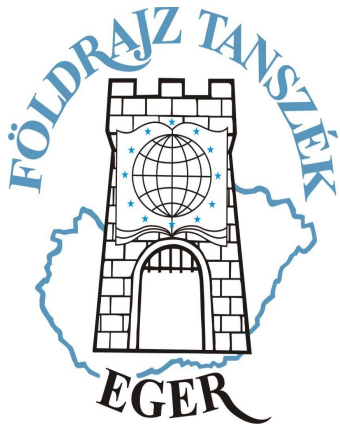


# A klímaváltozás és az energia- szektor kölcsönhatásai

**Mika János**

Eszterházy Károly Főiskola, TTK, Földrajz Tanszék, Eger  
Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest

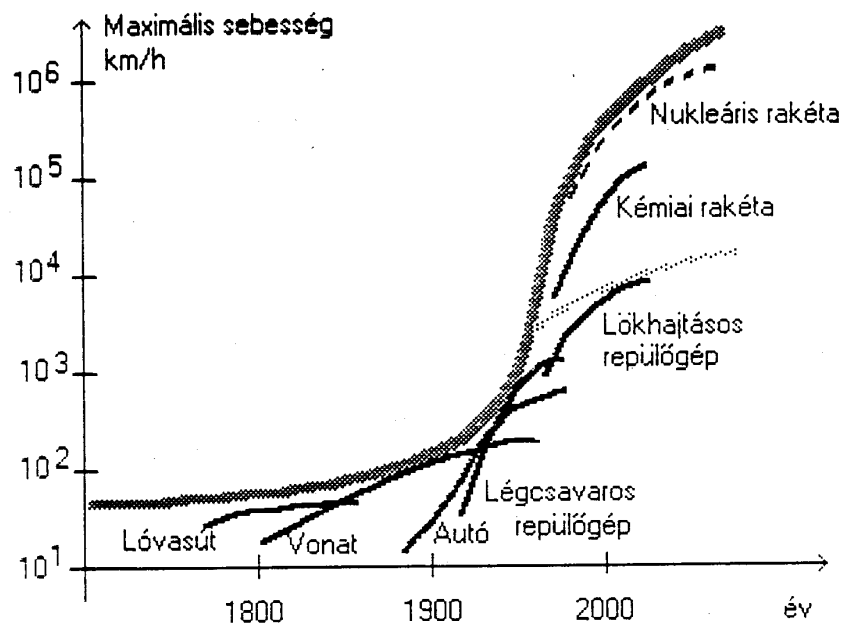


*MTA MTB Légköri Erőforrások Albizottság (LEA)  
Budapest, 2012. január 30.*



# Vázlat

- Háttér I. Energiaszerkezet
- Háttér II. Éghajlatváltozás
- Megújulók a klímaváltozás mérsékléséért
- A klímaváltozás hatása a megújulókra
- LEA: És a bioenergia!?
- LEA: Megújulók az oktatásban!?



**Milliók 1:** Közelítünk az 1 millió km/h csúcsebességhez

DE, EGYENETLEN FELHASZNÁLÁS

Talán a megújulók ezen is segítenek!?



**Milliók 2:** 1600 millió ember él villamos áram nélkül!

# Az energia-probléma

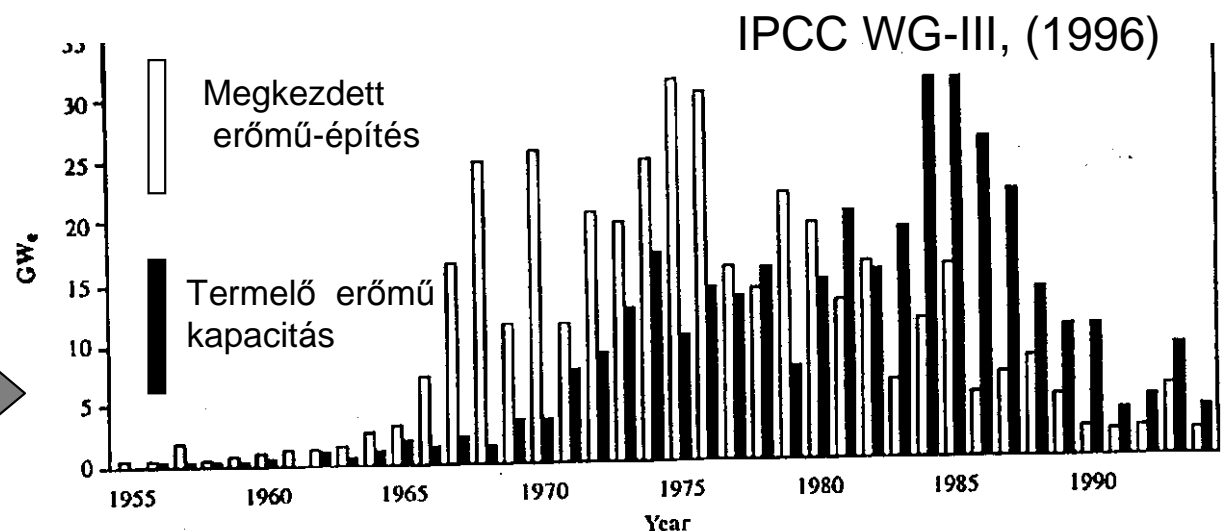
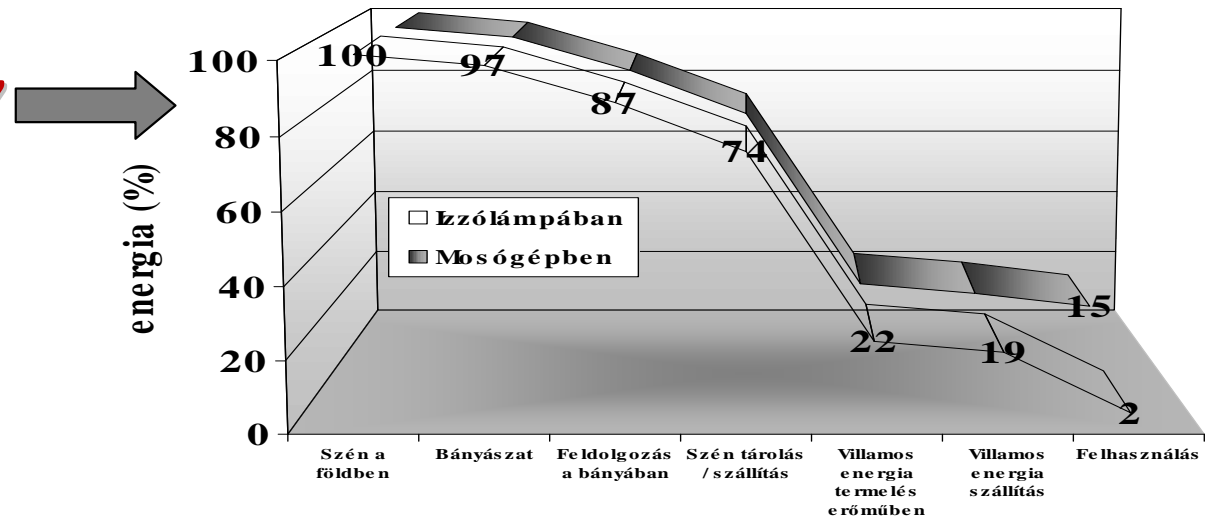
1. **Nő a kitermelés költsége, rossz műszaki hatások**

2. Fizetőképesség hiánya, eladósodás

3. Háborúk a források érdekében, zsarolás

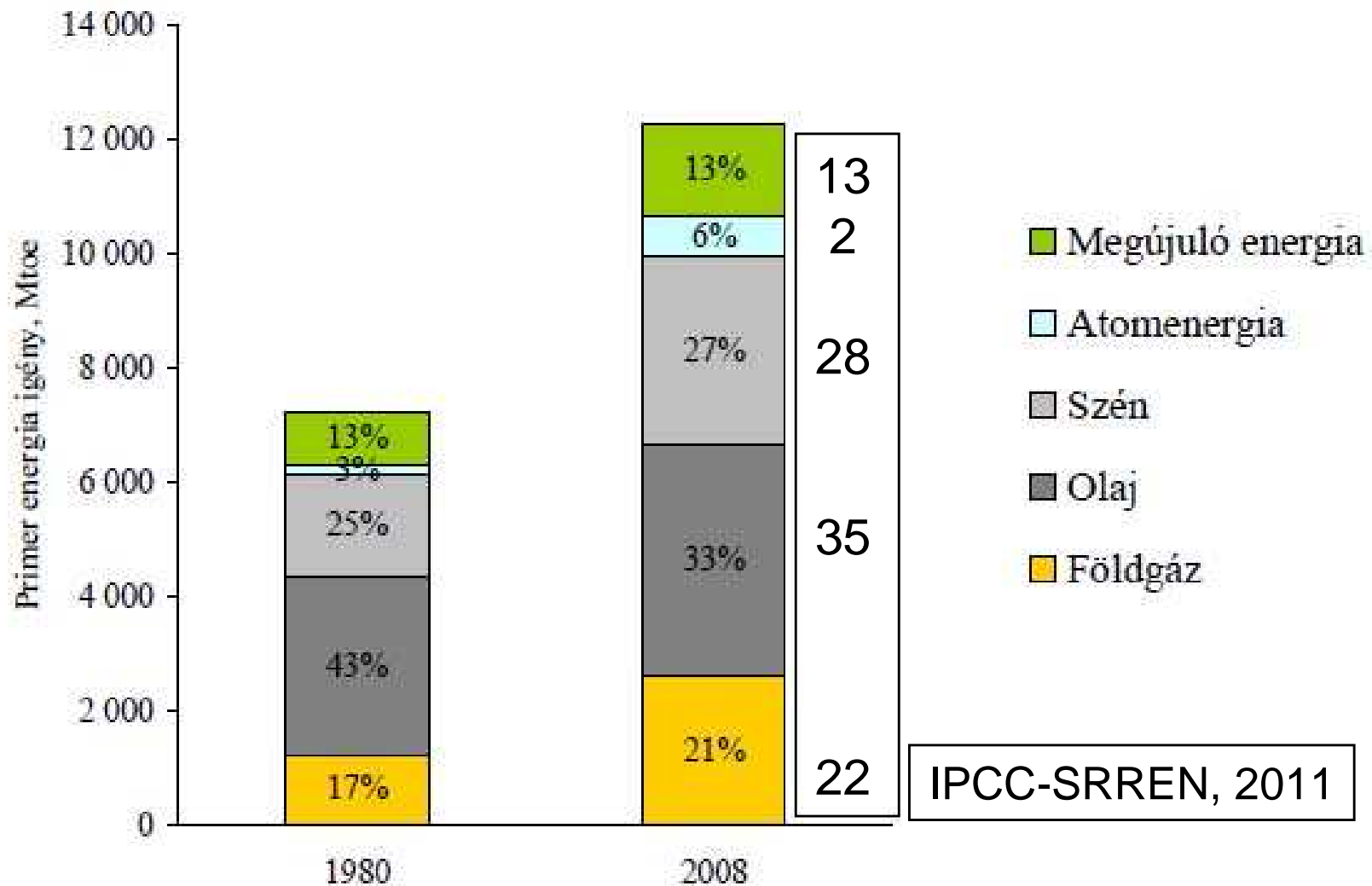
4. **Atom: műszaki kockázat, nukleáris szennyezés, (terror)**

5. Szennyezés, klímaváltozás



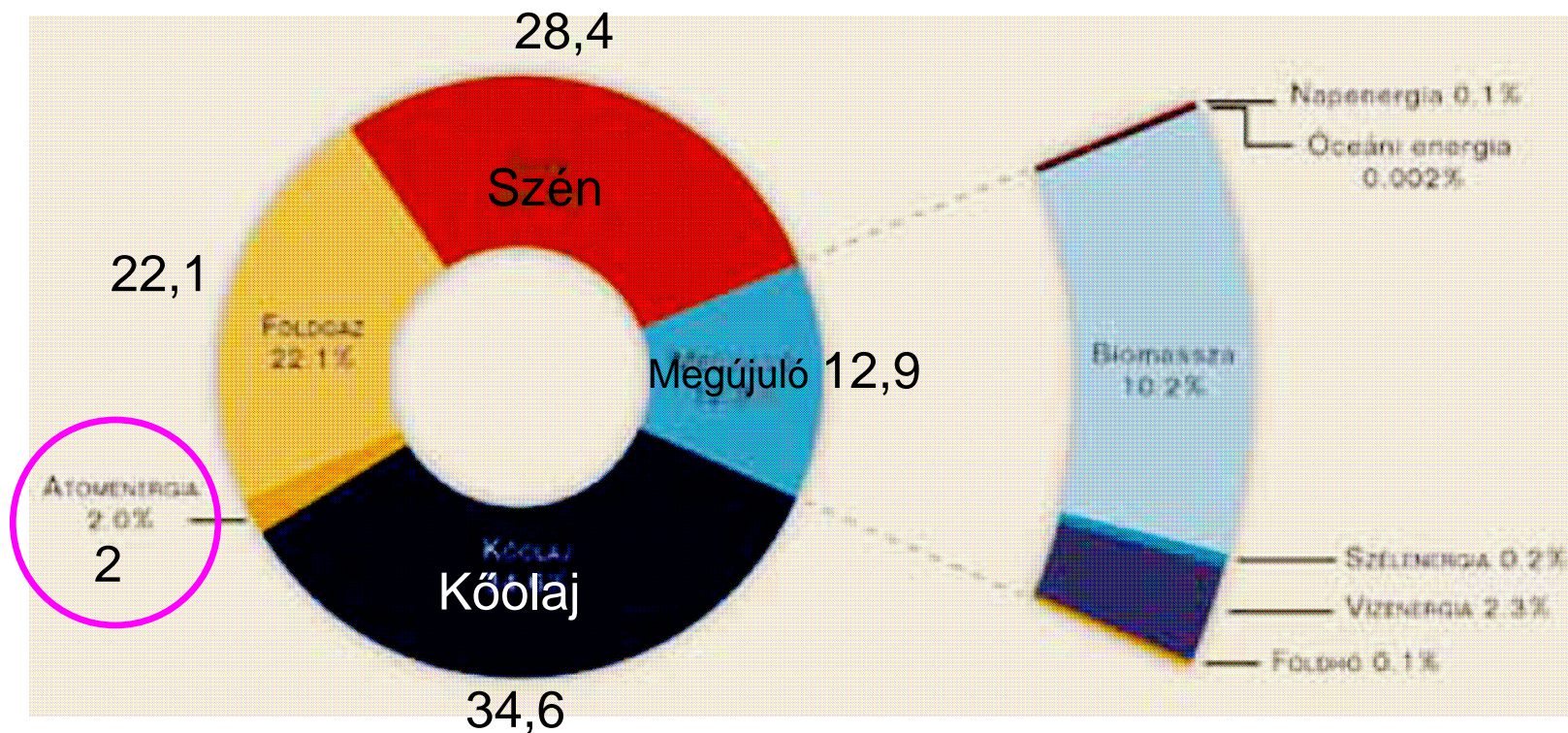
Visszaesés: már 10 évvel Csernobil előtt!

# Bevezetés – globális trendek



1. ábra: Globális primer energia felhasználás összetételének változása  
forrás: World Energy Outlook 2010, IEA

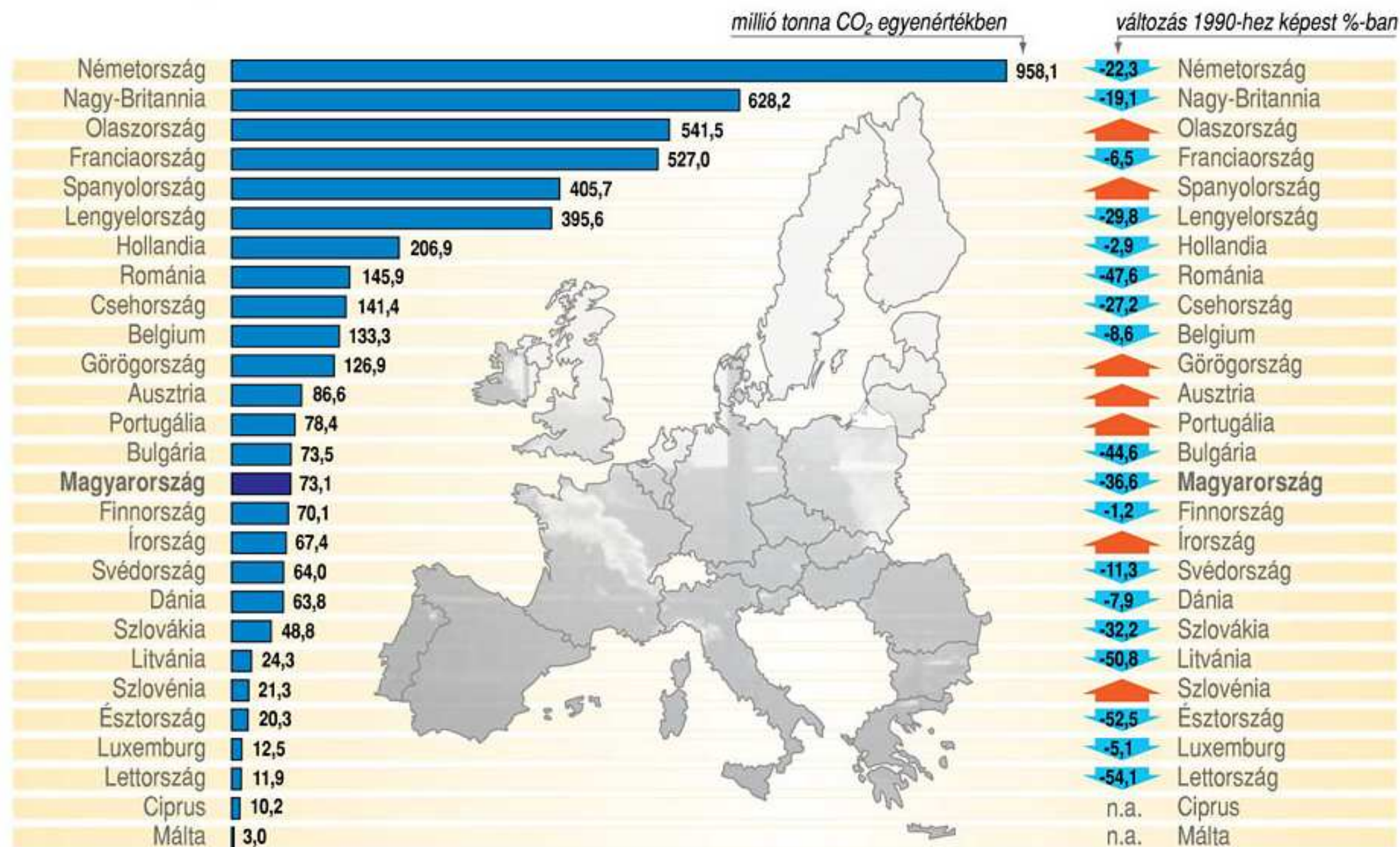
# A megújulók részaránya (2008)



A bioenergia: 38 %-a korszerű, a többi égetés!

IPCC SRREN, 2011

# Üvegházhatást okozó gázok kibocsátása az EU-tagállamokban, 2008

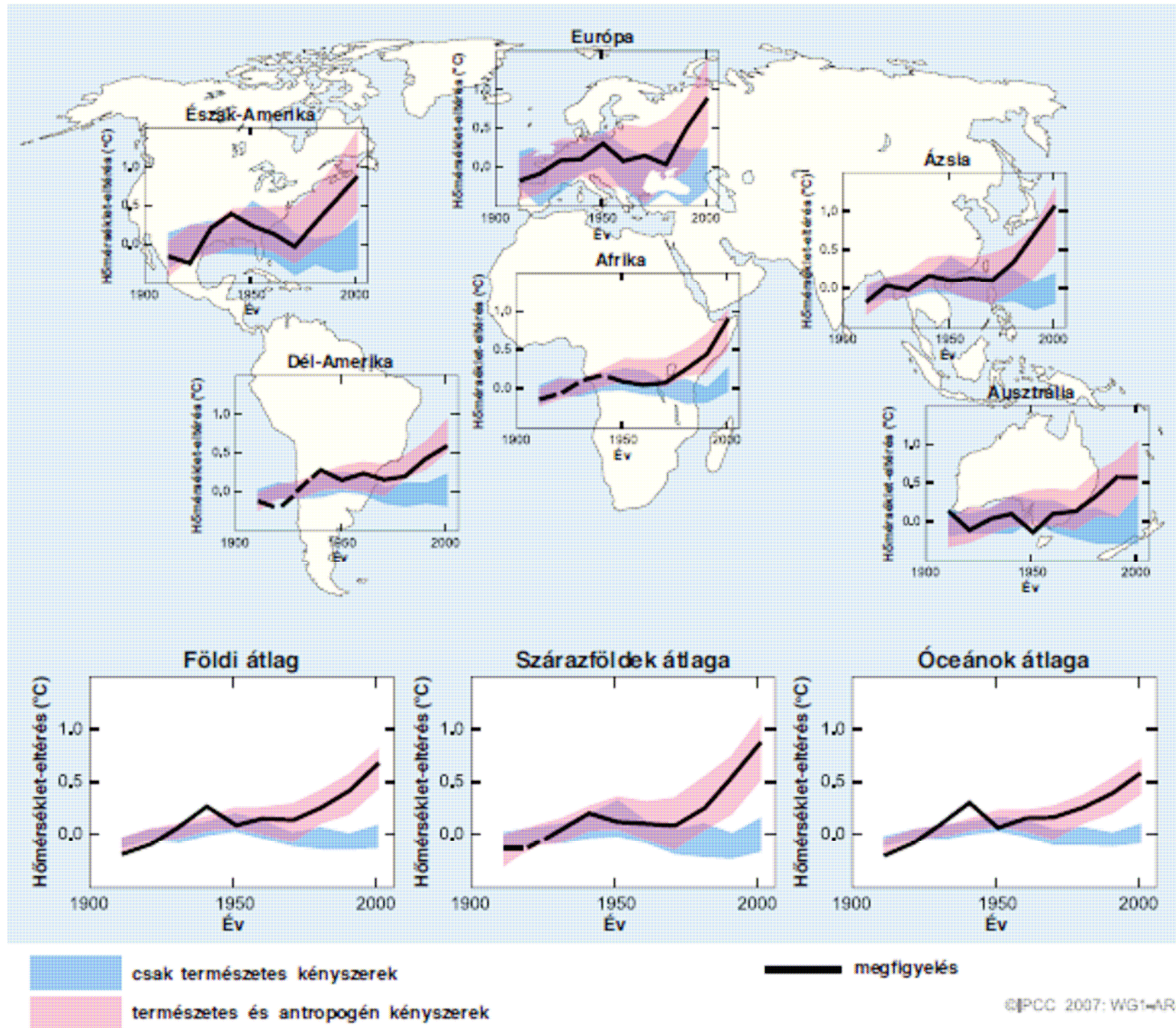


# Vázlat

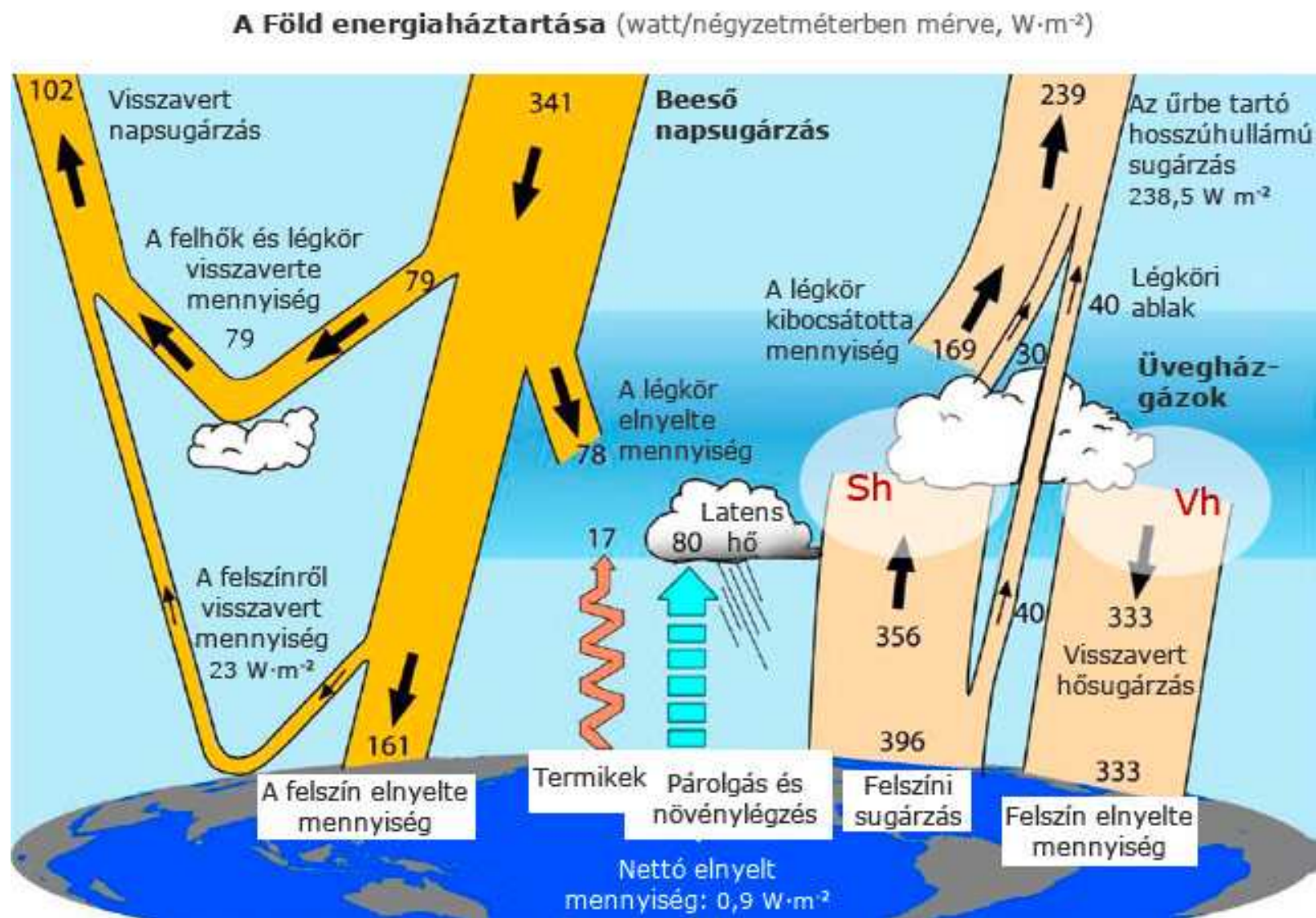
- Háttér I. Energiaszerkezet
- **Háttér II. Éghajlatváltozás**
- Megújulók a klímaváltozás mérsékléséért
- A klímaváltozás hatása a megújulókra
- LEA: És a bioenergia!?
- LEA: Megújulók az oktatásban!?



# Bizonyíték a klímaváltozás emberi eredére: „HÁTRAJELZÉS”



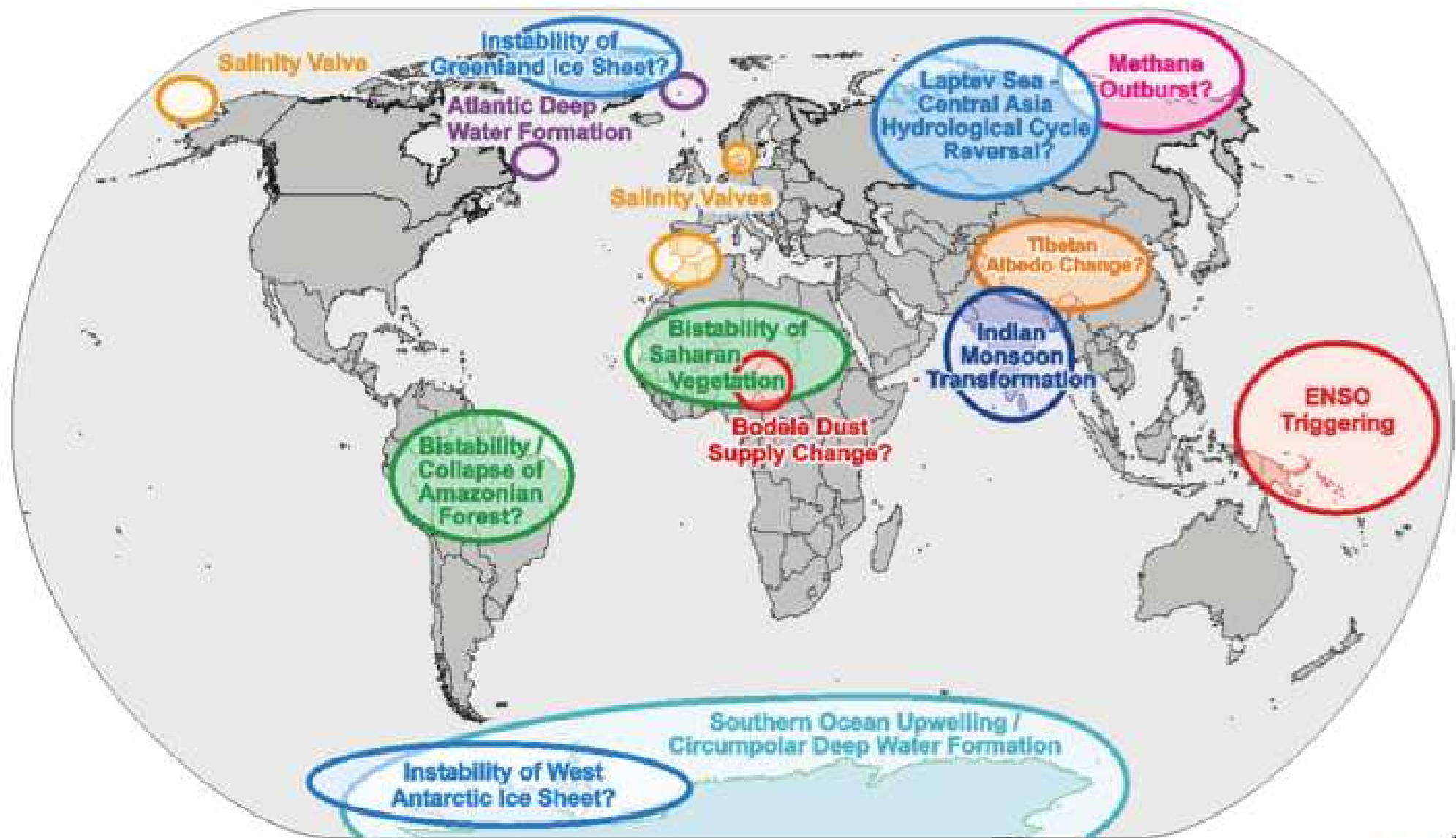
# Felborult az energiamérleg a légkör és az óceán között!



Rögzíti a folyamatos melegedés tényét: 0,9  $W \cdot m^{-2}$  az óceánban elnyelődik!

Trenberth et al., (2009)

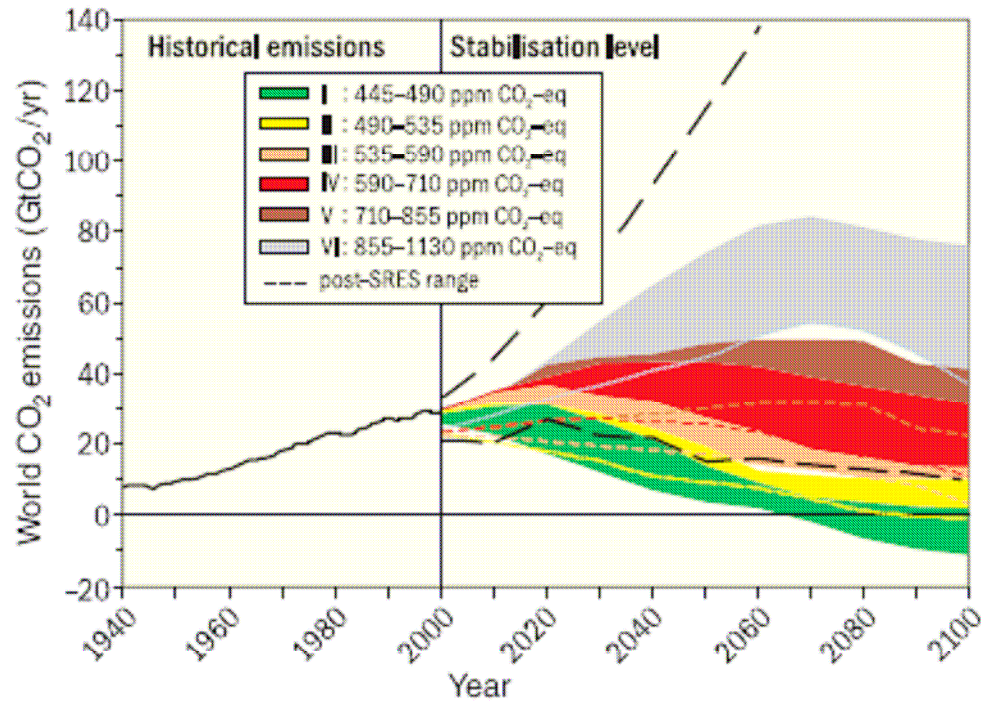
# Tipping Points in the Earth System (Schellnhuber)



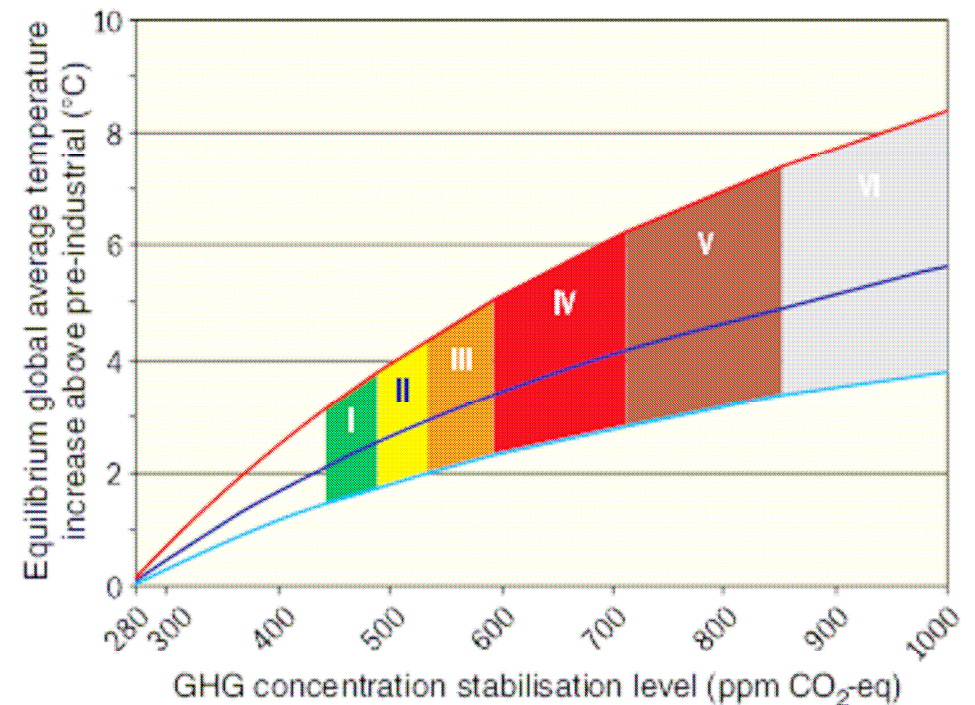
Ezek többsége 2-5 °C kel melegebb klímában már bekövetkezhet!

# Van esély, hogy megállítsuk a melegedést?

## CO<sub>2</sub>-kibocsátás (balra)



## Egyensúlyi hőmérsékletváltozás

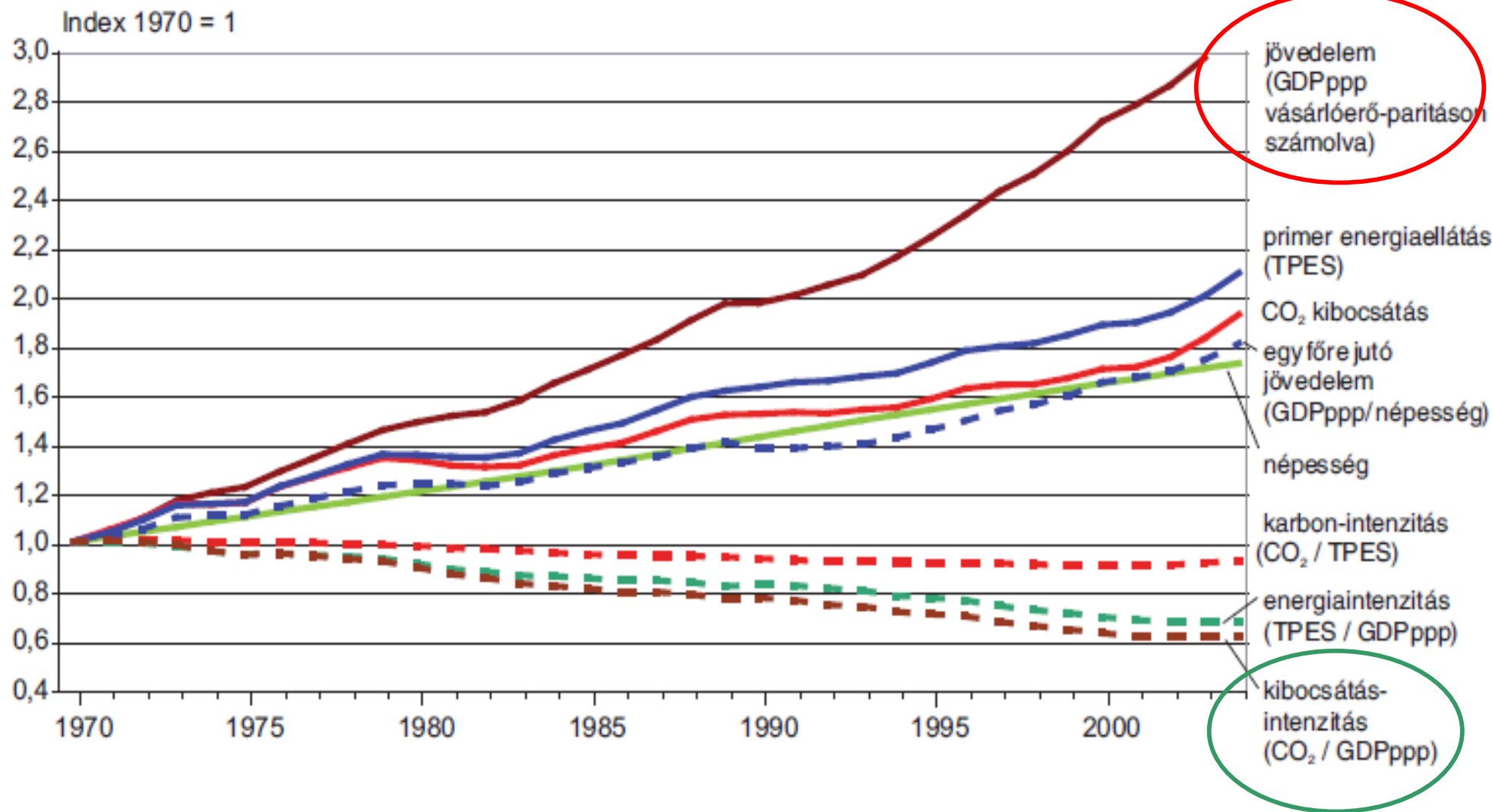


Az idő és a mérséklési cél függvényében

a CO<sub>2</sub>-egyenérték függvényében

**Van, de ehhez 2020-ig el kell kezdeni a csökkentést!**

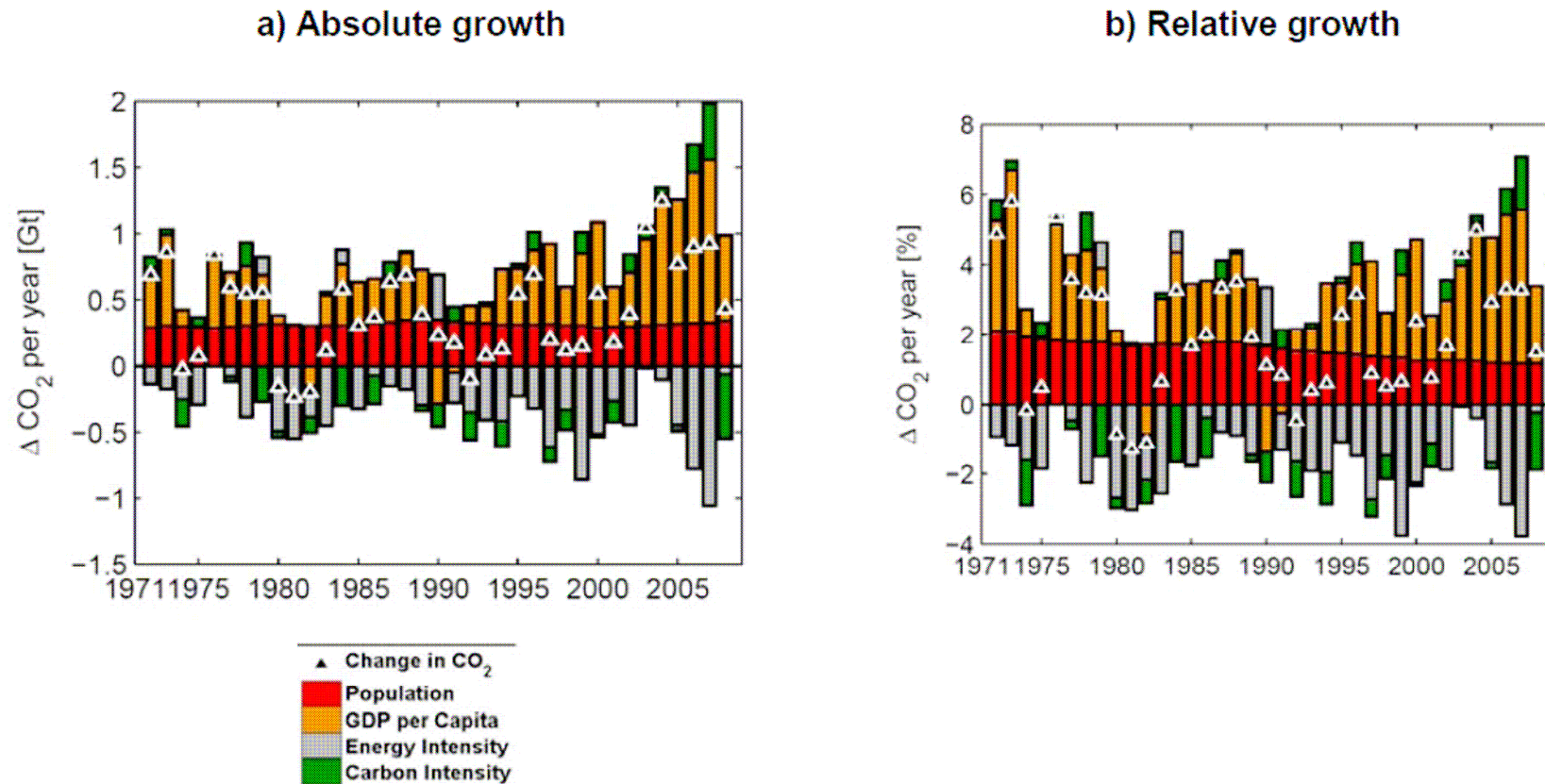
$$CO_2 (GT) = népeesség(fő) \times [GDP(\$)/1fő] \times [TPES(MWh)/1\$] \times [CO_2(GT) / 1MWh]$$



**A széndioxid kibocsátást meghatározó (1) formula szerinti tényezők alakulása (1870-2005). Forrás: IPCC DÖ (2007).**

$$CO_2 (GT) = népesség(fő) \times [GDP(\$)/1fő] \times [TPES(MWh)/1\$] \times [CO_2(GT)/1MWh]$$

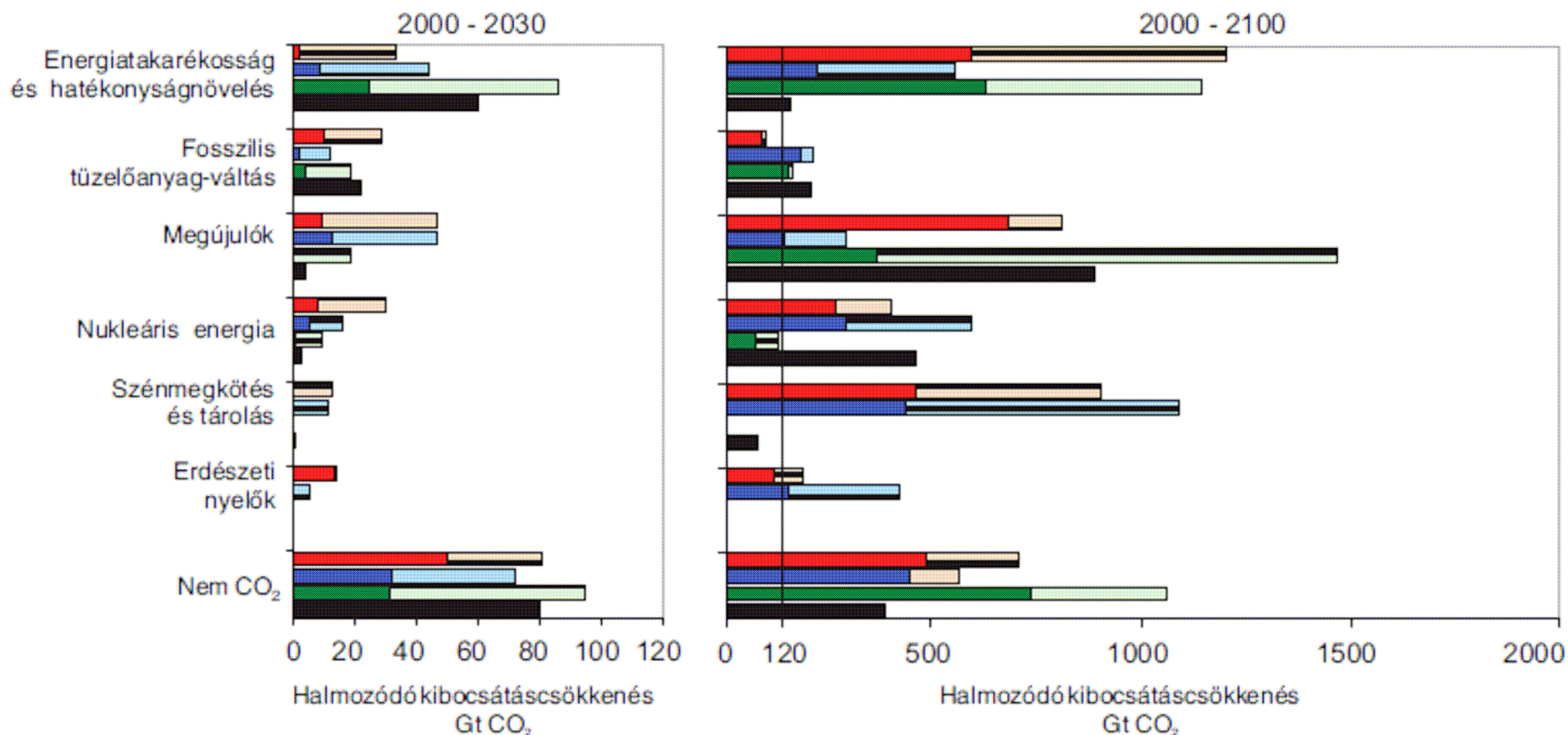
### Kaya Components of Absolute and Relative Global Energy CO<sub>2</sub> Emissions Change



**Figure 1.8.** Kaya analysis of annual change in global energy related CO<sub>2</sub> emissions by population (red), GDP per capita (orange), energy intensity (grey) and carbon intensity (green) from 1971 to 2007. Total annual changes are indicated by a black triangle. Part (a) Absolute changes; Part (b) percentage changes. Data source: (IPCC, 2007a; IEA, 2009b)

# Vázlat

- Háttér I. Energiaszerkezet
- Háttér II. Éghajlatváltozás
- **Megújulók a klímaváltozás mérsékléséért**
- A klímaváltozás hatása a megújulókra
- LEA: És a bioenergia!?
- LEA: Megújulók az oktatásban!?



***A különféle megoldások viszonylagos szerepe a szén-dioxid kibocsátás mérséklésében közép- (2030-ig) és hosszú távon (2100-ig). (IPCC DÖ, 2007 DÖ-9. ábra) A négy vízszintes oszlop négy különböző modell eredményeit mutatja. A sötétebb árnyalatok a 650 ppm-es CO<sub>2</sub>-egyenértű stabilizációra vonatkoznak, az ezt további kibocsátás-mérsékléssel kiegészítő, világosabb vonalak 490-540 ppm-es stabilizációhoz szükséges mérséklést mutatja.***

***Forrás: IPCC 2007. WG-III. 3.23 ábra (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg3.htm>).***



# A megújuló energiaforrások átalakítása

<i>Villanyra</i>	<i>Hőre</i>	<i>Üzemanyagra</i>
<i>Víz</i> <i>Szél</i>		
<i>Nap</i> <i>Földhő (geotermális)</i> <i>Hulladék (szemét)</i>		
<i>Biomassza</i>		

# A megújulók „tisztábbak” ÜHG szempontból

(a villamosenergia: nagyságrendekkel tisztább)

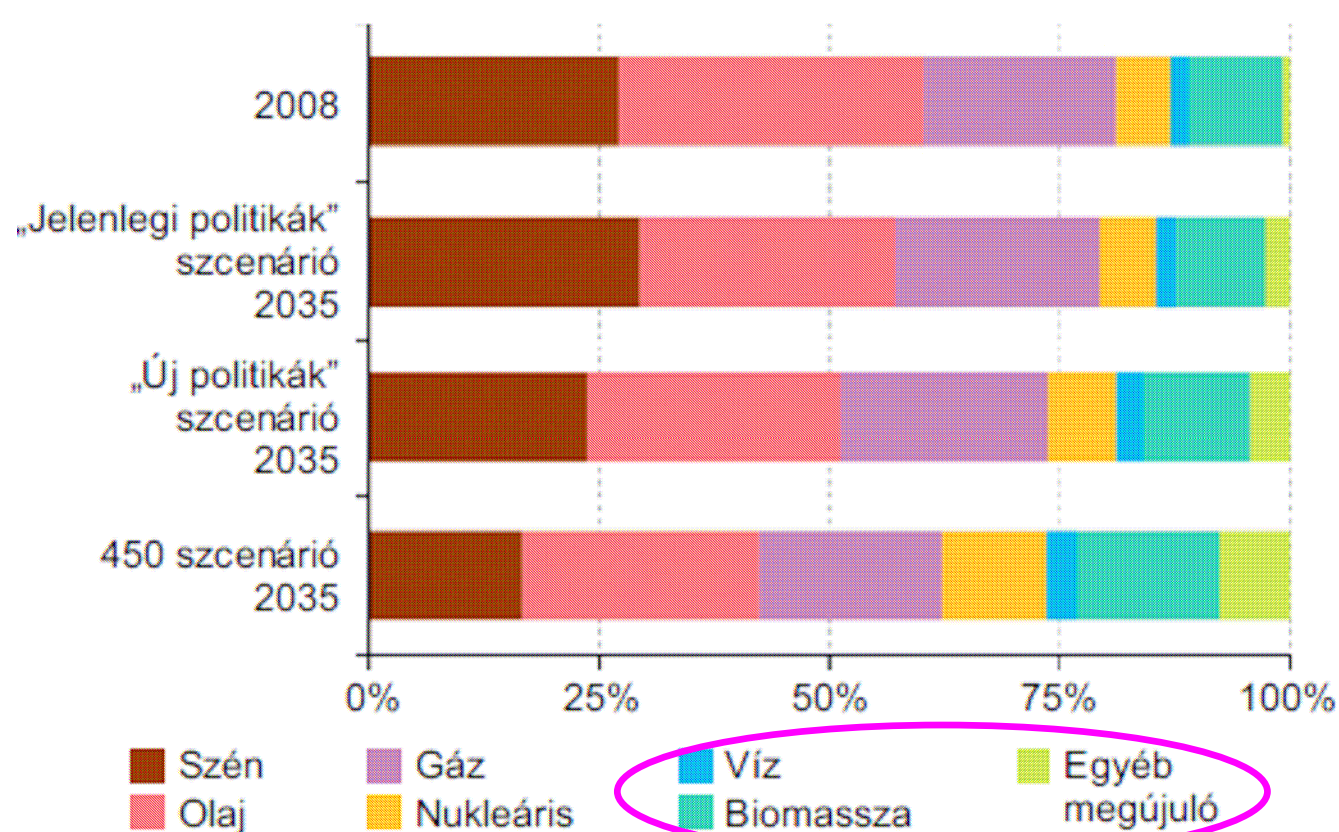
*2. táblázat: A megújuló energiaforrásokból termelt elektromosenergia-termelés üvegházgáz-kibocsátása a hagyományos forrásokhoz viszonyítva, számításba véve a teljes életciklus minden költségét a szénmegkötés lehetősége nélkül. A mediánt képező becslések száma 8-10 (földhő, óceáni energia) és 226 (bioenergia) között ingadozik. A számok a döntéshozói összefoglaló 8. ábrájáról leolvasott, kerekített értékek.*

Energiaforma	ÜHG kibocsátás (gCO <sub>2</sub> eq/kWh)
Szén	1000
Kőolaj	800
Földgáz	500
Nukleáris energia	10

Energiaforma	ÜHG kibocsátás (gCO <sub>2</sub> eq/kWh)
Bioenergia	20
Napelem	30
Földhő	20
Vízenergia	10
Óceáni energia	10
Szélenergia	10

**Forrás: IPCC SRREN, 2011 nyomán:**  
Mika J., 2011 (Ma és Holnap, 9. sz. 24-28 o.)

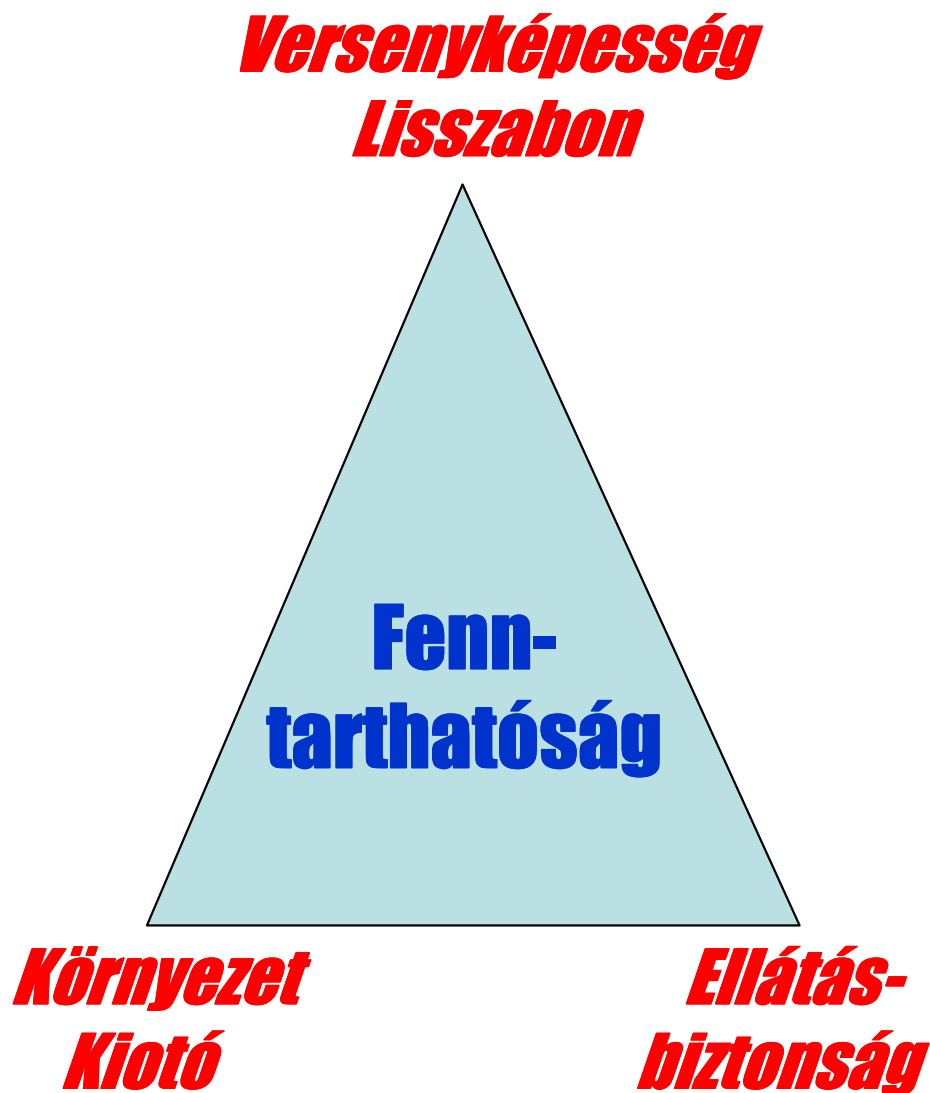
# Már tervezzük a klímaváltozás mérséklése függvényében



7. ábra: Az energiaforrások aránya a világ primerenergia igényében, 2009-ben [1]

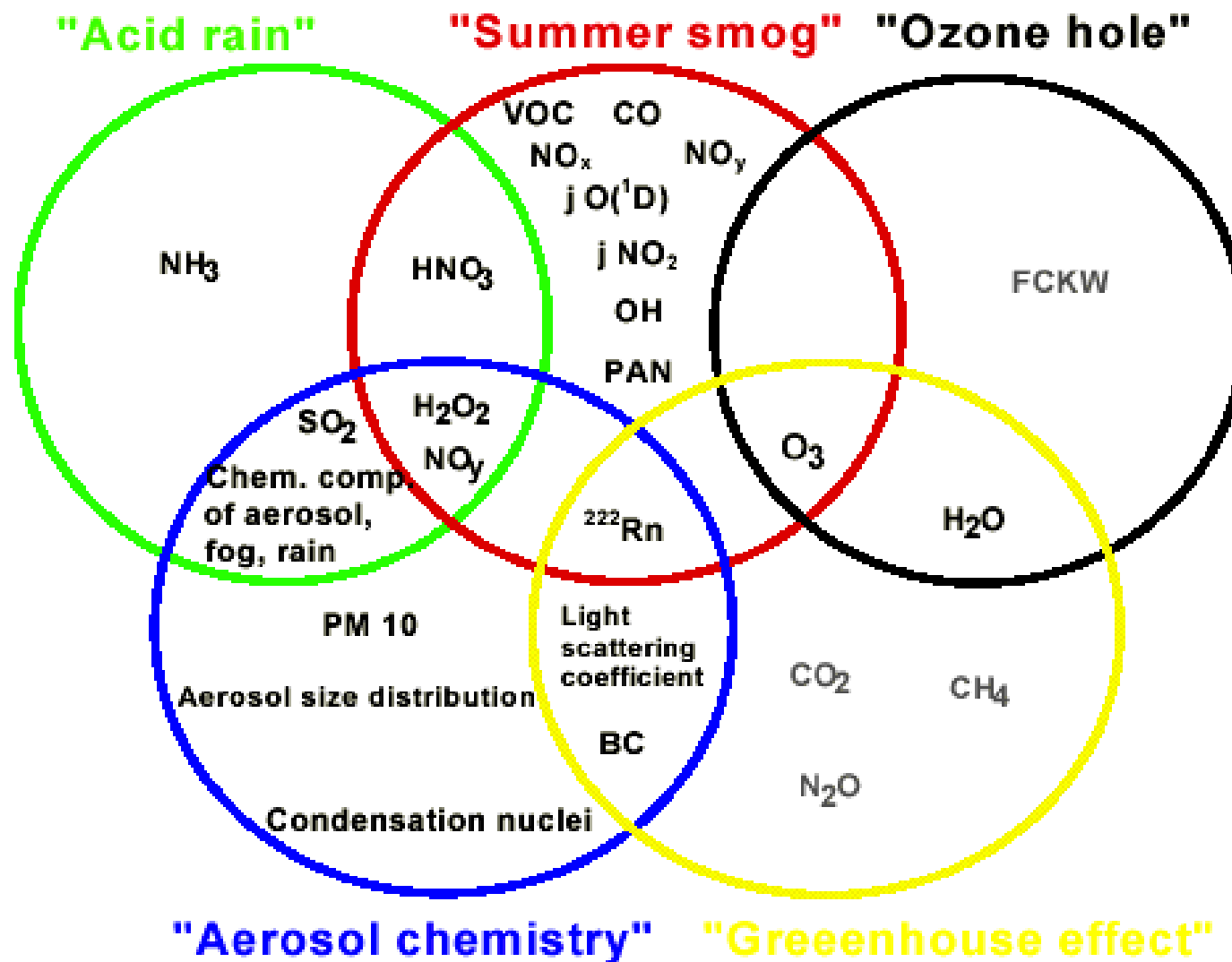
[1] International Energy Agency: World Energy Outlook 2010, ISBN: 978 92 64 08624

# A környezet csak egy szempont!



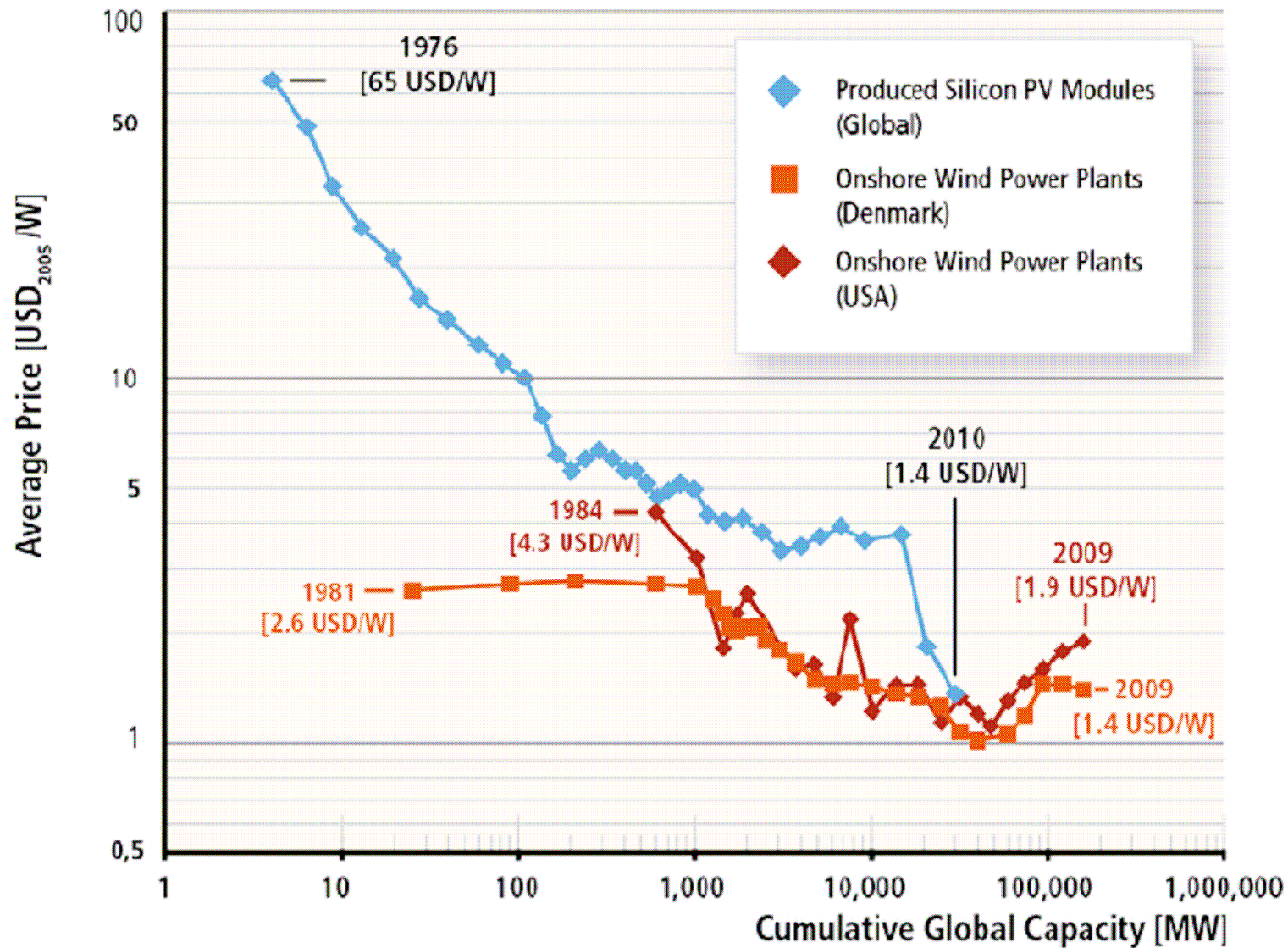
- **Versenyképesség:** belső piac, verseny, hálózati kapcsolatok, európai villamosenergia hálózatok, K+F (tisztaszén, CO<sub>2</sub> elnyelés, alternatív tüzelőanyagok, energia hatékonyság, nukleáris energia)
- **Környezetvédelem:** megújuló energia, energiahatékonyság, nukleáris energia, innováció & kutatás, emisszió kereskedelem
- **Ellátásbiztonság:** nemzetközi párbeszéd, európai készletgazdálkodás (olaj-gáz), finomító kapacitás és energia tárolás

# Az öt nagy légszennyezetségi problémakör.



Minden anyag max. 2-3 problémához járul hozzá, a mérséklése is csak ennyit segít megoldani. De az energia a többiben is kulcsszerepet játszik, a váltás azt is segítheti!

# A termelési tapasztalat (?) árcsökkentő hatása



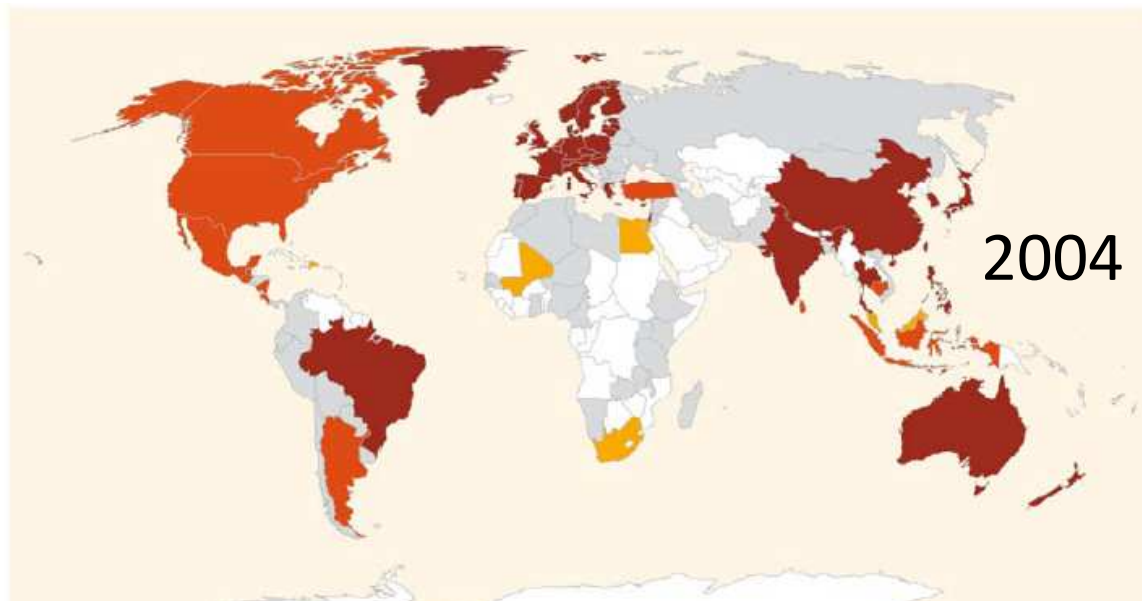
# Versenyképes-e az ára?

3. táblázat: Az egyes megújuló energiaforrások kitermelési költségei a hagyományos energiaforrásokhoz viszonyítva.  
Több megújuló energiaforma költsége már ma is versenyképes a hagyományos energiaforrásokkal!

Elektromos áramtermelés	Hőenergia-termelés	Üzemanyag-termelés
<b>Biomasszából áram</b> Két típusa versenyképes, három típus drágább.	<b>Biomasszából hőtermelés</b> Mind a négy típusa versenyképes.	<b>Biomasszából üzemanyag</b> Négy típusa versenyképes, egy típus drágább.
<b>Napenergia áramtermelésre</b> Mind a négy típus drágább.	<b>Napkollektor</b> Mindkét típusa versenyképes.	
<b>Földhőből elektromos áram</b> Mindkét típus versenyképes.	<b>Földhőből hőtermelés</b> Mind az öt típusa versenyképes.	
<b>Vízenergia</b> Egy típusa van, ez versenyképes.		
<b>Óceáni energia</b> Egy típusa van, ez drágább.		
<b>Szélenergia</b> Egy típusa versenyképes, egy másik drágább.		

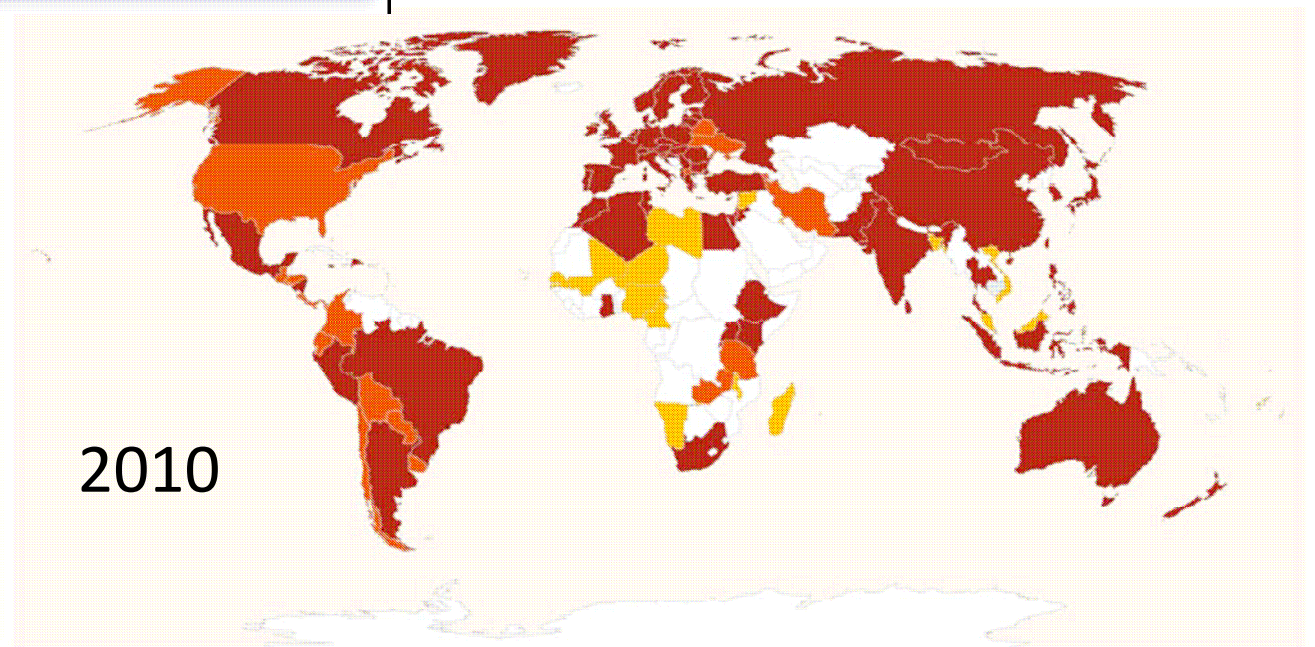
**Forrás: IPCC SRREN, 2011 nyomán:**  
Mika J., 2011 (Ma és Holnap, 3. sz. 24-28 o)

# JOGI SZABÁLYOZÁS



Forrás: REN21, 2010

A megújuló energiák terjedését társadalomföldrajzi tényezők is befolyásolják. Látjuk, hogy az országok jó része csak most teszi a kérdéskört a jog részévé!

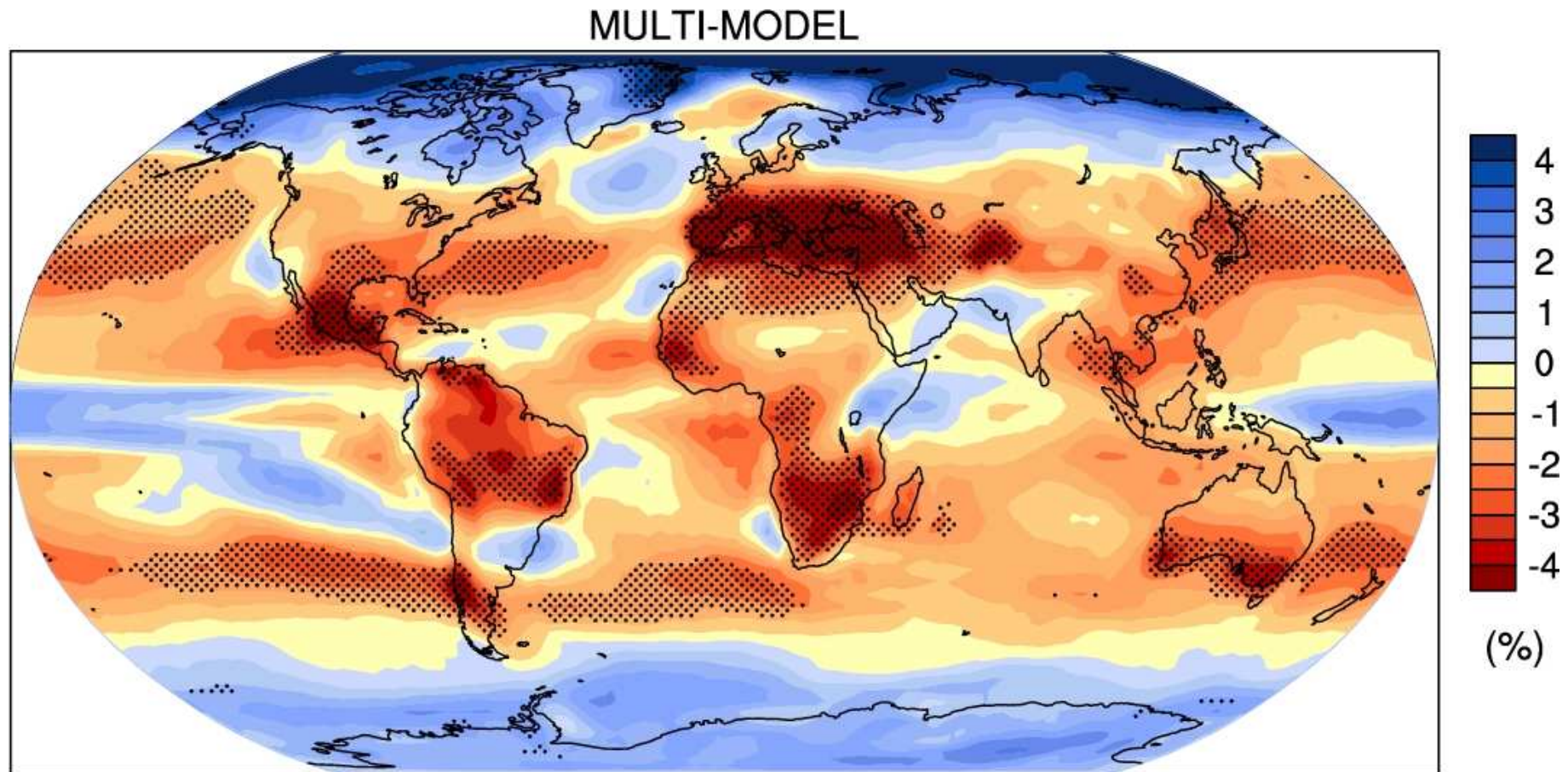




# Vázlat

- Háttér I. Energiaszerkezet
- Háttér II. Éghajlatváltozás
- Megújulók a klímaváltozás mérsékléséért
- **A klímaváltozás hatása a megújulókra**
- LEA: És a bioenergia!?
- LEA: Megújulók az oktatásban!?

# Változások a felhőzetben (%)



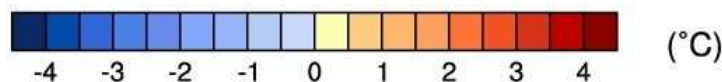
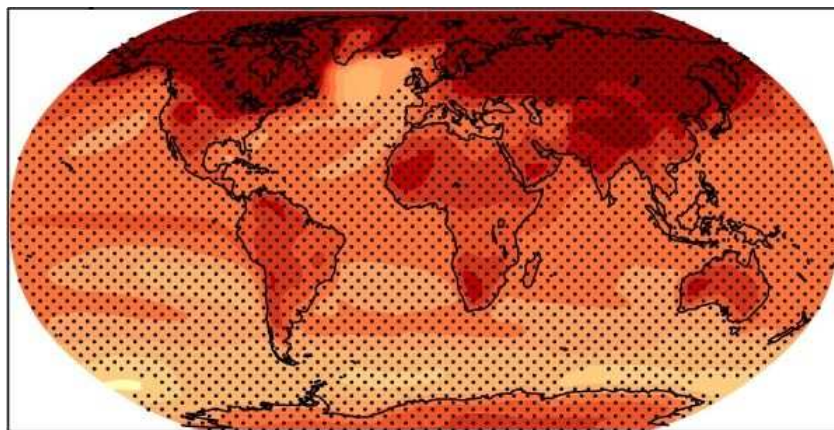
A 19 elérhető modelltől származó megváltozások. A modellek évközi változékonyságával szemben szignifikáns változásokat pontozás jelöli.

(IPCC WG-I, 2007: Chapter 10, Supplement)

# A hőmérséklet és a csapadék változása

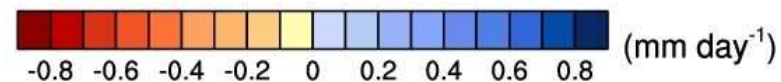
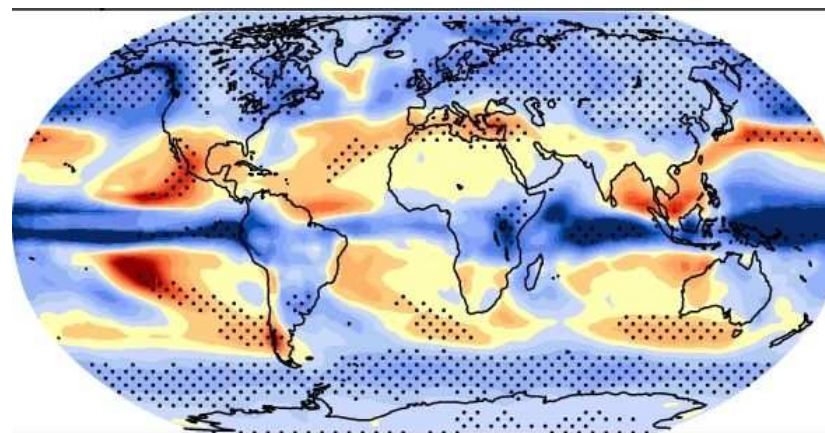
Hőmérséklet

DJF



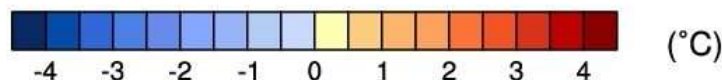
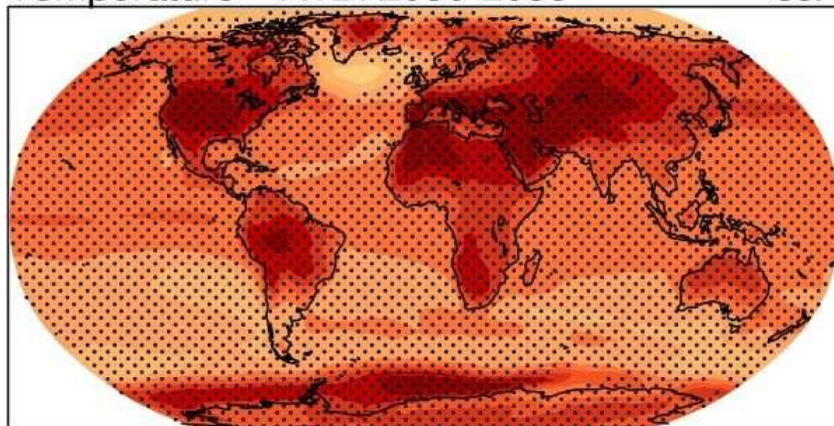
Csapadék

DJF



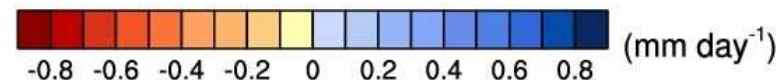
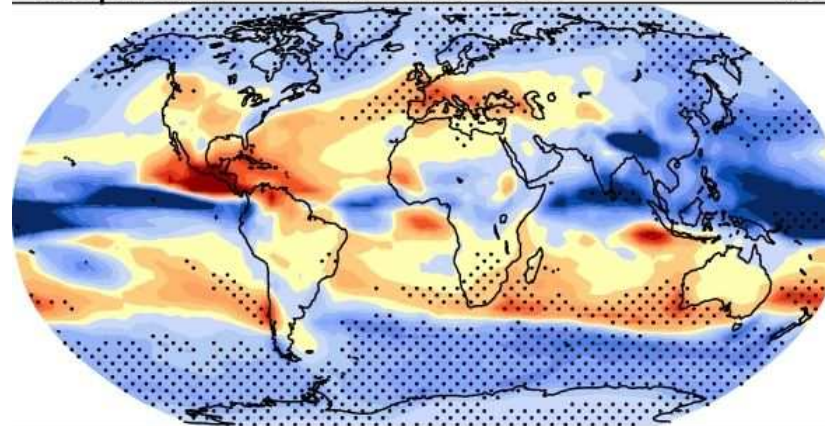
Temperature A1B: 2080-2099

JJA



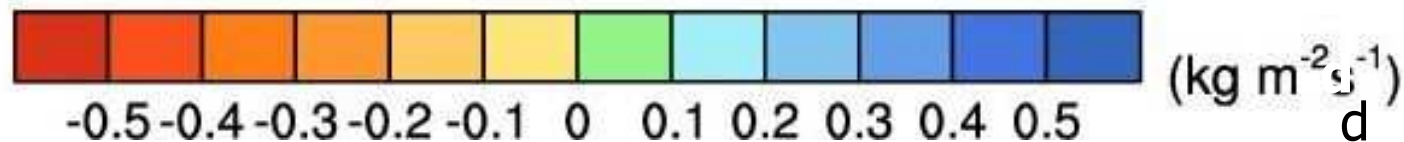
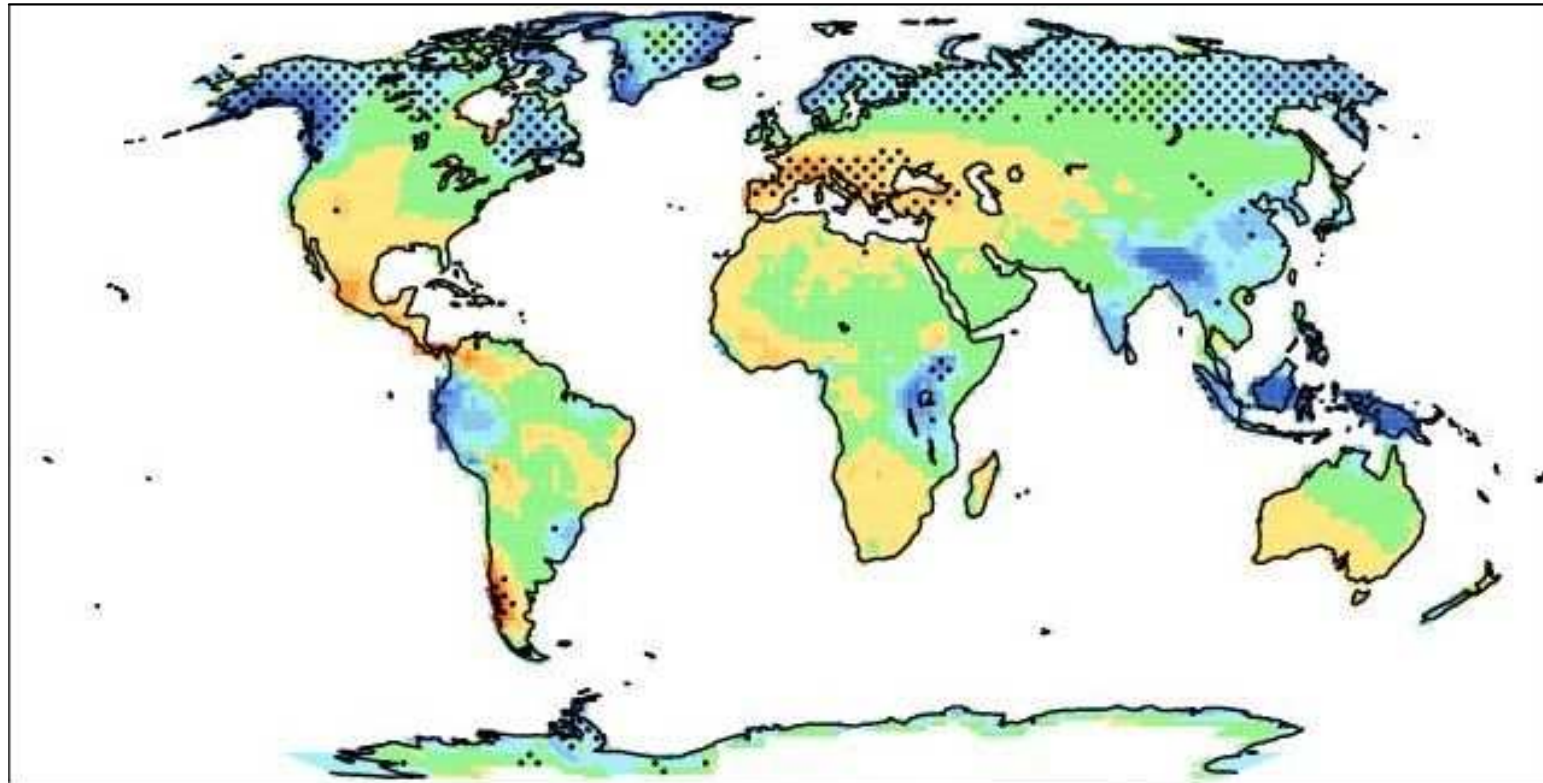
Precipitation A1B: 2080-2099

JJA



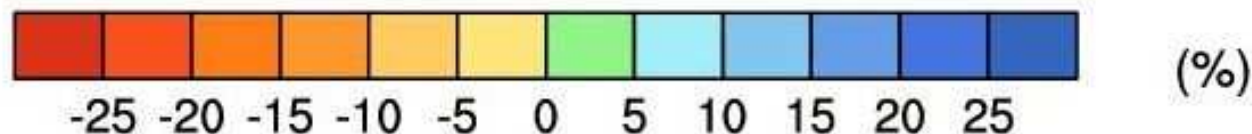
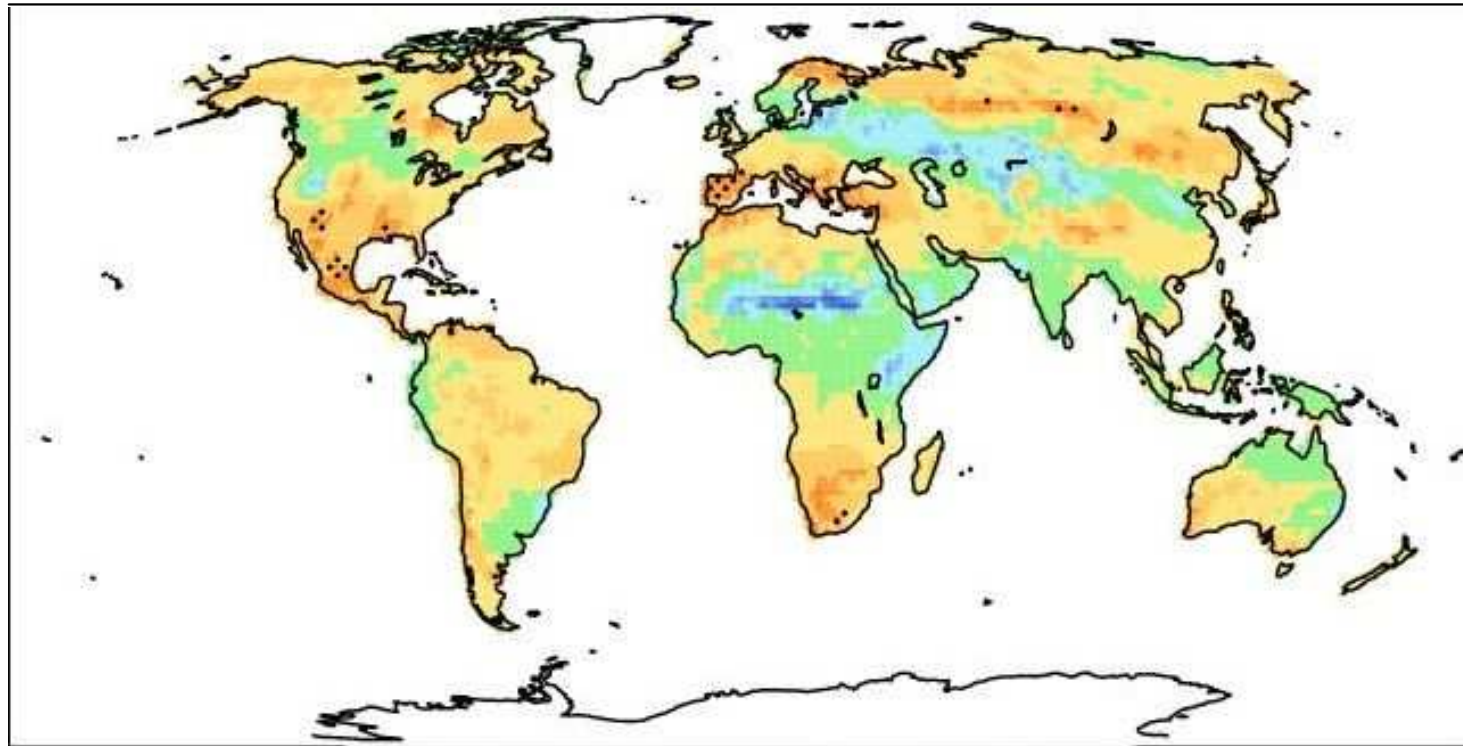
*A hőmérséklet átlagos változása (19 modell) A csapadék átlagos változása (19 modell)  
(IPCC WG-I, 2007: Chapter 10, Supplement)*

# Változások a lefolyásban ( $\text{kgm}^{-2}\text{nap}^{-1}$ )



A 19 elérhető modellből származó megváltozások. A modellek évközi változékonyságával szemben szignifikáns változásokat pontozás jelöli. (IPCC WG-I, 2007: Chapter 10, Supplement)

# Változások a talajnedvességben (%)



**A 19 elérhető modelltől származó megváltozások. A modellek évközi változékonyságával szemben szignifikáns változásokat pontozás jelöli. (IPCC WG-I, 2007: Chapter 10, Supplement)**

„The future technical potential for **bioenergy** could be influenced by climate change through impacts on biomass production such as altered soil conditions, precipitation, crop productivity and other factors. The overall impact of a global mean temperature change of **less than 2°C** on the technical potential of bioenergy is expected to be relatively small on a global basis. However, considerable regional differences could be expected...

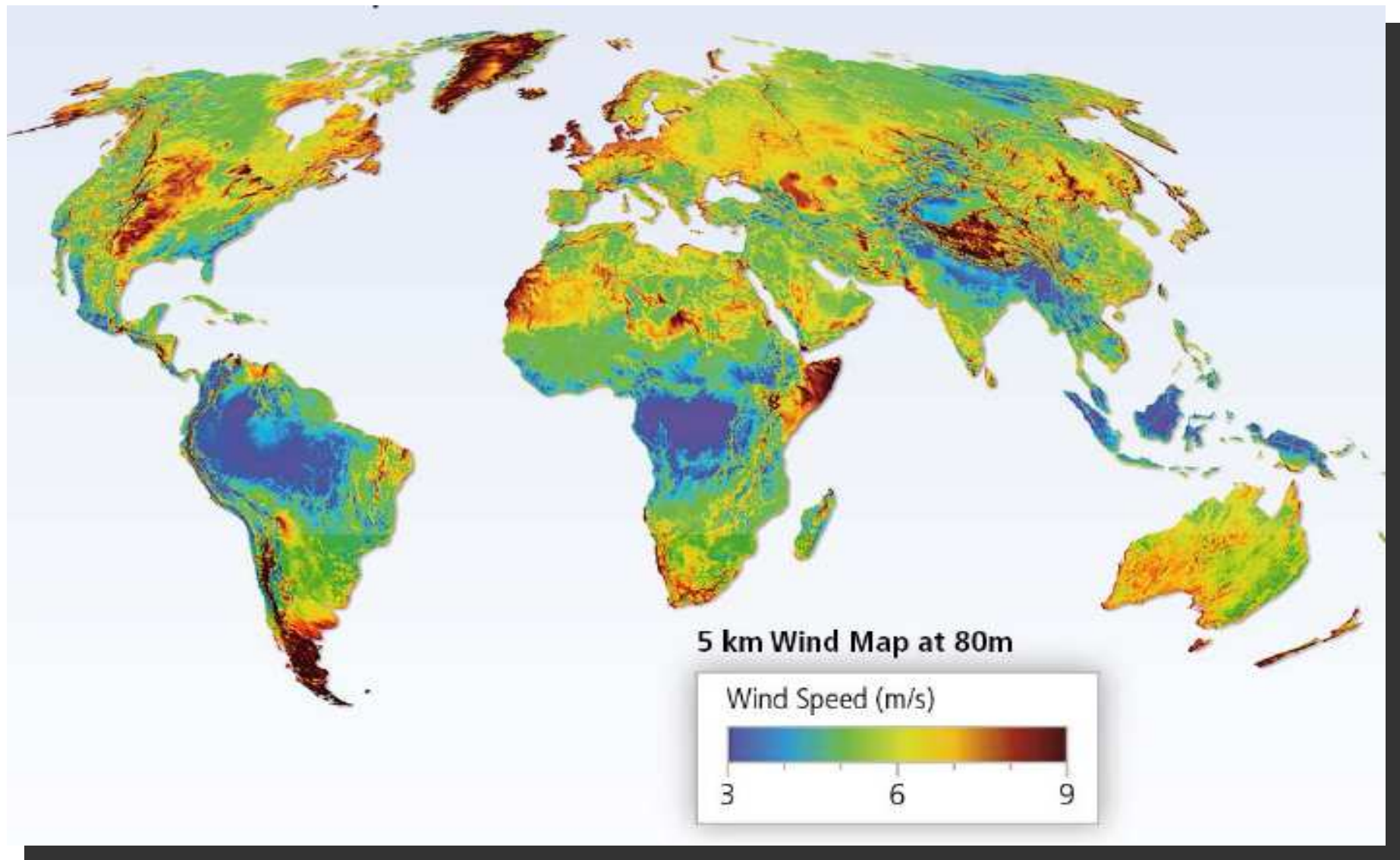
For **solar energy**, though climate change is expected to influence the distribution and variability of cloud cover, the impact of these changes on technical potential is expected to be small.

For **hydropower** the overall impacts on the global technical potential is expected to be slightly positive. However, results also indicate the possibility of substantial variations across regions and even within countries.

Research to date suggests that climate change is not expected to greatly impact the global technical potential for **wind energy** development but changes in the regional distribution of the wind energy resource may be expected.

Climate change is **not anticipated to have significant impacts** on the size or geographic distribution of **geothermal** or **ocean energy** resources.”

## Lokálisan más eszközök kellenek (és vannak)



Átlagos modellezett szélesség 80 méterre a felszíntől, 5 x5 km-es felbontásban .

LEA: RCM-ek - Egy következő előadás?!

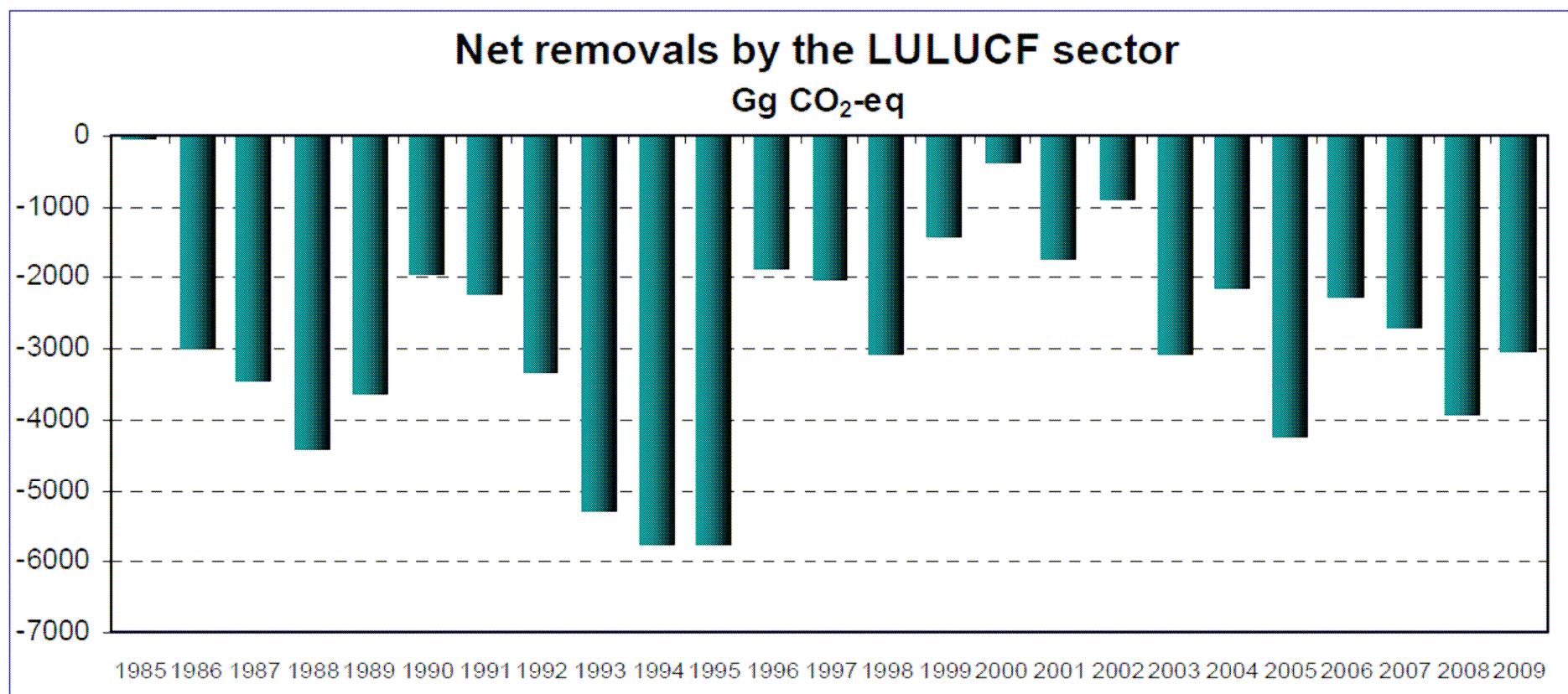
(IPCC SRREN, 2011 Fig. 7.1)

# Vázlat

- Háttér I. Energiaszerkezet
- Háttér II. Éghajlatváltozás
- Megújulók a klímaváltozás mérsékléséért
- A klímaváltozás hatása a megújulókra
- **LEA: És a bioenergia!?**
- LEA: Megújulók az oktatásban!?



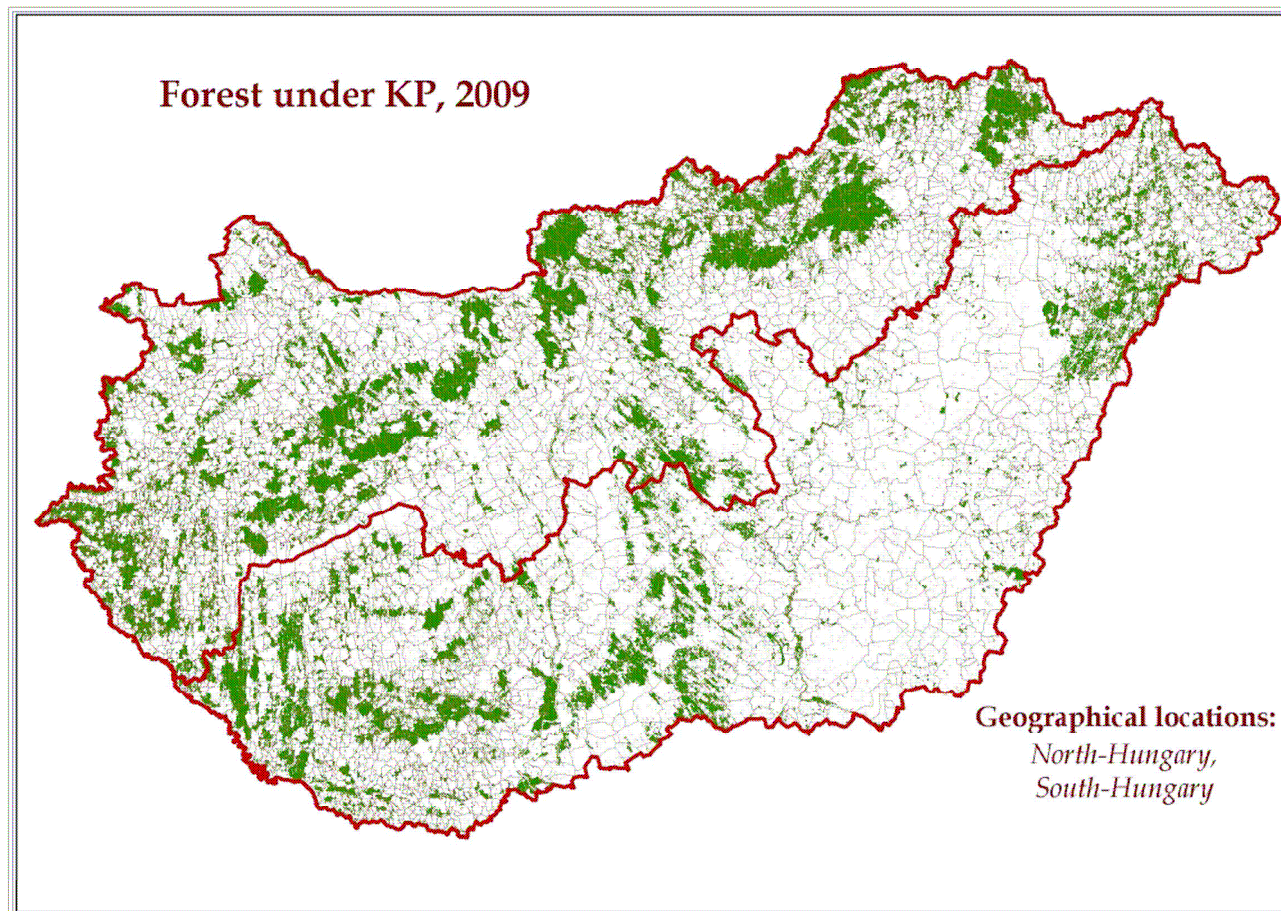
# A földhasználat, annak változásai és az erdők nyelik a CO<sub>2</sub>-t



*Figure 2.11. Sinks of LULUCF*

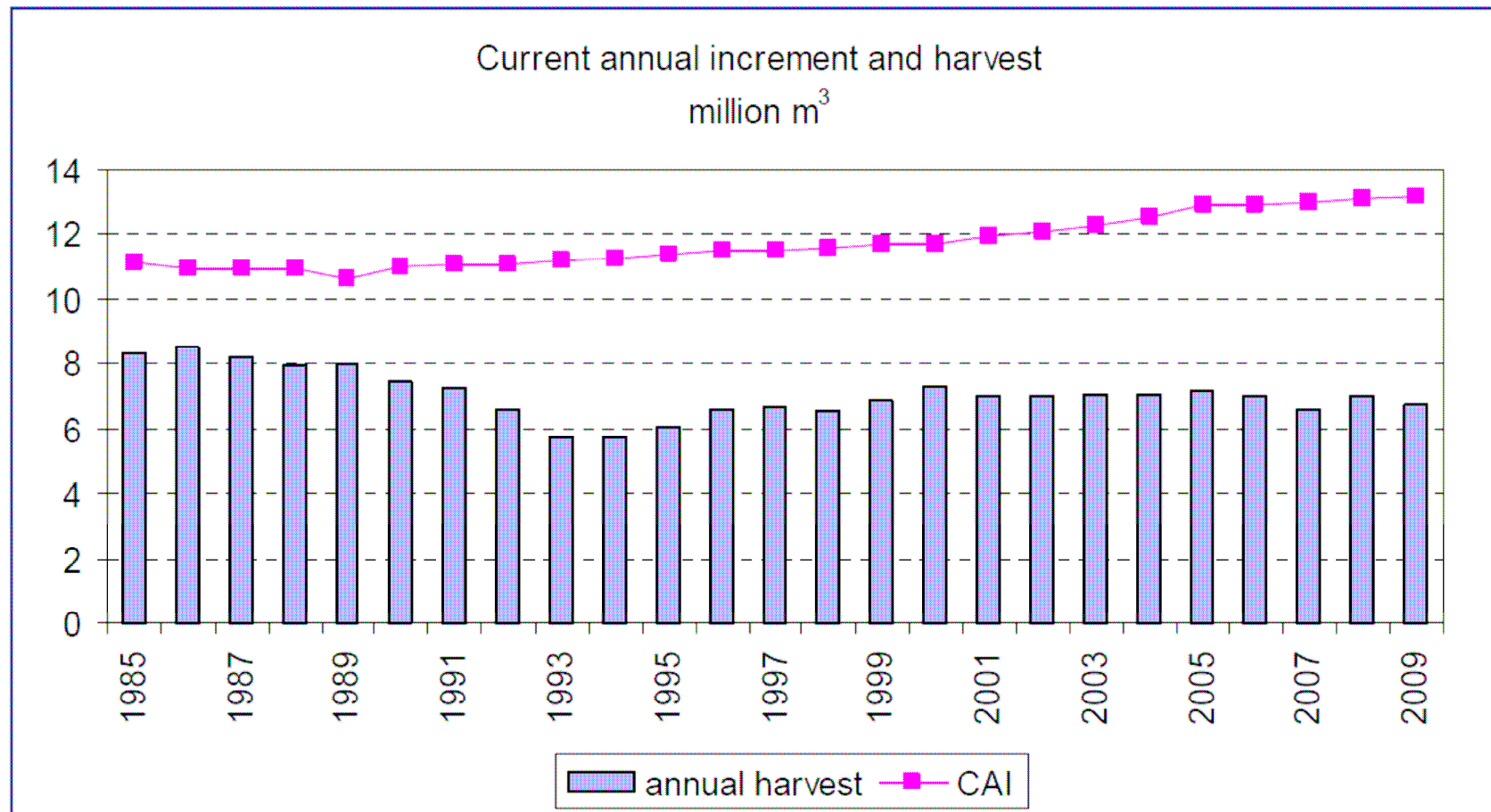
LULUCF = Land Use, Land Use Change and Forestry

# Sok helyen van ma is erdő (22 %)



*Figure 11.3.* Map of Hungary with forests (green patches) and the border of the two geographical locations.

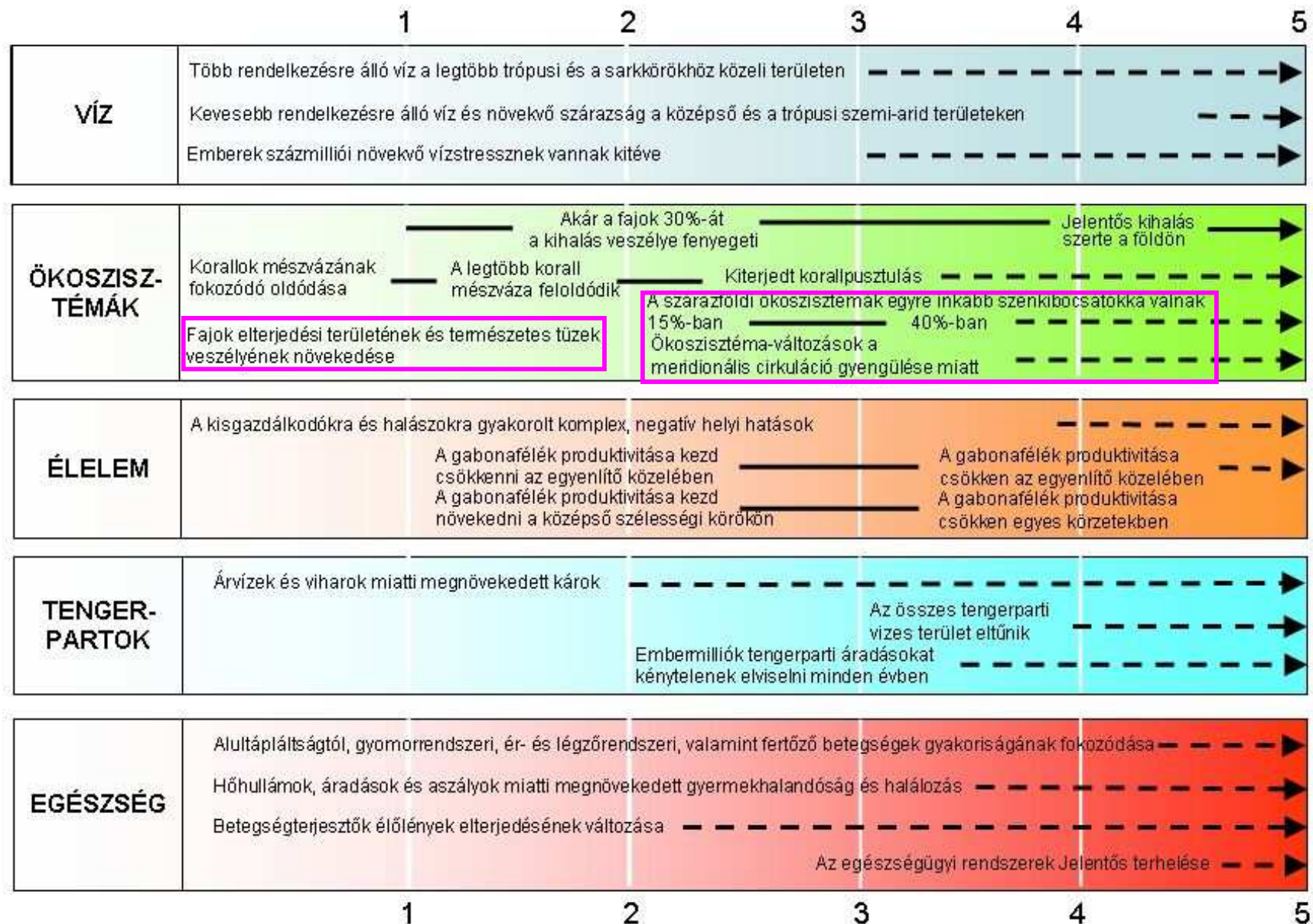
# A növekményt csökkenő részben vágjuk ki!



**Figure 7.4** Current annual increment (CAI) and annual harvest in Hungary in the last decades. Data source: National Forest Database.

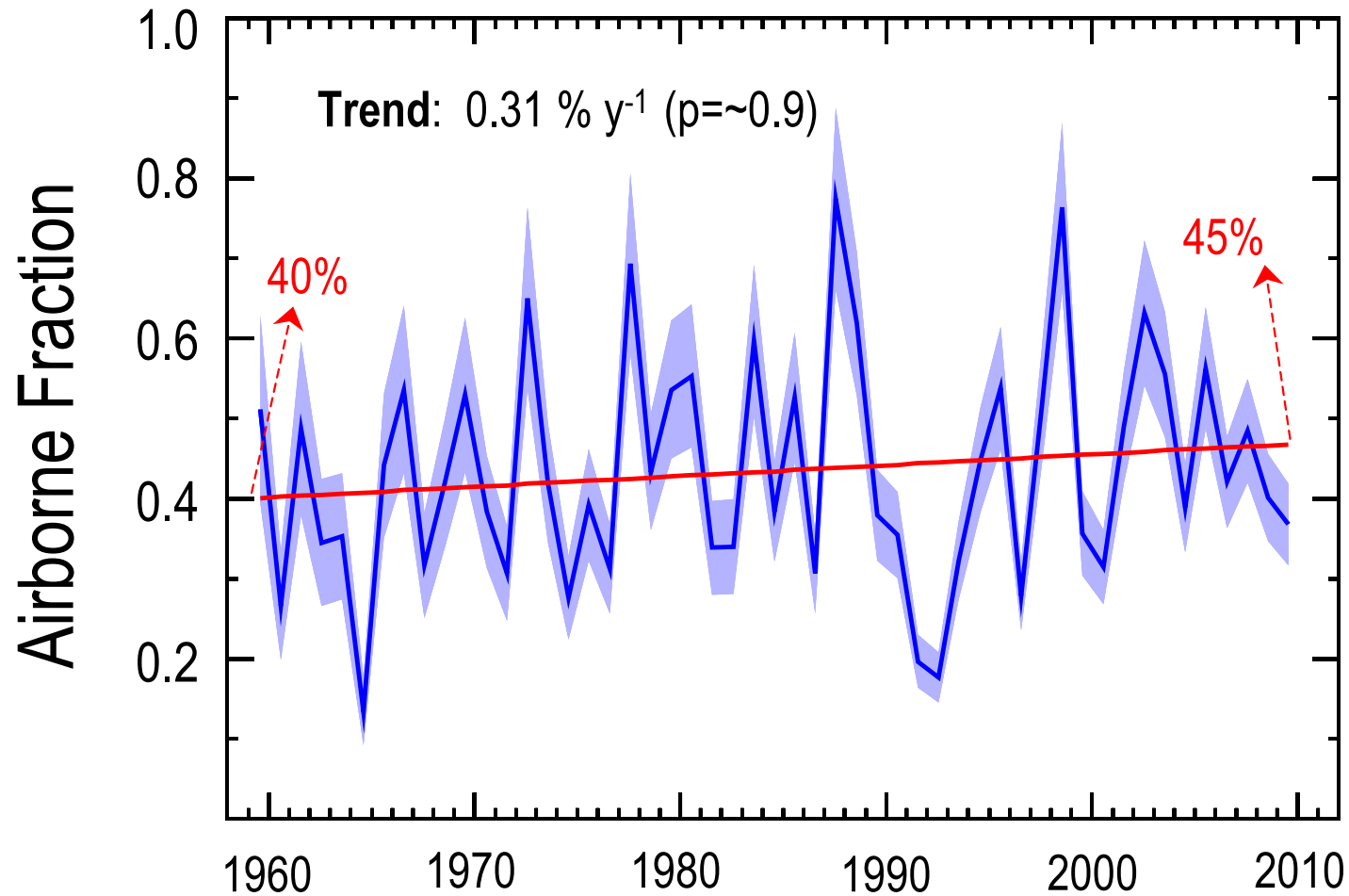
# DE: Vannak baljós prognózisok

A globális középhőmérséklet emelkedése 1980-1999 átlagához képest (°C)

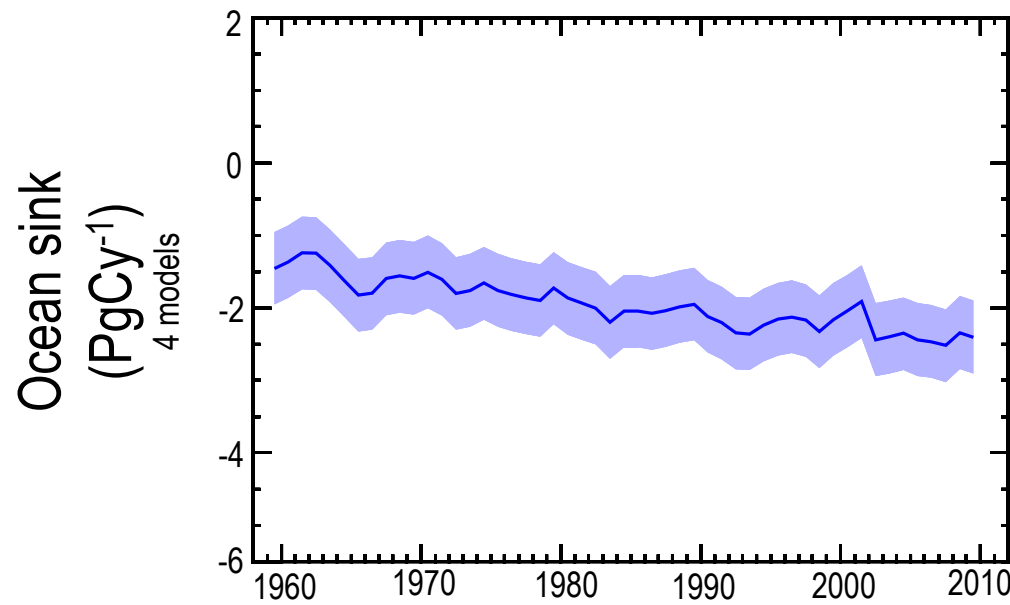
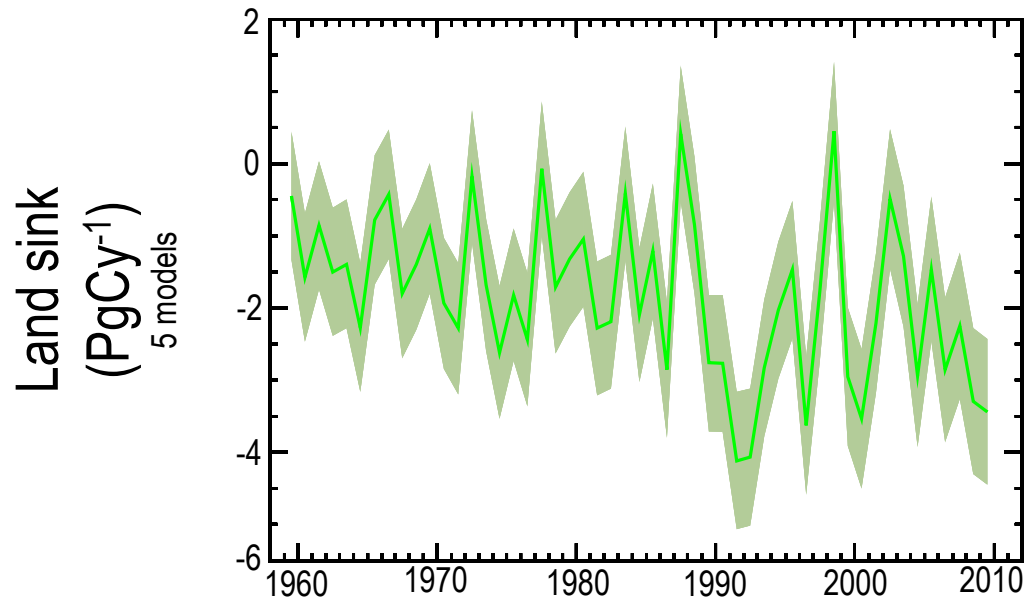


A globális középhőmérséklet emelkedése 1980-1999 átlagához képest (°C)

# A CO<sub>2</sub> növekvő hányada marad a levegőben,...



# ..., mert gyengülnek a CO<sub>2</sub> nyelői



# Vázlat

- Háttér I. Energiaszerkezet
- Háttér II. Éghajlatváltozás
- Megújulók a klímaváltozás mérsékléséért
- A klímaváltozás hatása a megújulókra
- LEA: És a bioenergia!?
- **LEA: Megújulók az oktatásban!?**

# A jelenlegi földrajz tankönyvek szinte csak a vízenergiát említik!

Kiss Barbara tanár, PhD hallgató gyűjtése

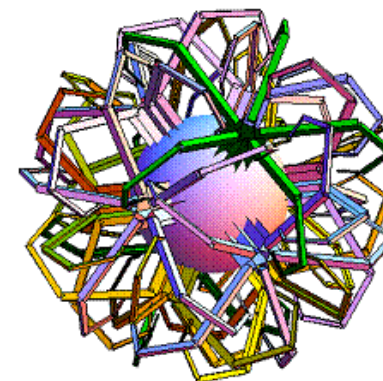
- **NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ** (Kontinensek földrajza 7. o.) A könyv több kontinensnél is említi a vízenergiát, mint adott helyen jól kihasználható lehetőséget.
- **NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ:** (Európa közepén Közép-Európa és Magyarország földrajza 8. o.) Ugyancsak a vízenergiát említi Ausztriánál, illetve kérdőjellel Magyarországnál.
- **NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ:** Lakóhelyünk a Föld (9. évf.) Sajnos sehol sem említi.
- **NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ:** Az ember és a Föld (10. évf.) „A gazdasági élet szerkezete és területi átalakulása” és a „Globális problémák és globális megoldási lehetőségek” tartalmaz információt a megújuló energiákról egy ábra illetve egy oldalas anyagrész formájában.
- **MOZAIK KIADÓ:** (Földrajz 7. o.) Kizárólag a vízenergiát említi, Ausztrália, Amerika és Európa esetében.
- **MOZAIK KIADÓ:** (Földrajz 8. o.) A vízenergia mellett itt végre említésre kerülnek a „Hazánk a Kárpát-medencében” és „A magyar gazdaság” c. fejezetekben fél- és negyed oldalon az ismert megújuló energiaformák.
- **MOZAIK KIADÓ:** (Földrajz 9.) Ismét kizárólag vízenergia, két fejezetben említve.
- **MOZAIK KIADÓ:** (Földrajz 10.) A vízenergia megemlékezései mellett „A gazdasági élet szerkezetének alakulása” és „A globális környezeti problémák” című fejezetekben a kisbetűs résznél a lassú növekedés felpanaszolása illetve fajtánként 5-6 soros jellemzés található mindegyik megújuló energiafajtáról.
- **MŰSZAKI KIADÓ:** Földrajz I. középiskolásoknak (9. evf. számára) Két helyen említi, csak a vízenergiára utalva.
- **MŰSZAKI KIADÓ:** Földrajz II. középiskolásoknak (10. évf. számára) A könyv a vízenergia mellett három fejezetben is foglalkozik a megújulókkal. A „**Hazánk társadalmi-gazdasági életének jellemzői a XXI. század elején**” tartalmaz **19 soros fejtegetést arról, hogy hazánk még nem indult el a megújulók hasznosítása terén.**



# Megújuló más tárgyak oktatásában

- Matematika

- gazdasági matematika, döntési mátrixok, kockázatok
- geometria (optimális dőlésszögű napelemek)
- stb.



- Fizika

- anyagtudomány (napcellák, szélkerekek, oszlopok, geoterm szondák)
- a tárolás megoldásának (?) fizikája,
- stb.



- Kémia (látszólag éppen elkerüljük, de ...)

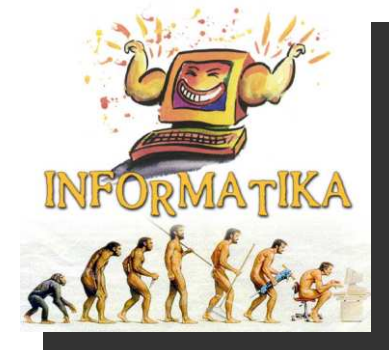
- bioenergia kinyerés (erjedés, stb.), szennyezés minimalizálás
- eszközök korrózió-védelme,
- stb.



# Megújulók más tárgyak oktatásában

- Informatika

- az információhoz jutás tanítása (versenyágazat!)
- érzékelők, automatikus átkapcsolások (energiaformák között)
- stb.



- Biológia

- termés-optimalizálás helyett zöldtömeg,
- madárvonulások felmérése (szélenergia)
- stb.



- Környezettudomány

- mind-ennek az együttlátása, kapcsolódásai
- a fenntarthatóság további szempontjai
- stb.



# Konklúzió

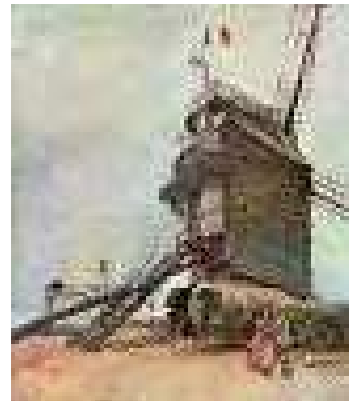
- A Világ energiaigénye erősen nő, szerkezete ezen belül változik. A **megújulók aránya nem nő**, állja a versenyt a hagyományosokkal!
- A növekedés sok kockázatot rejt, melyek **egyike a klímaváltozás**.
- A klímaváltozás tény, **emberi oka** igen valószínű (90 %).
- Az **ugrásszerű változások** miatt meg kell állítani a melegedést. A +2 °C racionális küszöb, +3 °C már kötelező! (0,8 °C megtörtént!)
- A **megújulók** arányának fokozása a klímaváltozás perspektivikus eszköze négy IPCC–számítás átlagában. A másik a **hatékonyság**.
- A megújulók terjedésének **társadalmi-gazdasági feltételei** vannak!
- A klímaváltozás **globális átlagban kevésbé módosítja** a potenciált.
- A lokális (hazai) változások számítása **külön bemutatást** érdemel.
- A **bioenergia** kényes az éghajlat és a CO<sub>2</sub>-változásra.
- **LEA:** Megfontolandó a bioenergia éghajlati feltételeinek tárgyalása.
- A megújulók **nagyon hiányoznak** a földrajz-tankönyvekből.
- **LEA:** Megfontolandó a hiánypótlás célkitűzése (más tárgyaké is)

*Bizakodjunk, hiszen a kőkorszak sem azért ért véget, mert elfogyott a kő!*

Geotermia



Szélenergia



**Köszönöm  
a figyelmet!**



Vízenergia



Bioenergia