

Föld – Nap rendszer energetikai mérlege

Kiss Ádám, ELTE

PBK – vitaindító előadás

2022. október 20.

A PBK előadássorozatot indított, amelynek alapvető célja annak a vizsgálata, hogy a klímaváltozás és az emberi civilizáció fő tényei milyen kapcsolatban lehetnek egymással.

Ténylegesen kérdés lesz, hogy a társadalmak energiaellátásával összefüggő széndioxid kibocsátás milyen hatással lehet a klímaváltozás folyamataira.

Az előadás felépítése:

- 1. A Föld energiaháztartása**
- 2. Az emberi közösségek folyamatos és megbízható energiaellátásának szükségessége**
- 3. Kérdések az energiaellátás jelenlegi problémáival kapcsolatban.**

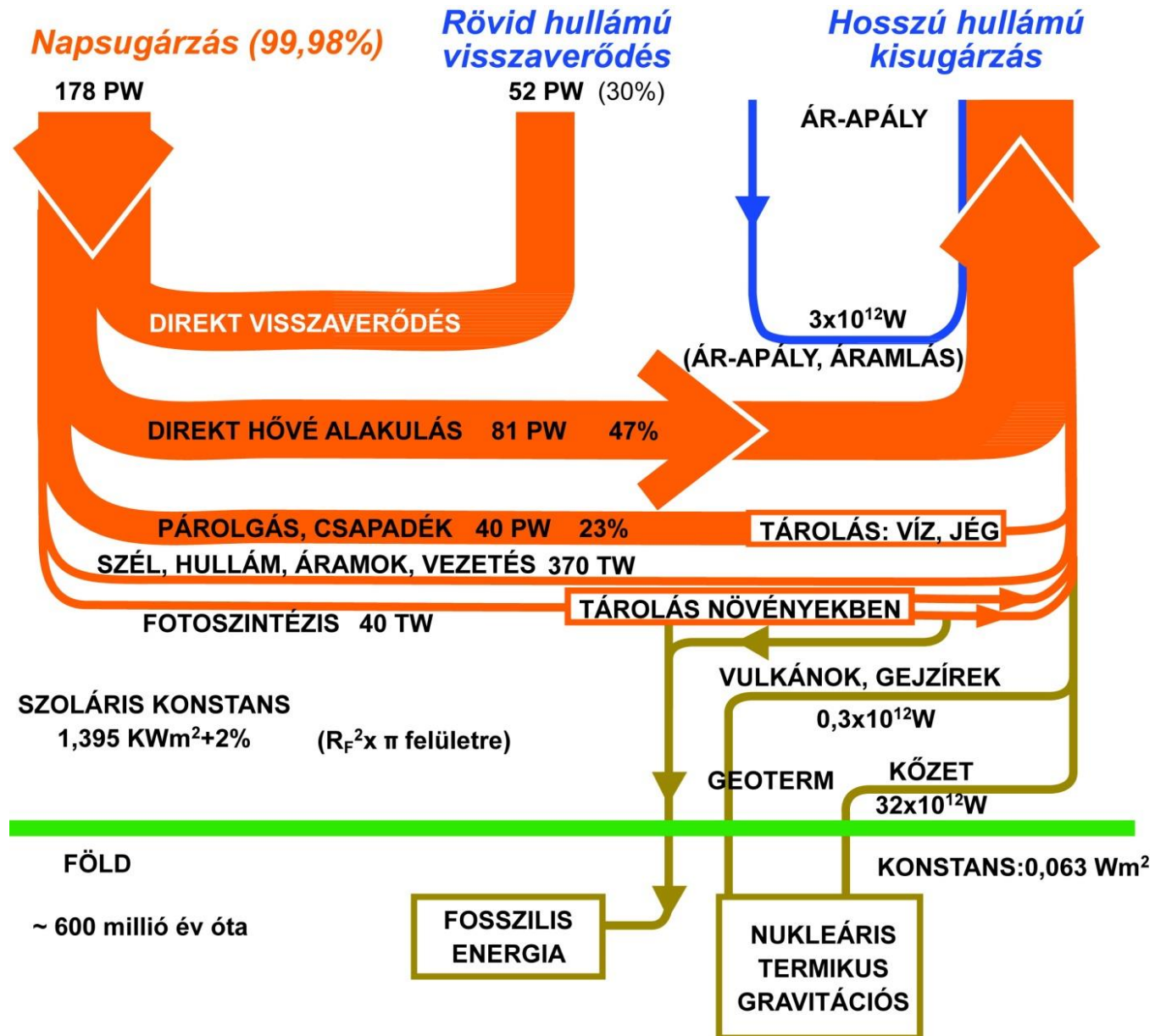
1. A Föld energiaháztartása:

A Földön három független ok miatt érkezik teljesítmény *(elvileg máshonnan is, de minden egyéb sok nagyságrenddel kisebb)*

- *Nap sugárzása, folyamatosan a földkorongra (178 PW, ez 99,98%),*
- *Geotermikus teljesítmény (~ 32-40 TW),*
- *Föld – Hold gravitációs rendszerből kicsatolódo teljesítmény (~ 3 TW).*

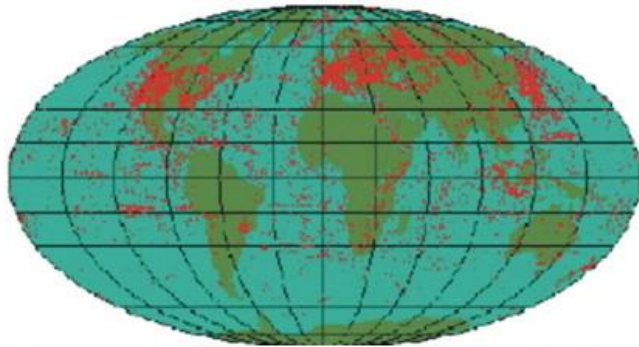
A Föld termodinamikai egyensúlyban van: ugyanannyi energia megy ki, mint ami bejön.

A Földre érkező és kimenő teljesítmények

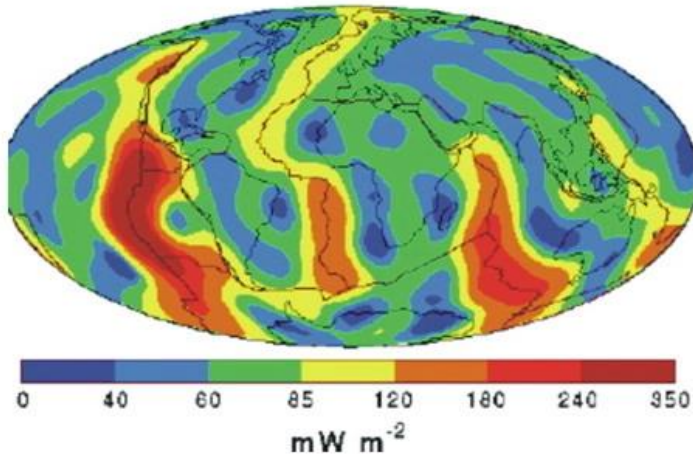


• Geotermikus jelenség

Active geothermal sites



Thermal flows on Earth



A geotermikus telj.:

~ 0,063 W/m²

→ ~30-40 TW

→ A kibocsátás
hely szerint
változik

Minél öregebb a
kőzet, annál
kisebb a hő

Illúziók a felhasználhatósággal kapcsolatban!

Geothermal energy: mainly from the decay of long-lived isotopes



Decay	Q [MeV]	$\tau_{1/2}$ [10^9 yr]	E_{max} [MeV]	ϵ_H [W/kg]	$\epsilon_{\bar{\nu}}$ [$\text{kg}^{-1}\text{s}^{-1}$]
$^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb} + 8^4\text{He} + 6e + 6\bar{\nu}$	51.7	4.47	3.26	$0.95 \cdot 10^{-4}$	$7.41 \cdot 10^7$
$^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb} + 6^4\text{He} + 4e + 4\bar{\nu}$	42.8	14.0	2.25	$0.27 \cdot 10^{-4}$	$1.63 \cdot 10^7$
$^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ca} + e + \bar{\nu}$	1.32	1.28	1.31	$0.36 \cdot 10^{-8}$	$2.69 \cdot 10^4$

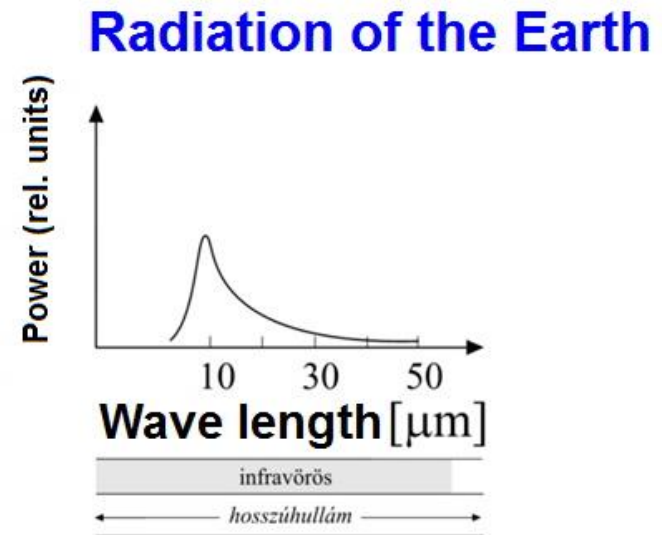
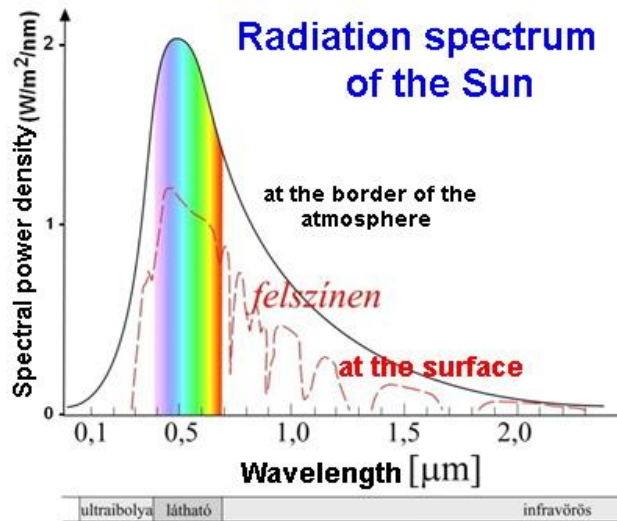
Geokémia: ezek közül egyik sincs a magban!

A 2015 körül elkezdett neutrínó-fizikai kísérletek meg fogják mutatni, milyen részarányban járul hozzá a radioaktivitás a geotermiához.

A Föld-Hold rendszerből kicsatolóó teljesítmény kicsi.

Fő forrás a Nap: üvegházhatás jelensége

Hullámhossz-
transzformáció a Földön



Energia marad a Földön!

Erre átlátszatlan a légkör

Egyik fontos kérdés: mi a hatása az üvegházgázok jelenlétének a földi folyamatokra?

Fő üvegházgázok: CO₂, metán és vízgőz.

Ezek közül a CO₂, metán nő az ember miatt.

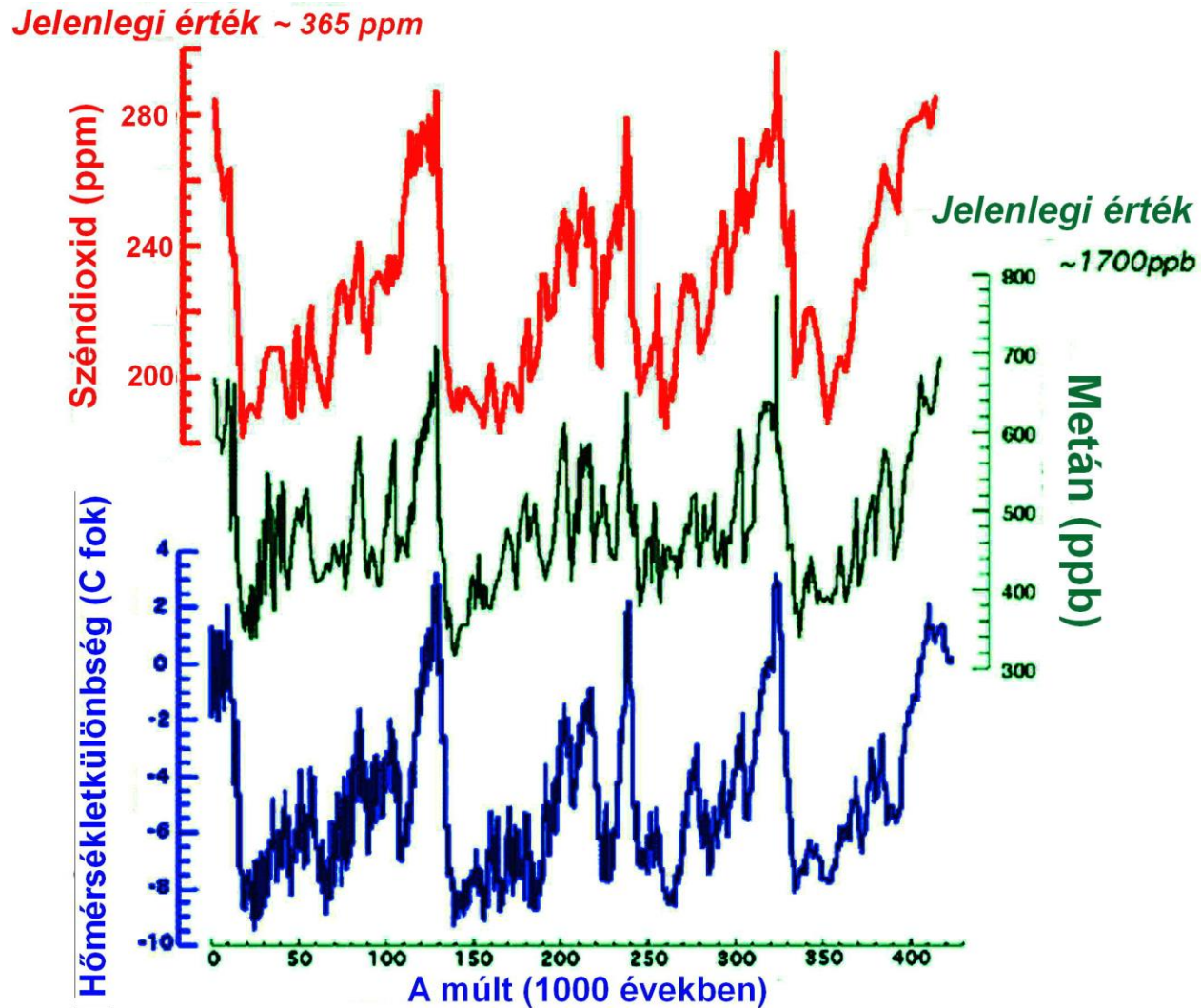
- **Válaszkérés: Déli-sarki Vosztok jégmag kiértékelése:**

Az ismert korú mintából meghatározható

- *A maihoz képesti hőmérséklet,*
- *a széndioxid tartalom,*
- *a metántartalom.*

A jégmaggal mintegy 500 ezer év változásai láthatók!

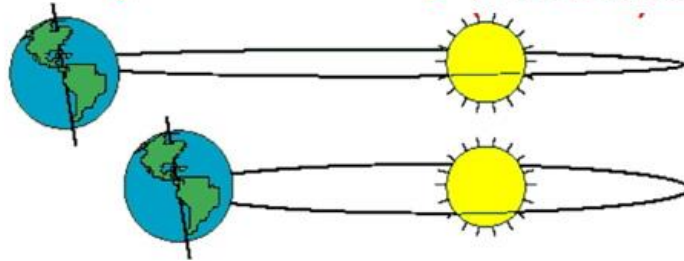
Eredmények Déli-sarki Vosztok jégmagból:



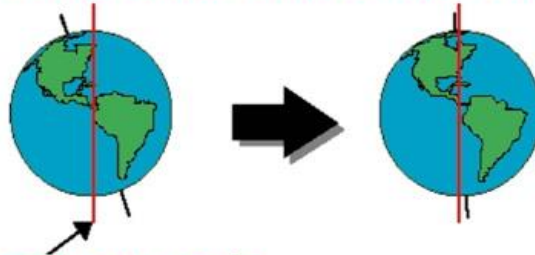
(Source: *Measurements at the Vostok station, Antarctica, Nature, 399 (1999) 429*)

A mérésekben látható szerkezetek okai:

Cycle of excentricity (~100 thousand years)

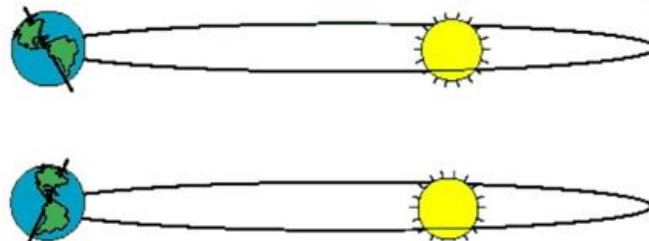


Sway of the axis of the Earth 41 th. yeas)



perpendicular to ecliptic

Precession of the axis of Earth (19-23 th. years)



Következtetés a CO_2 , metán és T korrelál!

Kérdések a következtetések igazára:

- Módszertani kritikák kiértékelésre (*későbbi előadás tárgya*),
- A Nap belső fizikájának részletei, ingadozások, az energiatermelésben,
- Égimechanikai részletek,
- Fontos ismernünk a CO_2 és metán kölcsönhatását az óceánokkal, ezt kevésbé ismerjük.

- *Új lehetőség AMS módszer alkalmazása.*
- *Sokszorosán és nem lineárisan kölcsönható rendszerekről van szó, számos nem teljesen ismert részlettel.*

Fő kérdés: miért vezettek hasonló (ICCP) vizsgálatok arra, hogy a politikai vezetők meg vannak győződve a klímaváltozás fő eleme az emberi széndioxid kibocsátás a fosszilis energiatermelés miatt? Miért vannak elkötelezve, hogy ennek csökkentéséért bármit megtegyenek?

Példaként az rendszer összetettségére:

A Földet hűtő folyamatok



Több jelenség hűti a Földet

2. Az emberi társadalmaknak folyamatos és megbízható energia-ellátásra van szükségük.

Ok: minden tárgynak, tevékenységnek, termelésnek, változtatásnak van energia-tartalma, ezt pedig biztosítani kell.

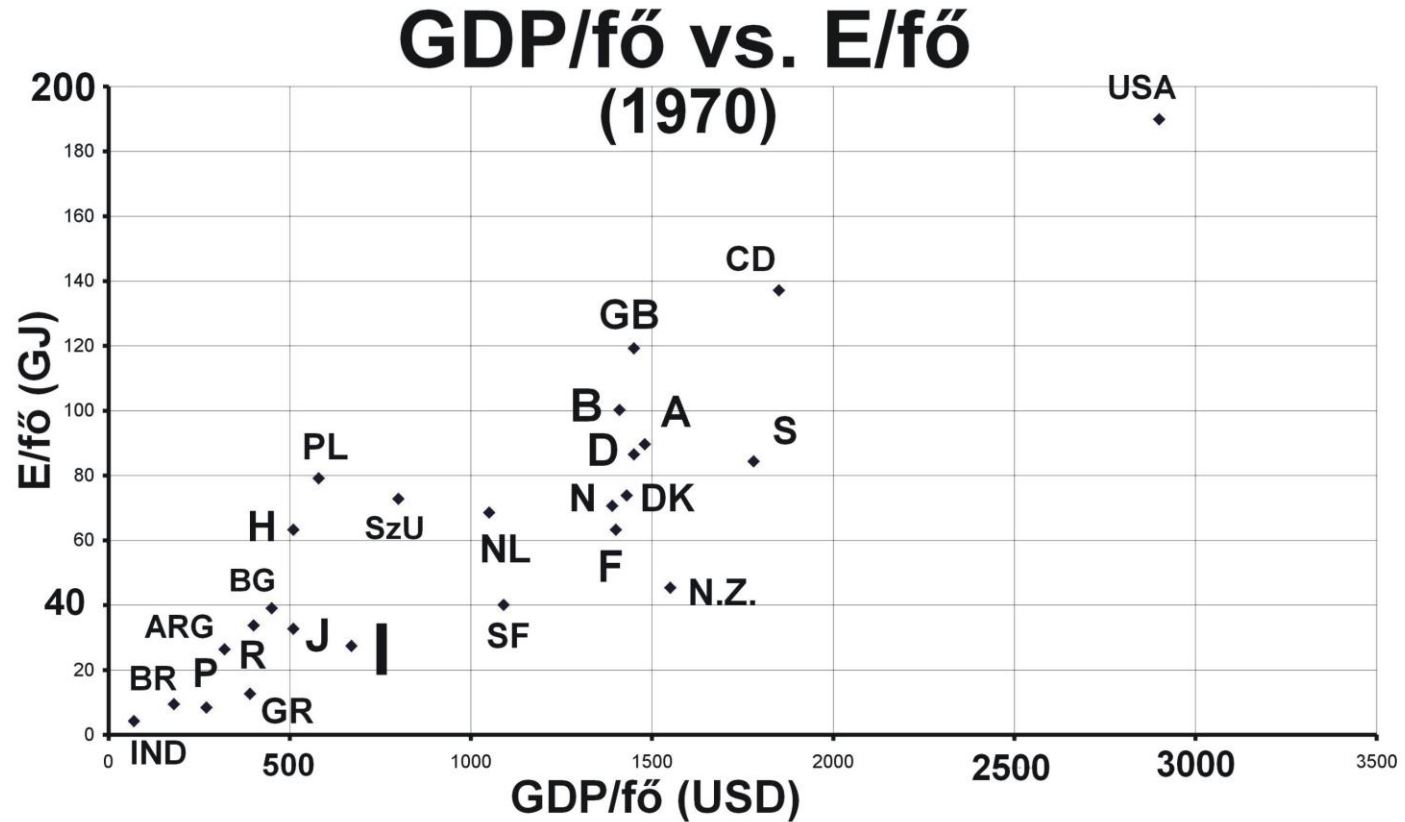
Érdekes összefüggés: az emberi civilizáció kialakulása és a becsült egy főre eső energiafogyasztás között. Ezt mutatjuk be a civilizáció öt szintjén.

(Személyes becslés, tanulmányok és történészekkel való beszélgetések után.)

ENERGIAFOGYASZTÁS ÉS CIVILIZÁCIÓ

Egység: 4.2 MJ/fő/nap (1000Kal/fő/n)	élelem (ember+ állatok)	háztartás, kereske- delem	ipar, mező- gazdaság	szállítás, híradás	X
Vadásztár. (8000 B.C.)	8				1
Földművelő társ. (3000 B.C.)	13	8			3
Középkor (XV-XVI szd.)	25	50	30	5	13
Ipari társad. (Anglia, 1900)	30	135	100	60	40
Információstárs. (USA, XXI. szd.)	40	295	380	300	120

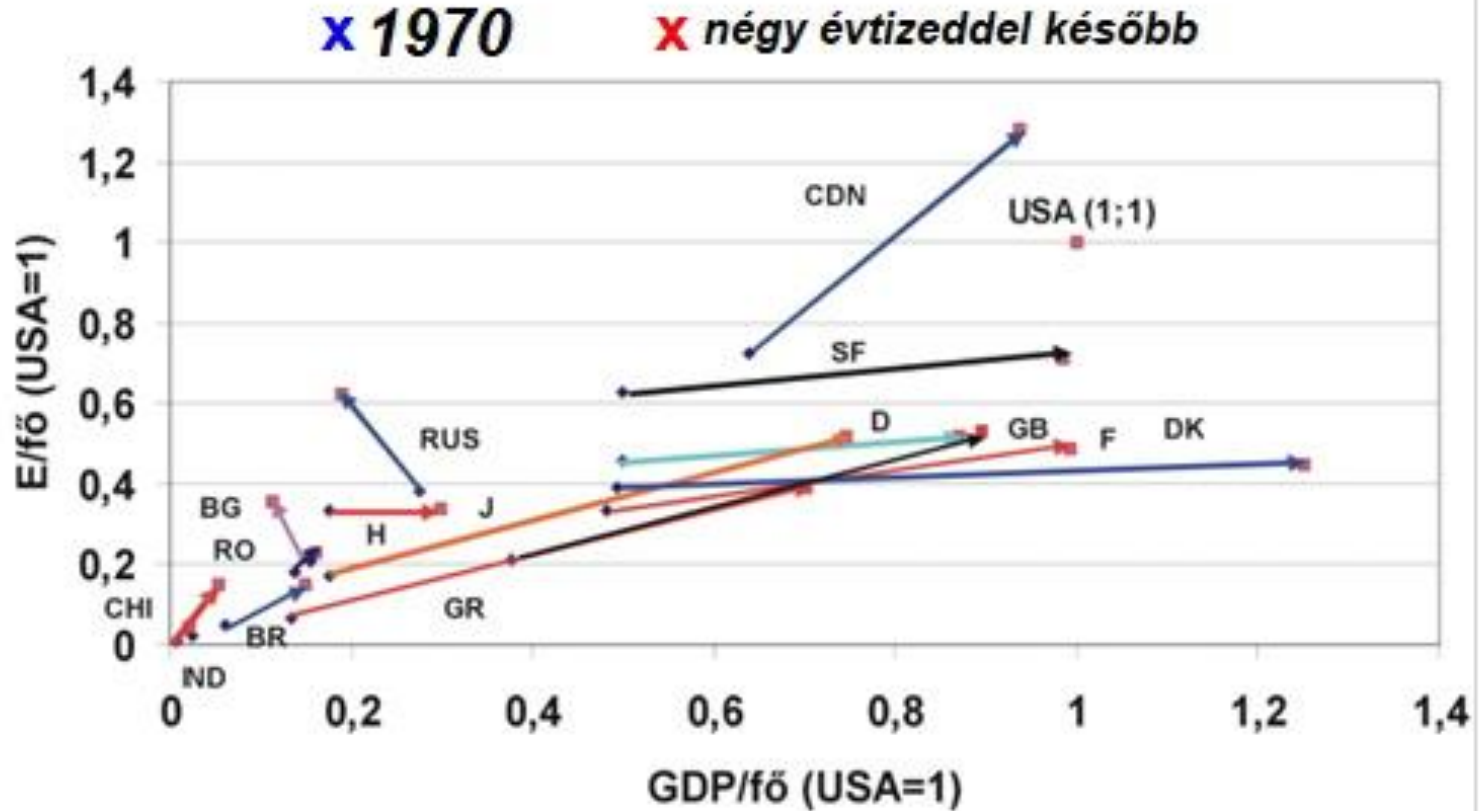
➤ Energiafogyasztás vs. termelés



1970: mindenütt olcsó energia, kül. gazdaságok

Aki gazdagabb, az több energiát fogyasztott!

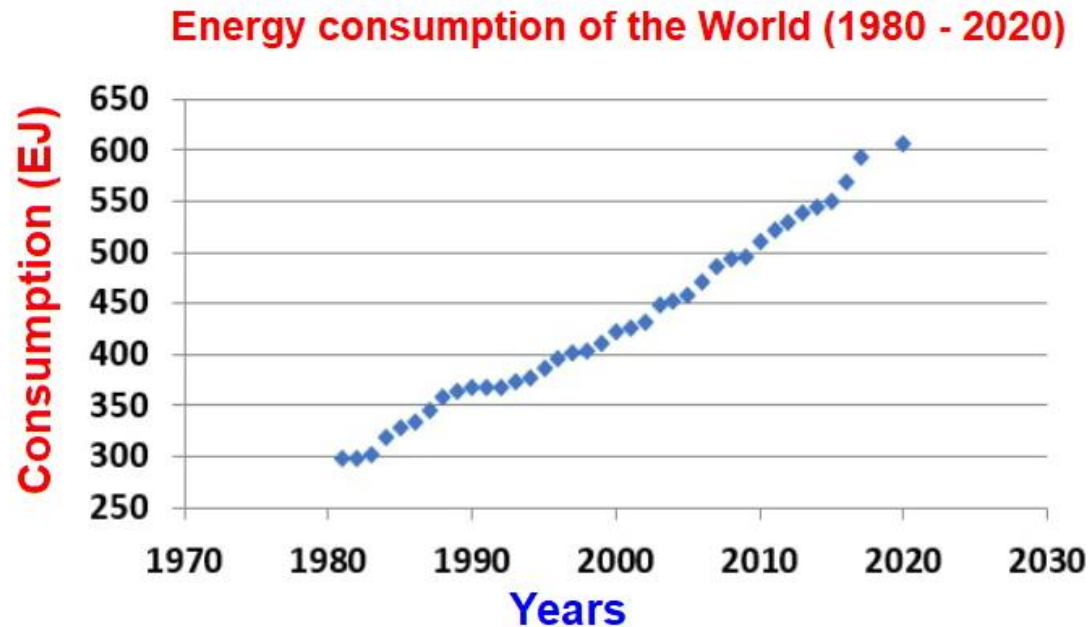
A különböző kultúrák különböző válaszokat adtak az energiakihívásra



(Forrás: US DoE és IMF)

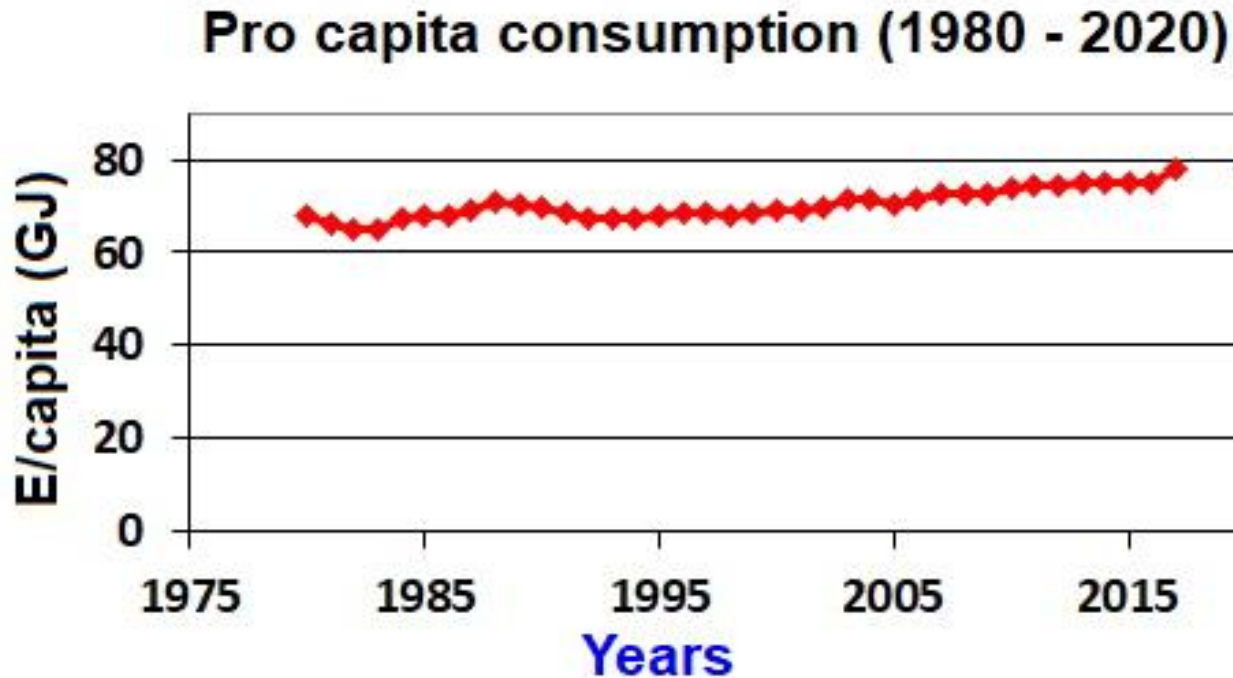
USA: 1970-ben ~ 15\$/GJ, 2010-ben ~ 90\$/GJ

➤ Mindenki tudja csökkenteni kellene az energiafelhasználást



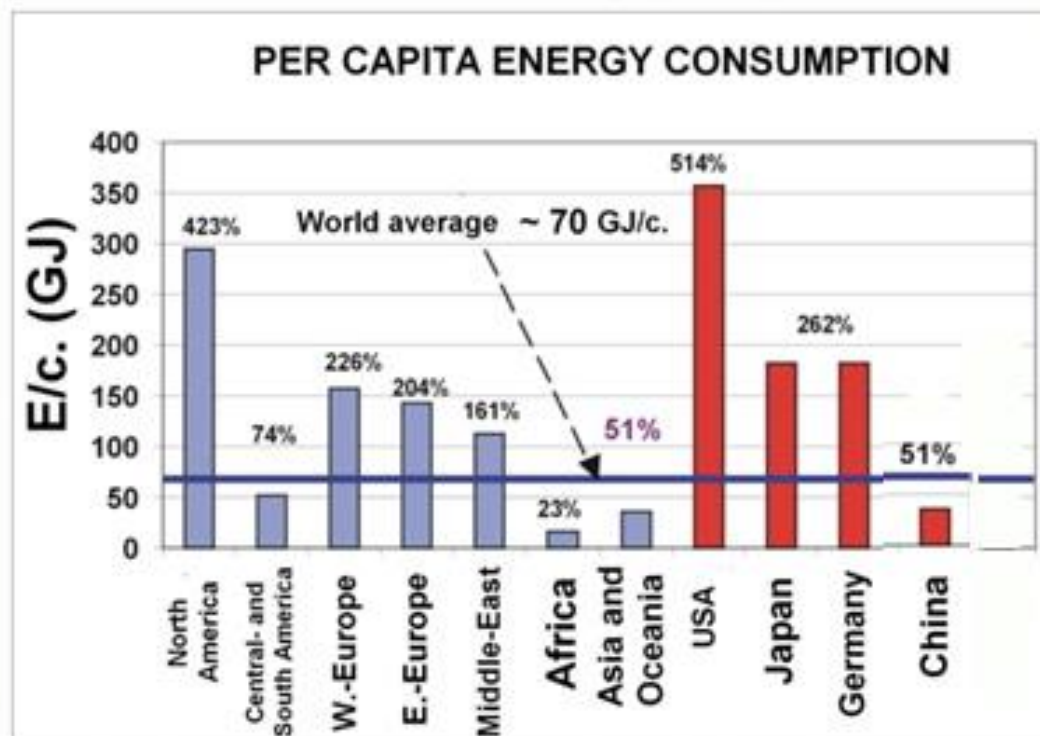
**Az energiaigény 1980 óta folytonosan nő
2020-ban ~ 600 EJ! Miért nő?**

Miért nő az energiafogyasztás?

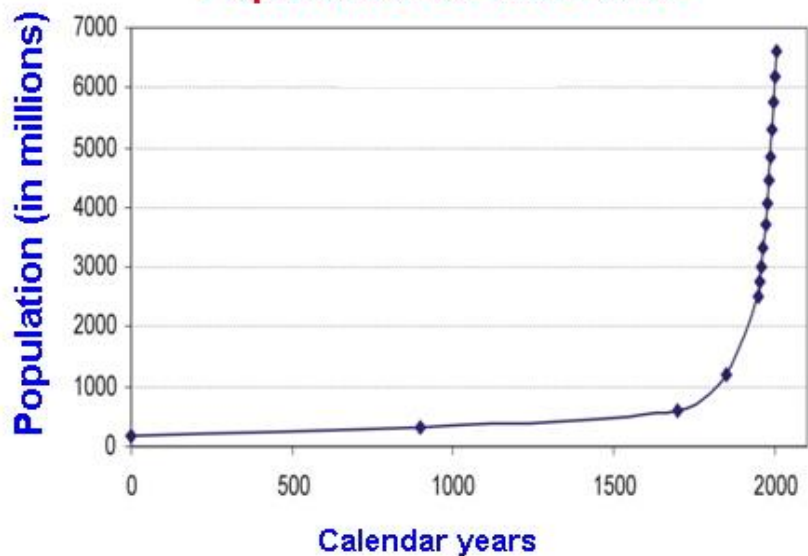


Az egy főre eső fogyasztás ~ 65 és ~ 80 GJ/fő között! Fő ok: a népességnövekedés.

A fogyasztás rendkívül egyenetlen! Ez komoly világpolitikai feszültségek forrása.

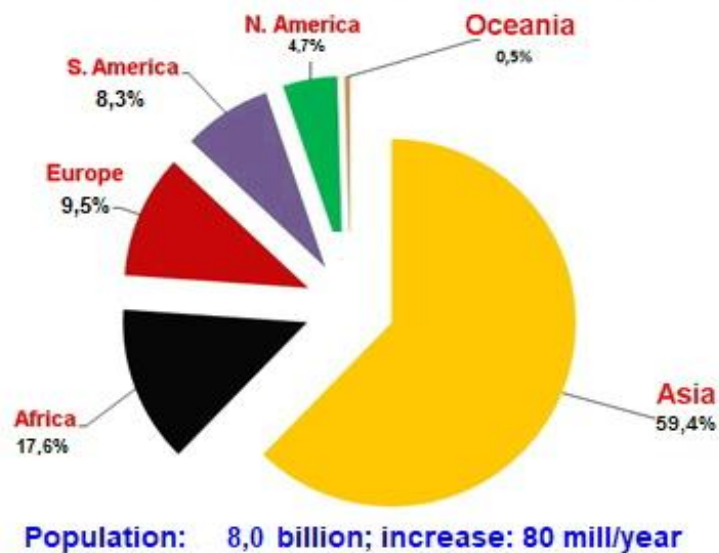


Population of the Earth

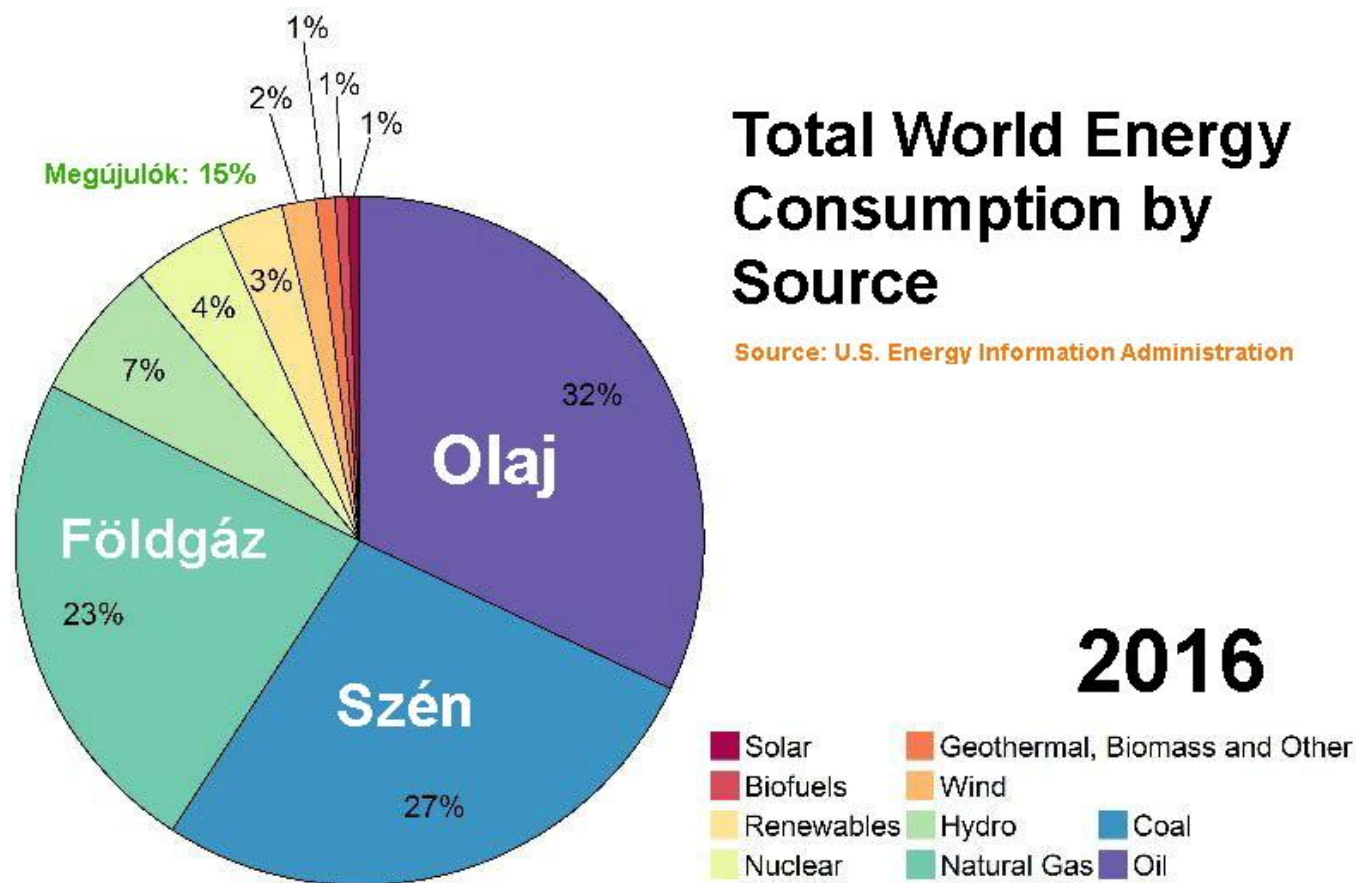


**A lakosság gyors növekedése
gyorsan növekvő
energiaigényt jelent**

Population of the Earth (2022)

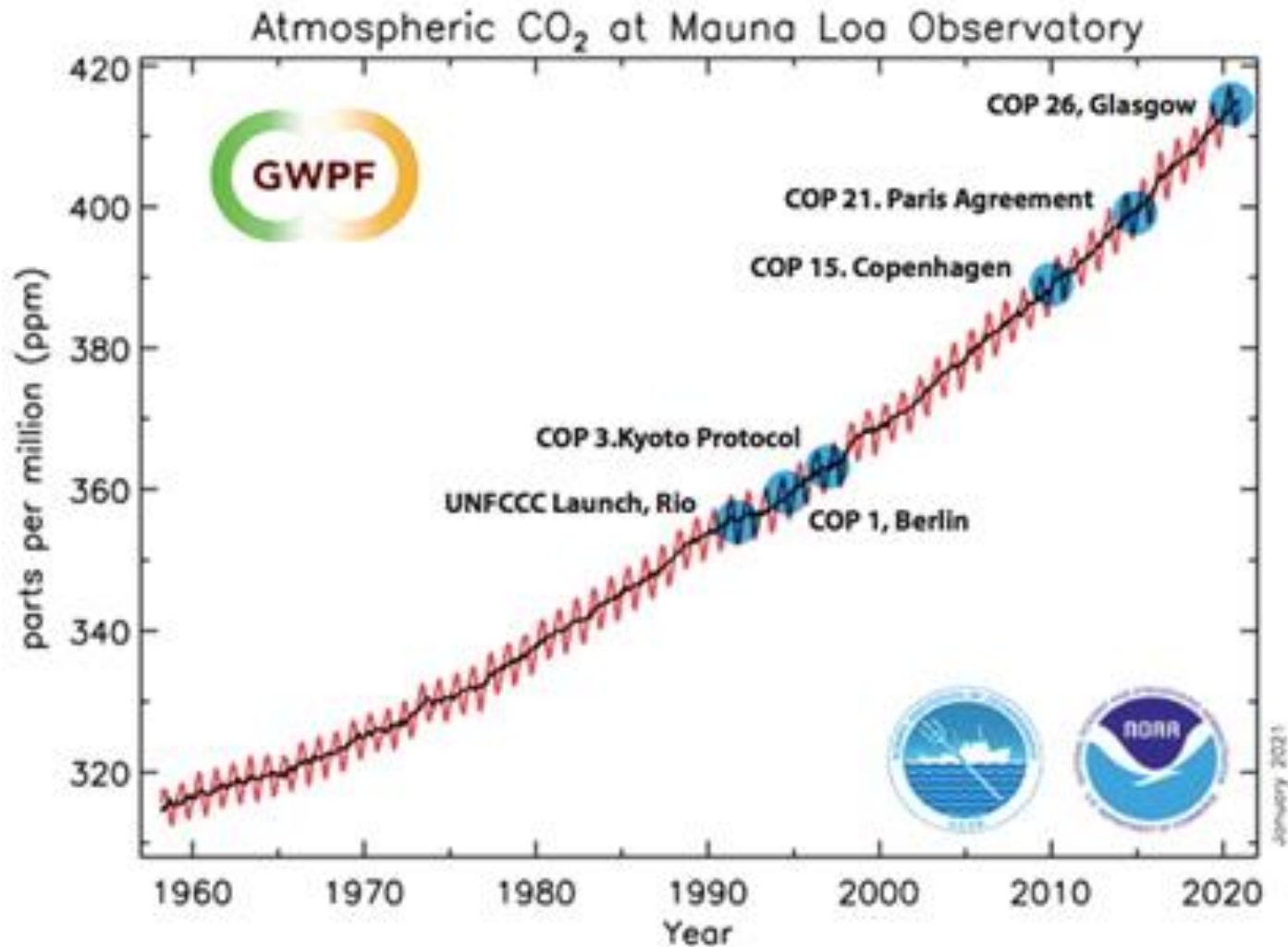


A mai ellátás gerincét a fosszilisok adják:



Fosszilisból: ~ 80% (immár 70 éve!)

A fosszilizsek hosszú idő óta dominálnak



A konferenciák, megállapodások nem változtattak!

3. Kérdések az energiaellátás jelenlegi problémáival kapcsolatban.

Az emberiség nyilvánvalóan válságban van!

Politika sikeres hívószava: *klímaváltozás!*

- **Mennyire akarja-képes a politikai vezetés az energiaellátást a jelenlegi szinten fenntartani?**
(Az EU vezetése mintha elkötelezett lenne az energiafordulat végrehajtására most.)
- **Mennyi energiát vagyunk képesek megtakarítani?**
- **El kell-e válni a fosszilis energiahordozóktól?**
Ha igen, akkor milyen ütemben?

- **Milyen ütemben vagyunk képesek új energiahordozókra, megújulókra átállni?**
- **Milyen szerep jut a megújulóknak?**
- **A kierőszakolt energiapolitika mennyire fogja védeni a klímát?**
- **Előre lehet-e lépni az elektromos energia tárolása területén?**
- **Atomenergia támogatása?**
- **Fúziós energia?**
- **Milyen perspektívái vannak az elektromobilitásnak?**
- **Hidrogén, mint energiahordozó elterjedése?**

- **Milyen társadalmi változásokat hoz az alacsony energiafogyasztású közösségek kialakítása mellett való szilárd elköteleződés?**
- **Stb...**

Minden szempontból nehéz jövő előtt állunk!



Köszönöm a figyelmet!

Energetika

(Az energetika nem fizika, de ahhoz áll a legközelebb!)

- **Korunk egyik sorskérdése,**
- **komoly környezeti kihívás,**
- **a cselekvés elkerülhetetlen**