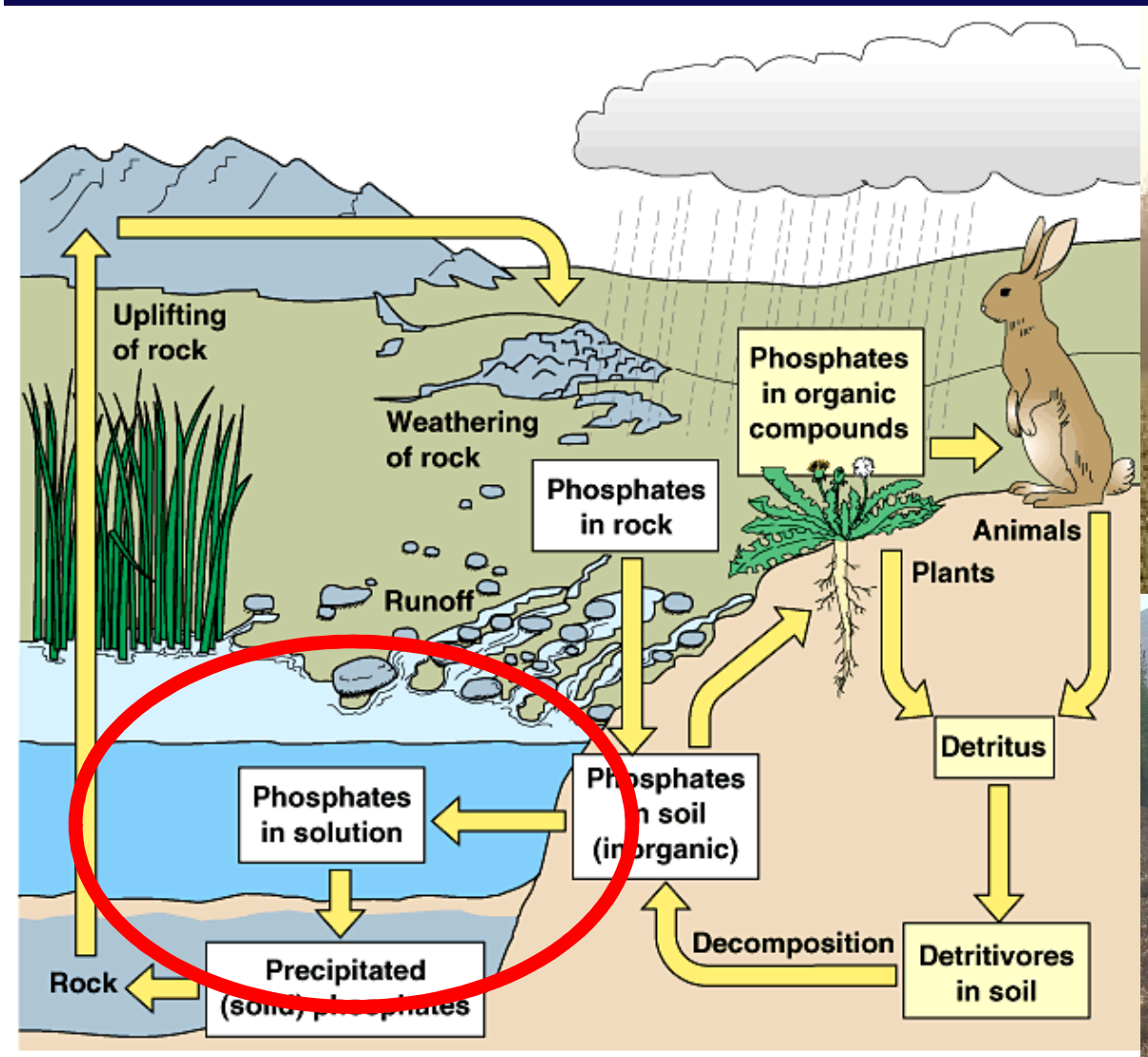
The infrastructure gap: Water storage [m3/person]





VÍZERŐ-POTENCIÁL ÉS HASZNOSULÁSA

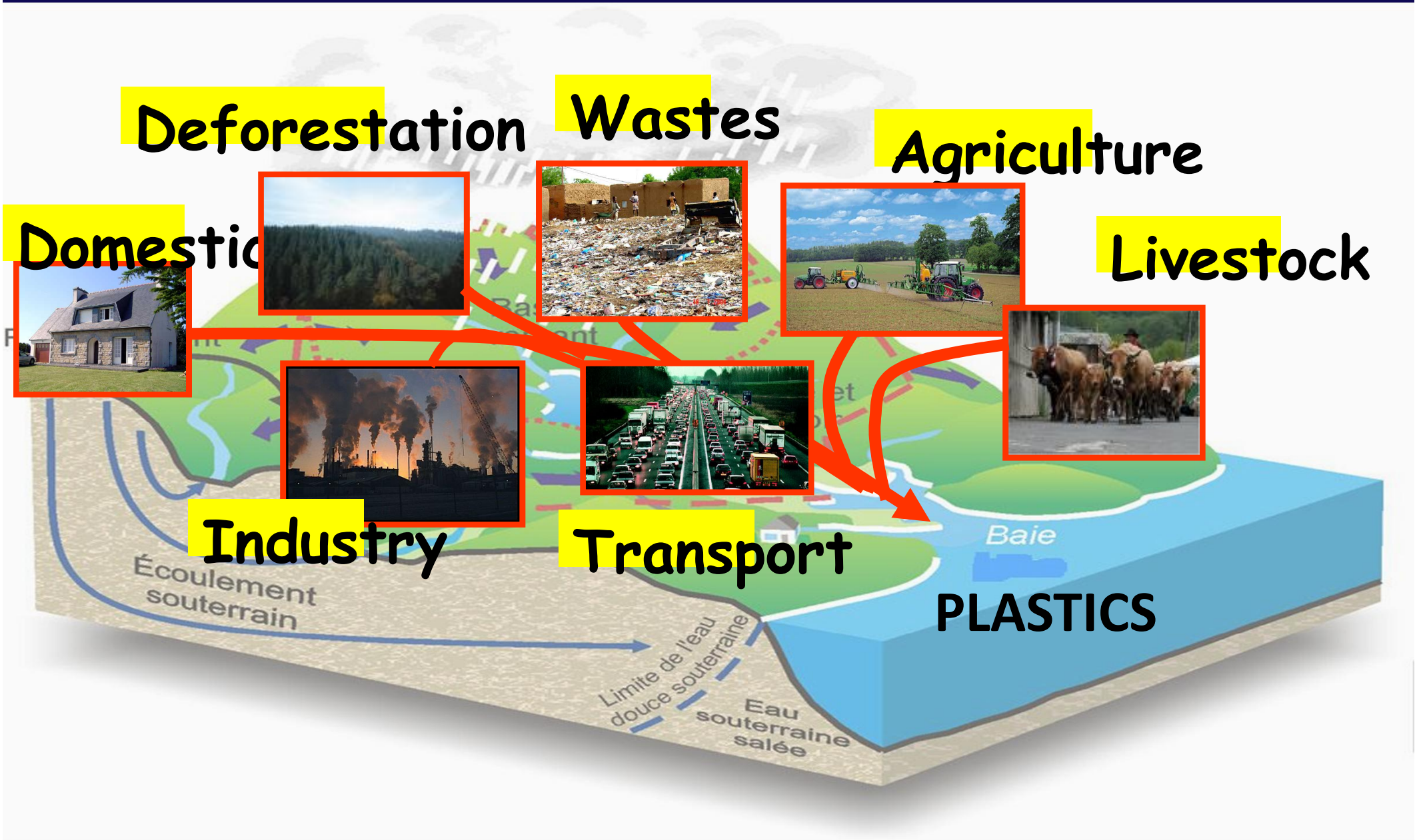
VÍZ ÉS ÉLELMISZER



Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Anthropogenic impact changes lake ecology, directly or indirectly

A szennyezés 80%-a vízgyűjtőről származik



Számos folyó már nem éri el deltáját

A vizes élőhelyek (*wetlands*) 50%-a eltűnt

HA NEM MÉRED,
NEM TUDOD KEZELNI

Hidroinformatika: az információ áramlása

Adatok → Modellek → Tudás → Döntések

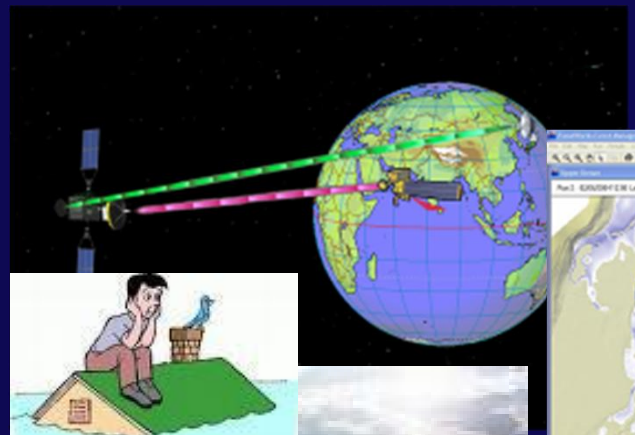
Észlelés, monitoring

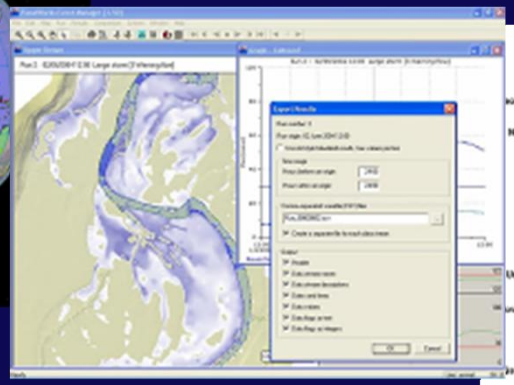
Numerikus időjárás-előrejelző modellek

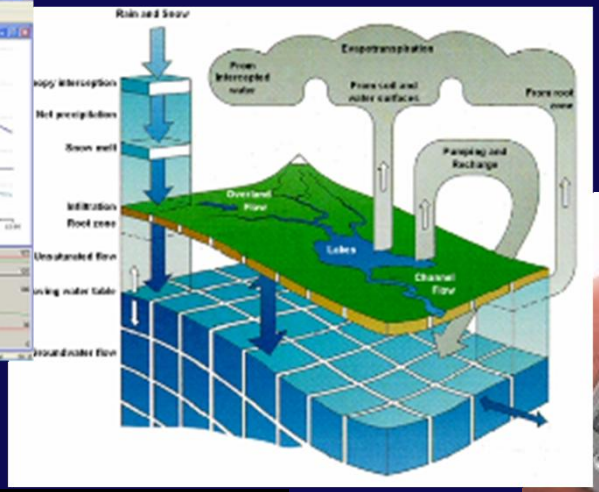
Adat modellezés, integráció hidrológiai és hidraulikai modellekkel

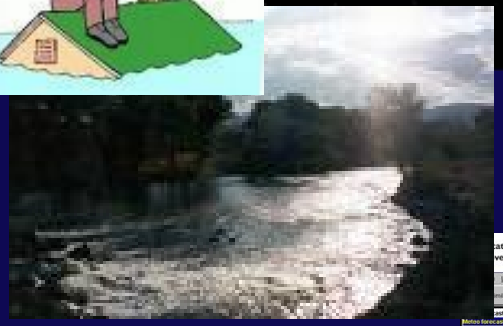
Hozzáférés a modell eredményekhez

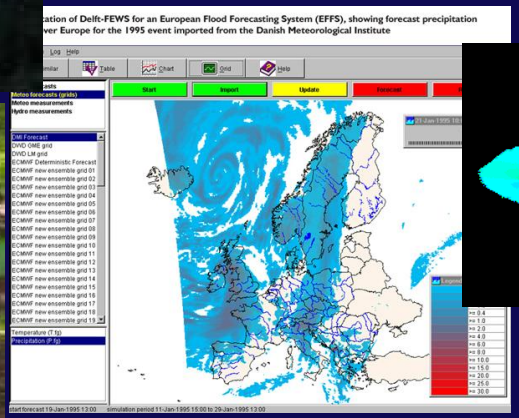
Döntés-támogatás

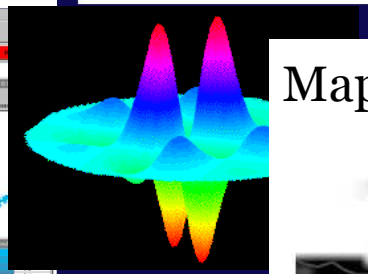


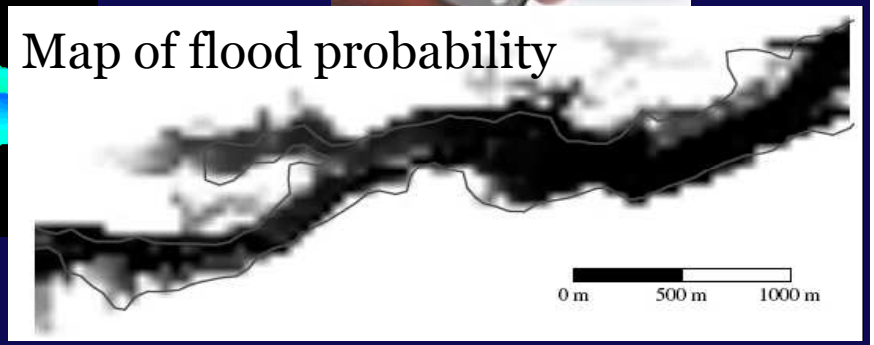








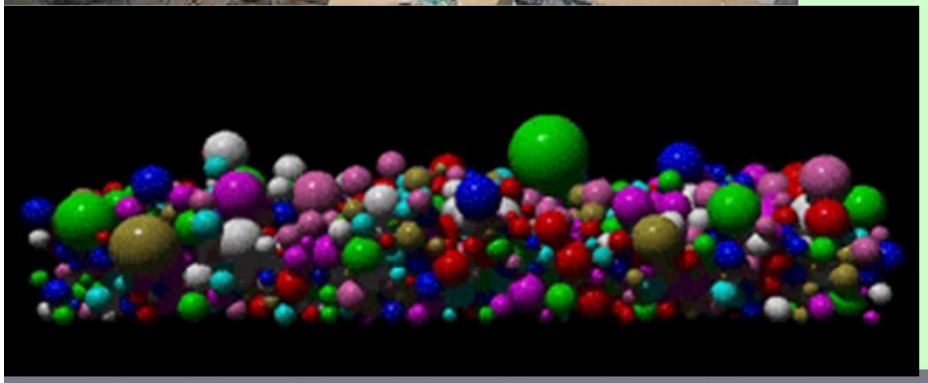




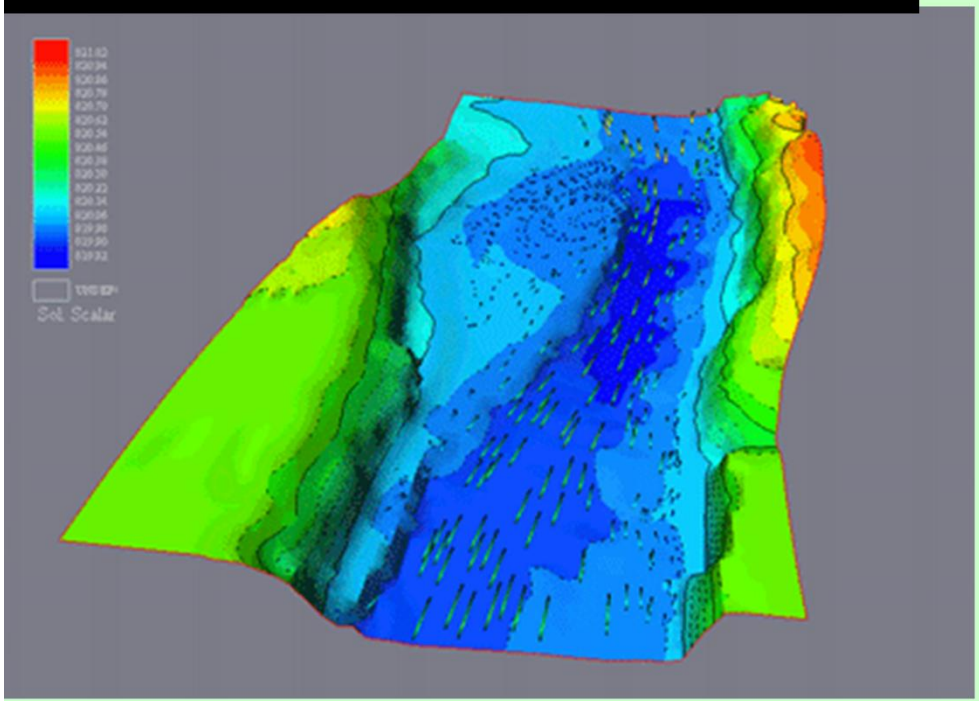
(Forrás: D. Solomatine)

A hidroinformatika lelke a modell

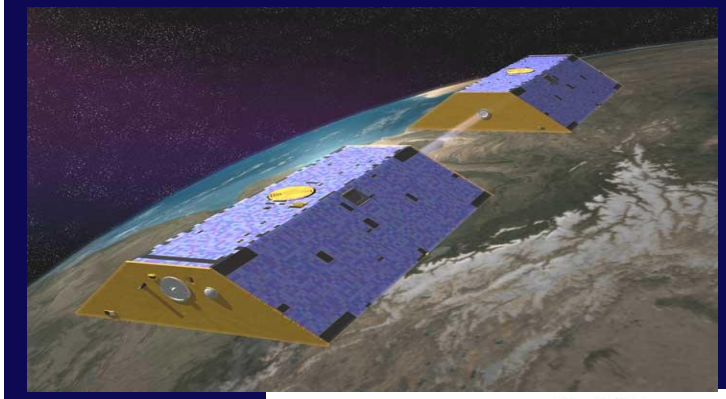
- Az egész információs ciklus technológiája: *adat, modell és humán integráció biztosítása*

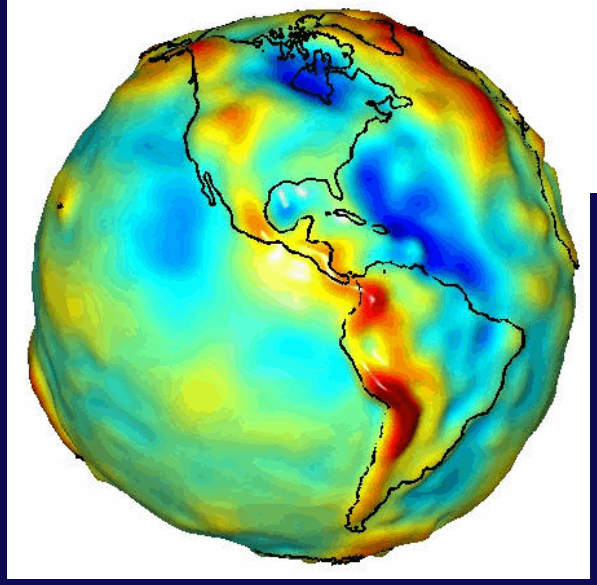


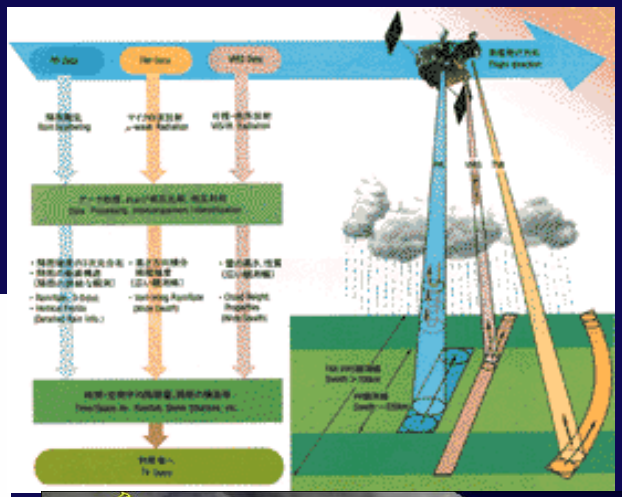
$$\frac{\partial Q}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q^2}{A}\right)+gA\frac{\partial h}{\partial x}-gAS_o+gAS_f=0$$

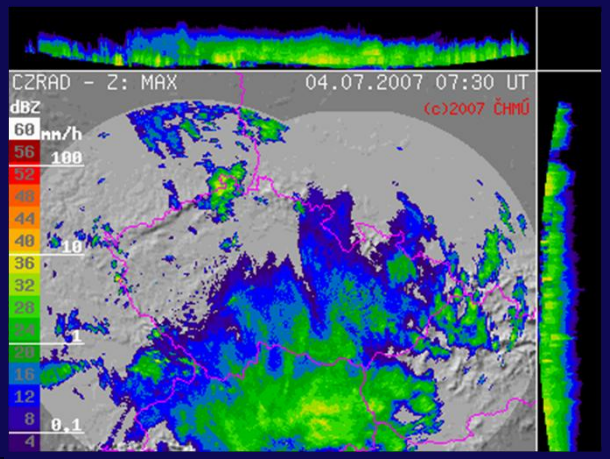


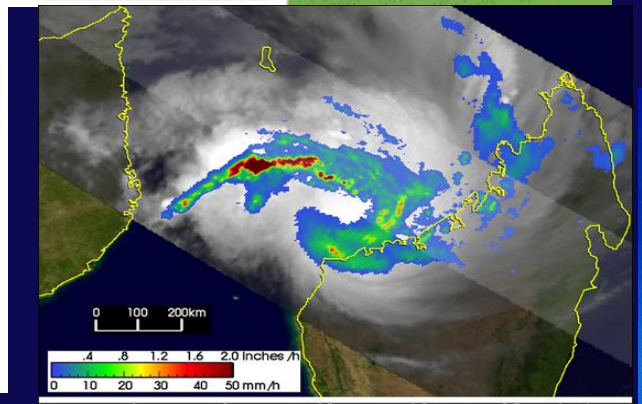
Távérzékeléssel nyert adatok

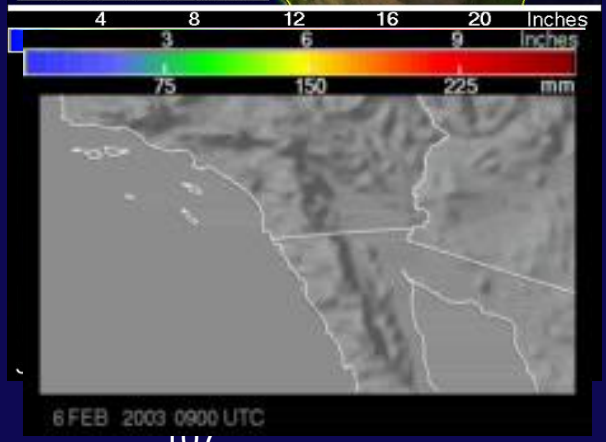


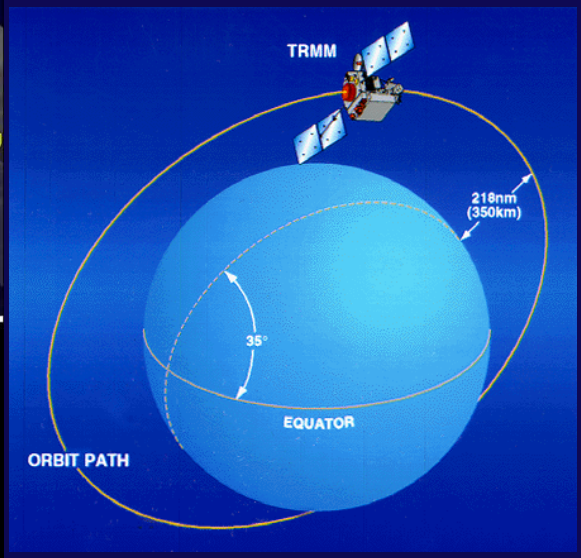










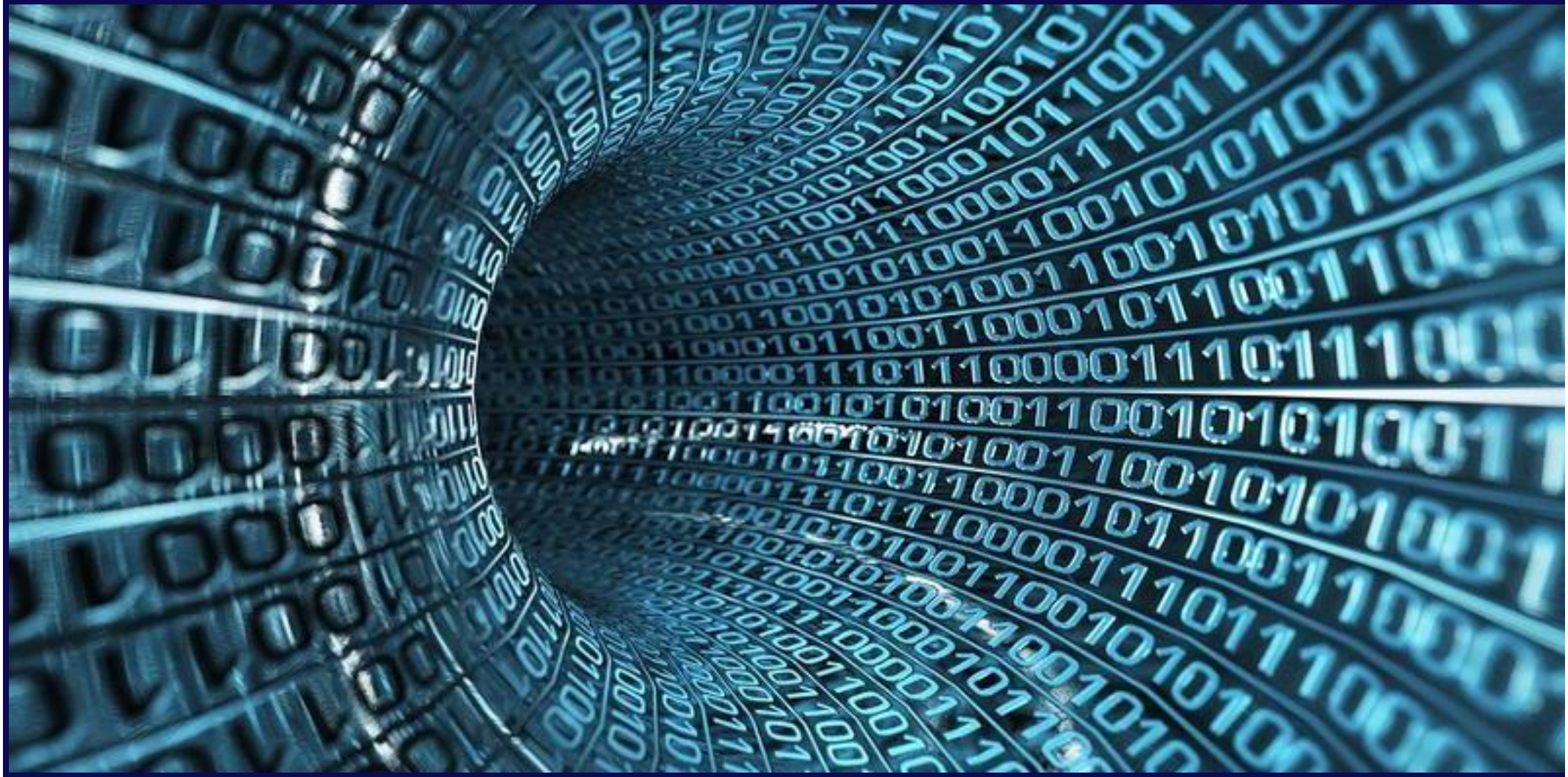


GRACE

(Forrás: D. Solomatine)

Formulation
Implementation
Primary Ops
Extended Ops
NI-SAR
PACE
SWOT
TEMPO
GRACE-FO (2)
ICESat-2
CYGNSS
SAGE III (on ISS)
SMAP
OCO-2
TRMM
QuikSCAT
SORCE
EO-1
Landsat-7
(USGS)
ACRIMSAT
Aquarius
Terra
Suomi NPP
(NOAA)
Aqua
CloudSat
Landsat-8
(USGS)
CALIPSO
Aura
GPM
GRACE (2)
OSTM/Jason 2
(NOAA)

BIG DATA



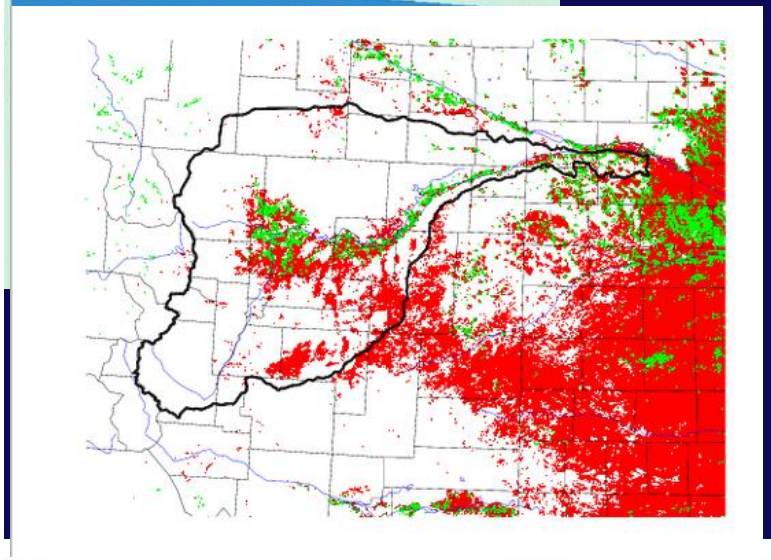
Adatforradalom:

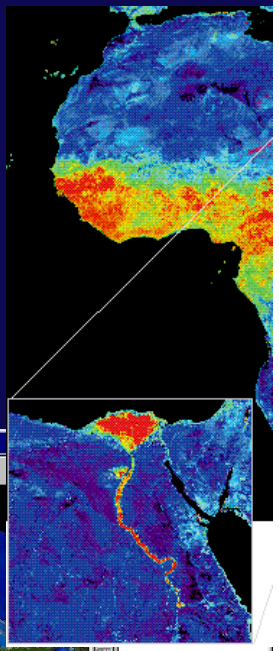
Terra bytes Petabytes Exabytes … Terra Hertz sebesség

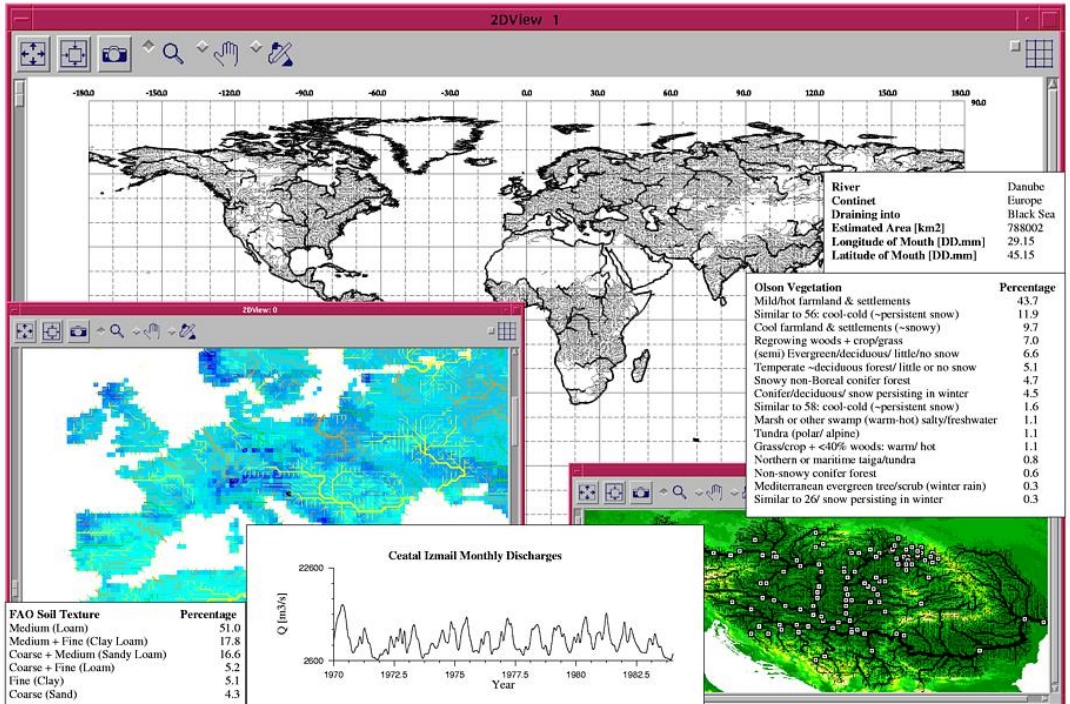
High-Tech észlelő rendszerek

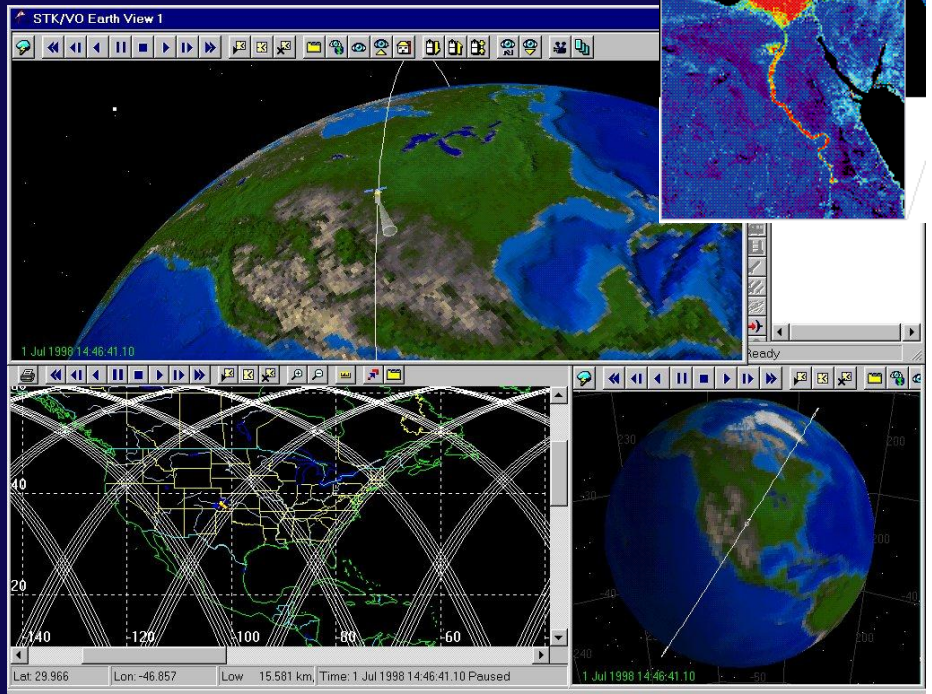
- Szatelit hidrológia
- Szimulációs modellek
- Geostatisztikai eszközök
- Big data

Óriási haladás, mégis…





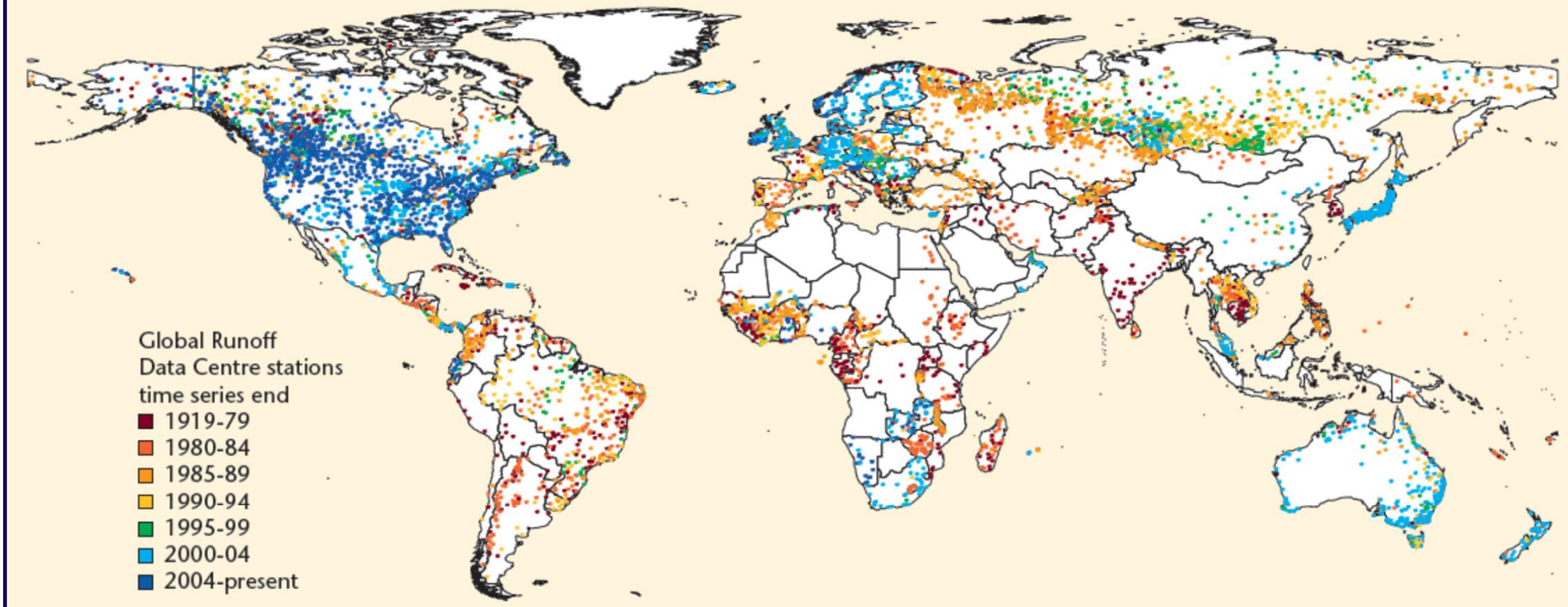




Ötödik következtetés:

Monitorrendszereink korlátozott képességűek

Map 13.1 **Distribution of Global Runoff Data Centre streamflow gauges**

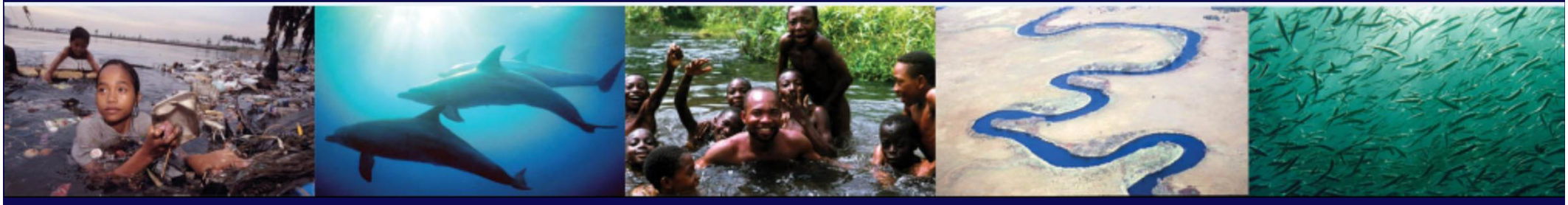


Source: Global Runoff Data Centre (http://grdc.bafg.de/).

Lesz-e tehát elegendő víz az emberiség számára a XXI. században az optimális biztonságpolitiká(k)hoz?

IGEN… feltéve, hogy

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



MIT HOZ A JÖVŐ?

DIGITÁLIS VÍZGAZDÁLKODÁS

- ÖKOHIDROLÓGIA, SOFT ENGINEERING
- PRECIZÍÓS VÍZGAZDÁLKODÁS
- INTELLIGENS SZENZOROK
- ELOSZTOTT PARAMÉTERŰ MODELLEK
- BIG DATA
- MESTERSÉGES INTELLIGENCIA (AI)
- A DOLGOK INTERNETJE
- INTEGRÁLT RENDSZEREK (IoT)

A JÓ VÍZGAZDÁLKODÁS ABSZOLÚT KÖTELESSÉG ÉS ETIKAI PARANCS

A NAGY KIHÍVÁS:

HOGY TEGYÜNK TÖBB VIZET AZ EMBEREK FEJÉBE?

A SZEGÉNY RÉTEGEK A LEGSEBEZHETTŐBBEK

A VÍZ ÁRA

A víz az SDG-k központi eleme

Végső következtetés:

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

(***John. F. Kennedy***)