

Fizika a környezettudományban

„Az atomoktól a csillagokig”

Eötvös Egyetem, Fizikai Intézet

2006. március 30.

A tárgyalás előtt tisztázandó:

Van-e és mi a környezettudomány?

Tudományág, ha:

- **önálló, lehatárolható terület,**
- **önálló problémák, kérdések,**
- **jellemző módszerek**

Környezettudomány:

**a Földre, természeti és alkotott
alrendszeri jellemzőire, azok
összefüggéseire, megőrzésére,
változásai előrejelzésére,
kialakítására vonatkozó önálló
tudomány**

A környezettudomány tárgya: a Föld



➤ pár évtizede felmerült, több tudományágat érintő kérdésekből alakult ki

➤ ma már önálló tudományág, gyorsan fejlődik

➤ a közérdeklődés (és a politika is) a témakör felé fordult:

Környezet- és természetvédelem

Fizika és környezettudomány:

- **fizikai ismeretek kellenek szinte minden felmerült kérdés megoldásához**
- **néhány probléma megoldásának főszereplője a fizika**
- **legtöbbször: komoly tudományos kihívás**

Fontos környezetfizikai témák

- **környezeti áramlások**
- **zaj**
- **környezeti anyagtudomány**
- **környezeti sugárzások**
- **energetika**
- *fizikai mérési módszerek*

Környezeti áramlások

- **óceánok globális áramlásai**
- **klíma, időjárási jelenségek**
- **anyagok fizikai terjedése
talajban, vizekben, légkörben**

**Két előadás is foglalkozott
ezzel, mi nem részletezzük**

Zaj: káros hatású, *emberi* *tevékenység* keltette hang

Az egyik fő környezeti probléma:

- EU-ban ~100 millió embert érint**
- ~200 milliót időszakosan zavar**
- miatta elvesz a GDP 0.2-2%-a**

Hang: fizika; zaj sokkal több

Fül: legcsodálatosabb szervünk, ez fogja át a jelek legnagyobb tartományát:

- **frekvenciában: 20-20 kHz-ig**
- **intenzitásban: 10^{-12} - 10^2 W/m²**
- **nyomásban: 20μPa-100 Pa**

*Fül működése: Békésy György, 1961,
Nobel-díj*

Emberi válasz: egyedenként más

Néhány jellegzetesség:

- a fül érzékenysége fr-függő, leg-
érzékenyebb ~ 1-3 kHz körül
- hallóképesség: korral gyengül,
elsősorban a magas frekvenciákon
- állatok hallási fr.-ja más lehet
- nem csak a füllel érzékelünk:
ultrahangok, infrahangok

Fizika feladatai:

- különböző zajtípusok(pl. időszakos, folyamatos stb.) mérése, zajjellemzők meghatározása
- zajforrások azonosítása
- a zajterjedés törvényeinek meghat.
- zajtérképek felvétele
- zajvédelem alapjai fizikaiak
- ultrahang és infrahang hatása

Nem csak fizikai feladatok

- épülettervezés
- tájtervezés elveinek kidolgozása
- zajszintek megadása, betartatása
- módszertani egységesítés

Óriási fejlődés, átalakulás előtt álló terület; *nálunk még kevésbé fejlett*

Anyagtudomány

- környezetkímélő anyagok
- környezetkímélő technológiák
- új anyagok

**Szoros kapcsolat a szilárdtest-
fizikával**

Sugárzások a környezetben

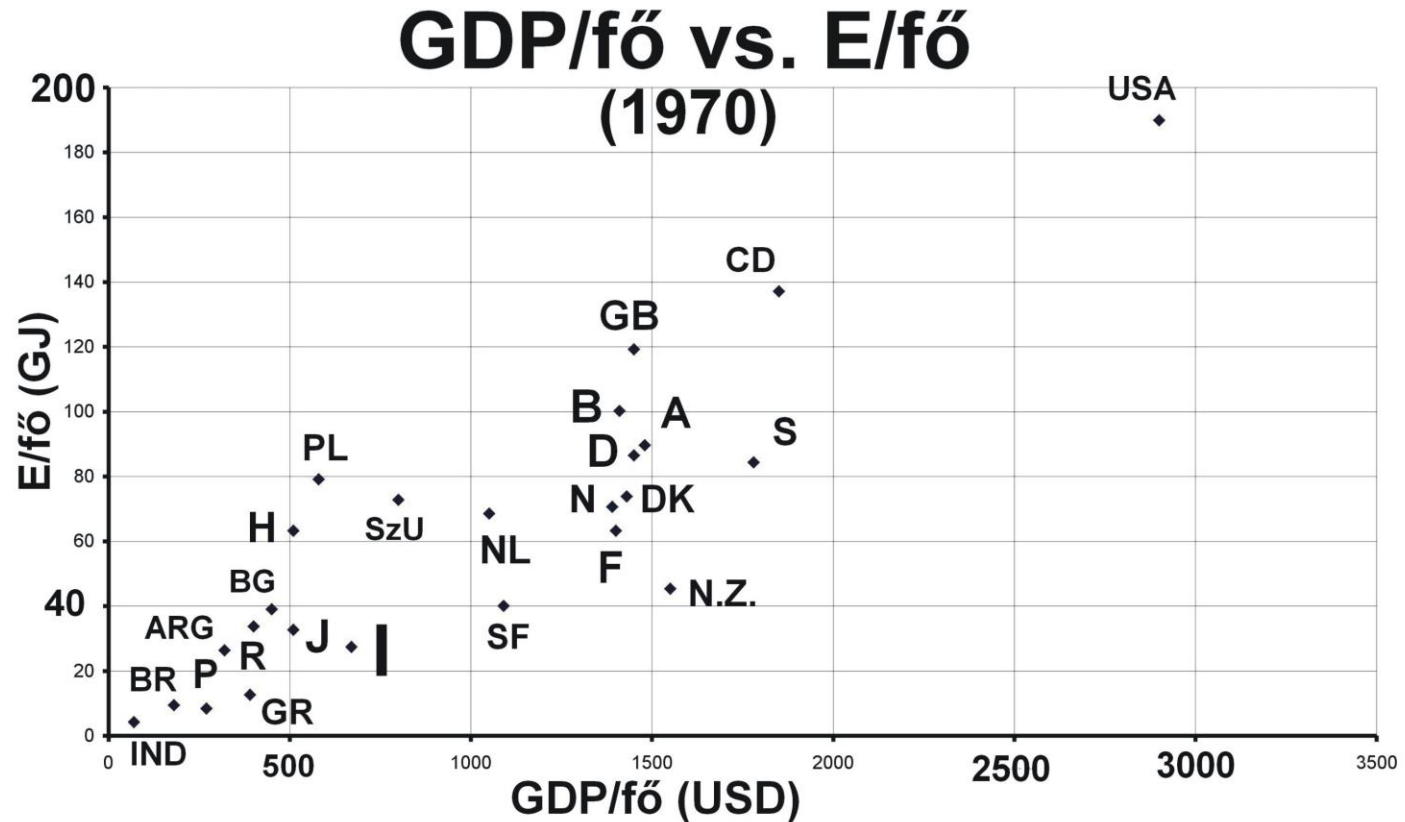
- **ionizáló (radioaktív) sugárzások: természet része**
- **nem-ionizáló EM sugárzások (UV, infravörös tartomány, mikrohullámok, alacsony frekvenciájú EM terek)**
- **a sugárzási környezettervezés**

Energetika és fizika (*Az en. nem fizika, de ahhoz áll legközelebb!*)

Korunk egyik sorskérdése: megkerülhetetlen a fizikusi szemlélet

Cél: rövid betekintés, a fizikusi megközelítésének fontosságának bemutatása, a helyzet értékelése, a megoldás keresése

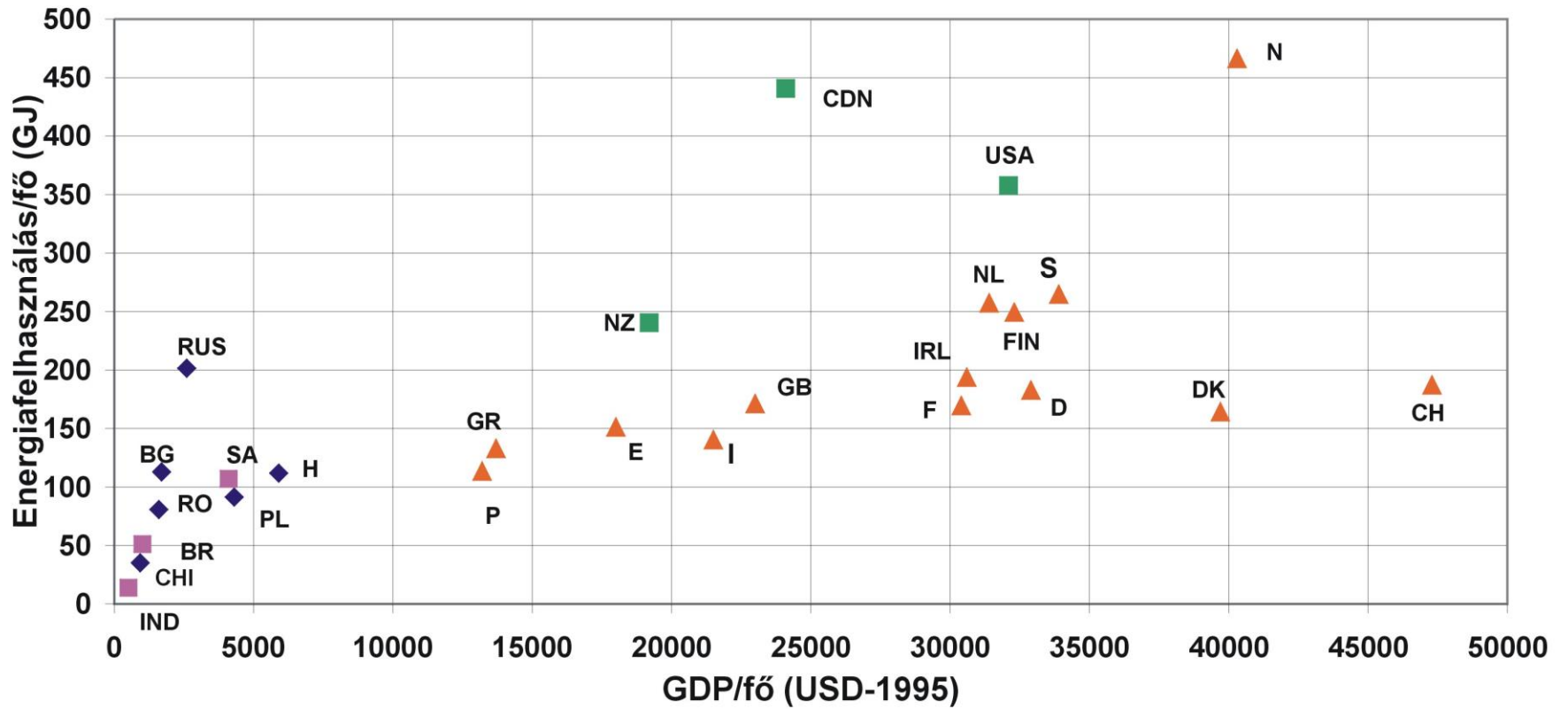
➤ Energiafogyasztás vs. termelés



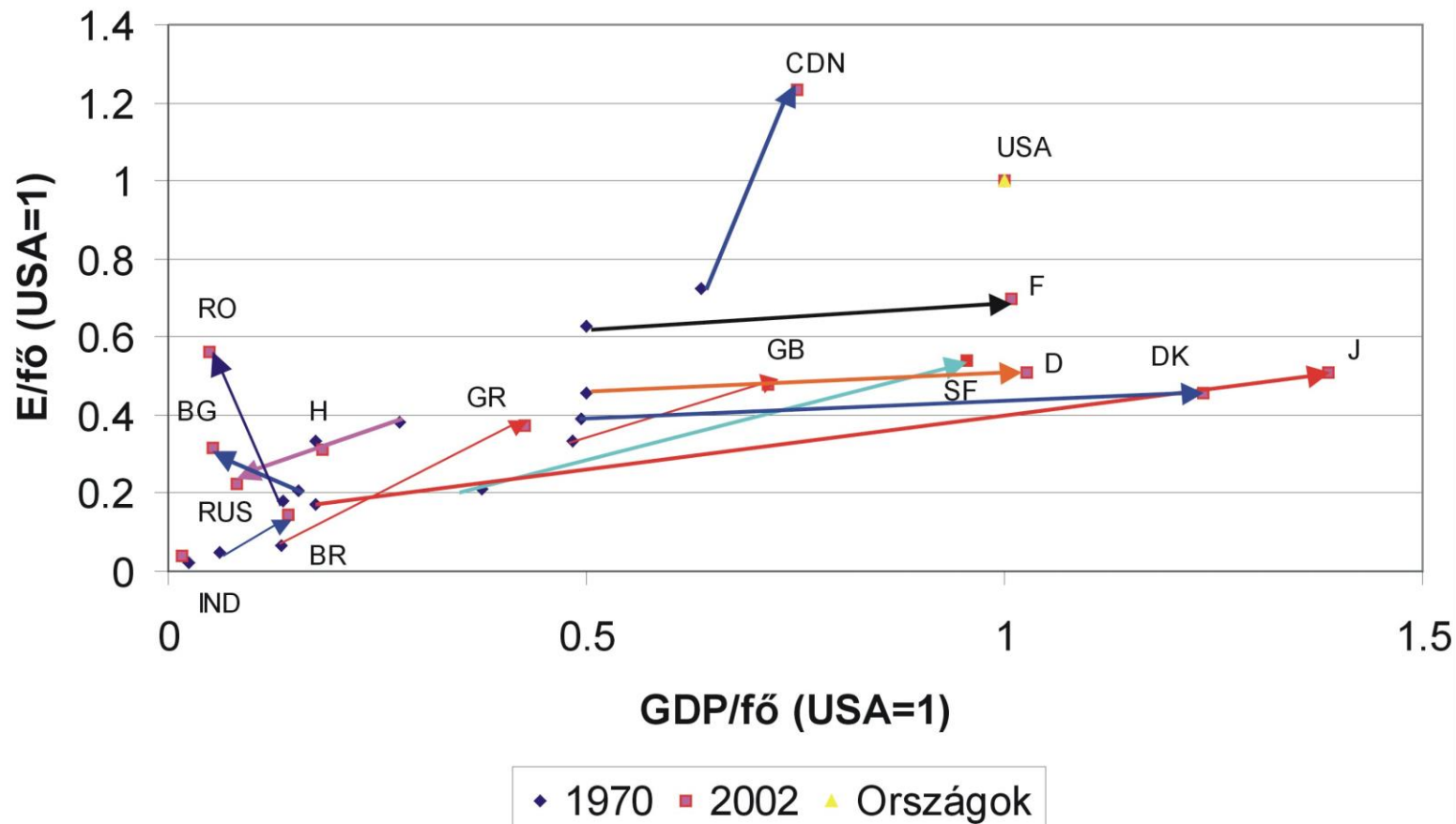
1970: mindenütt olcsó energia, kül. gazdaságok

Aki gazdagabb, az több energiát fogyasztott!

Az energiafelhasználás és a GDP kapcsolata (2002)

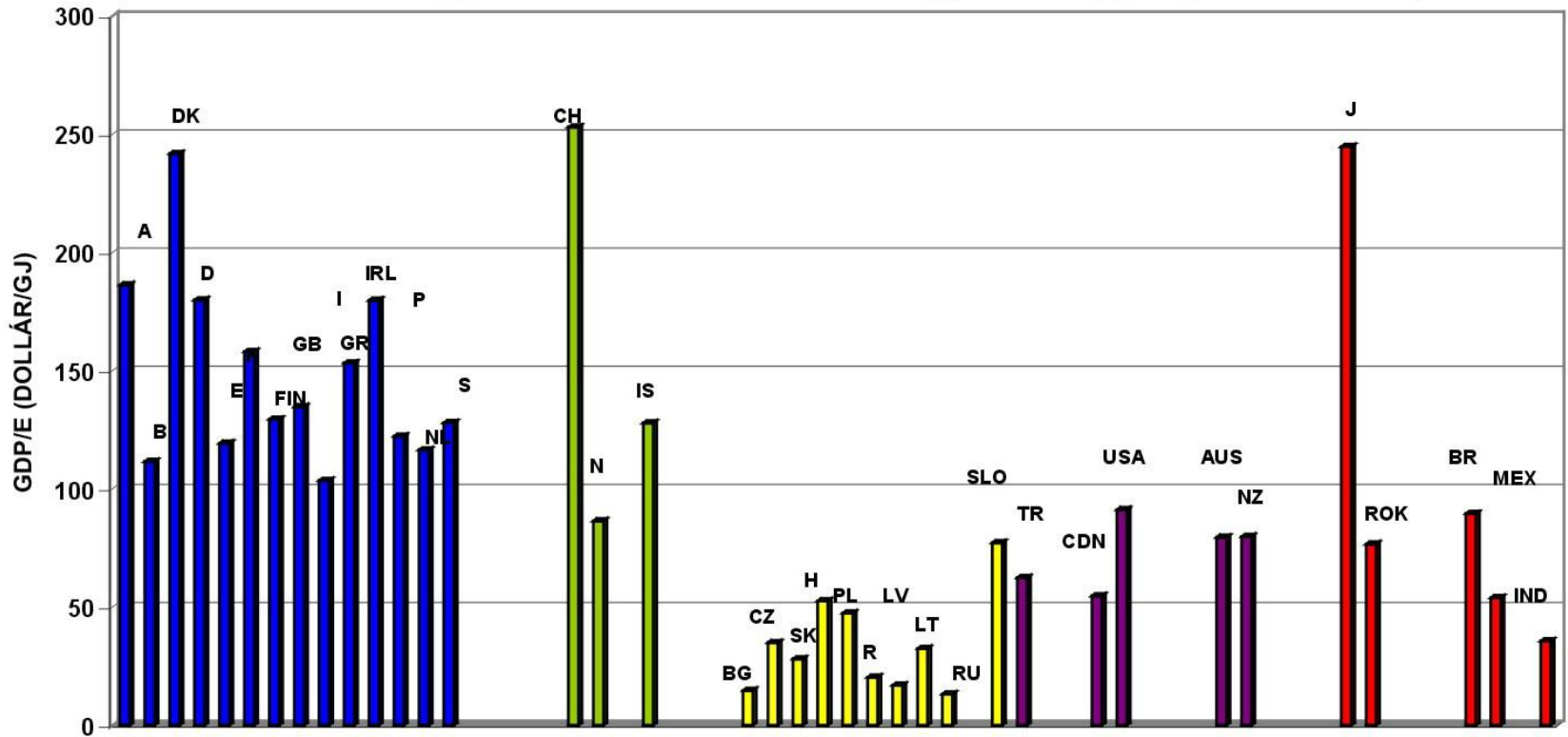


GDP/fő vs E/fő változása USA-hoz képest (1970-2002)

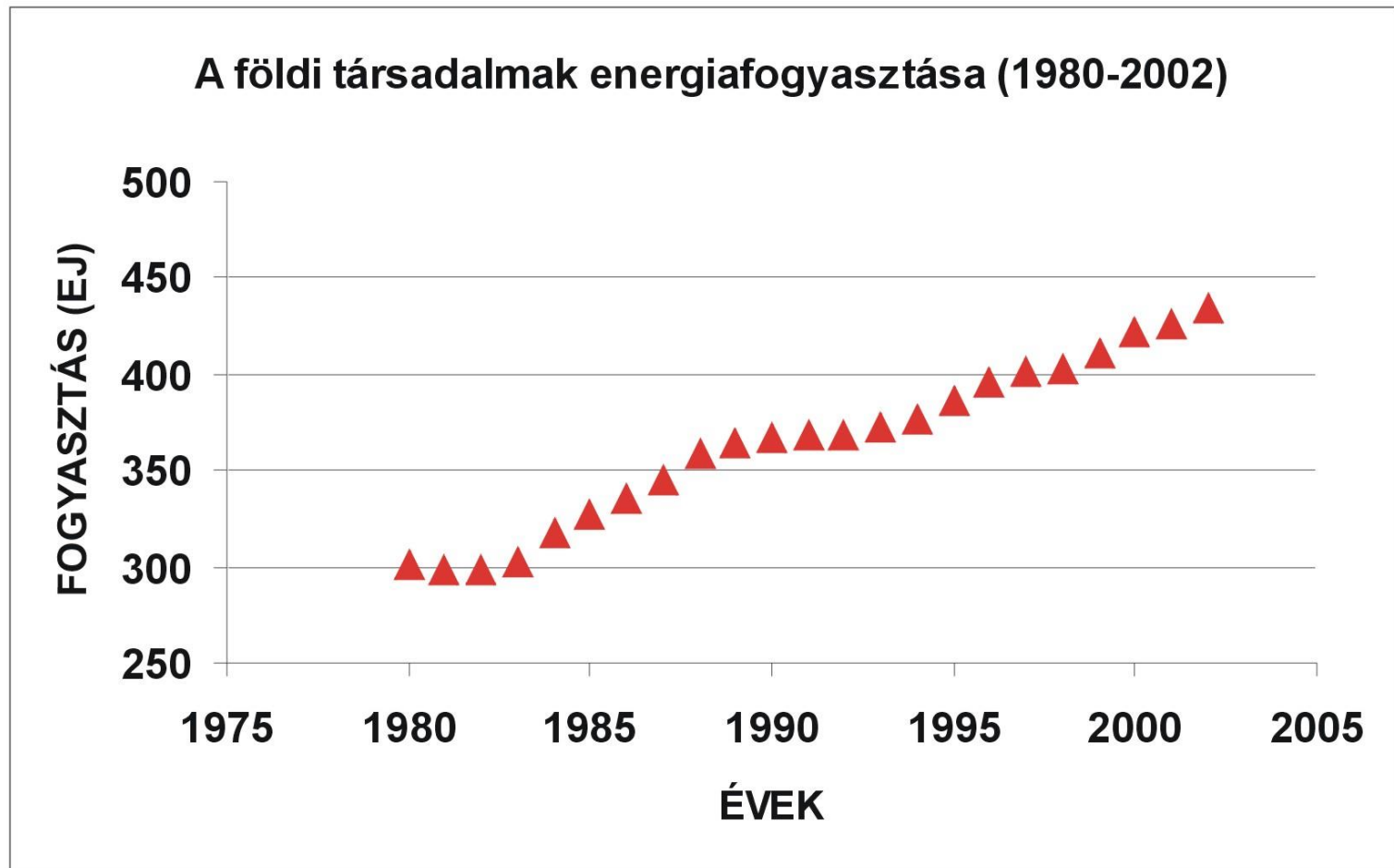


USA: 1970-ben 15\$/GJ, 2002-ben 90\$/GJ

Energiahatékonyság (2002)



➤ Az energia: csökkenti kell



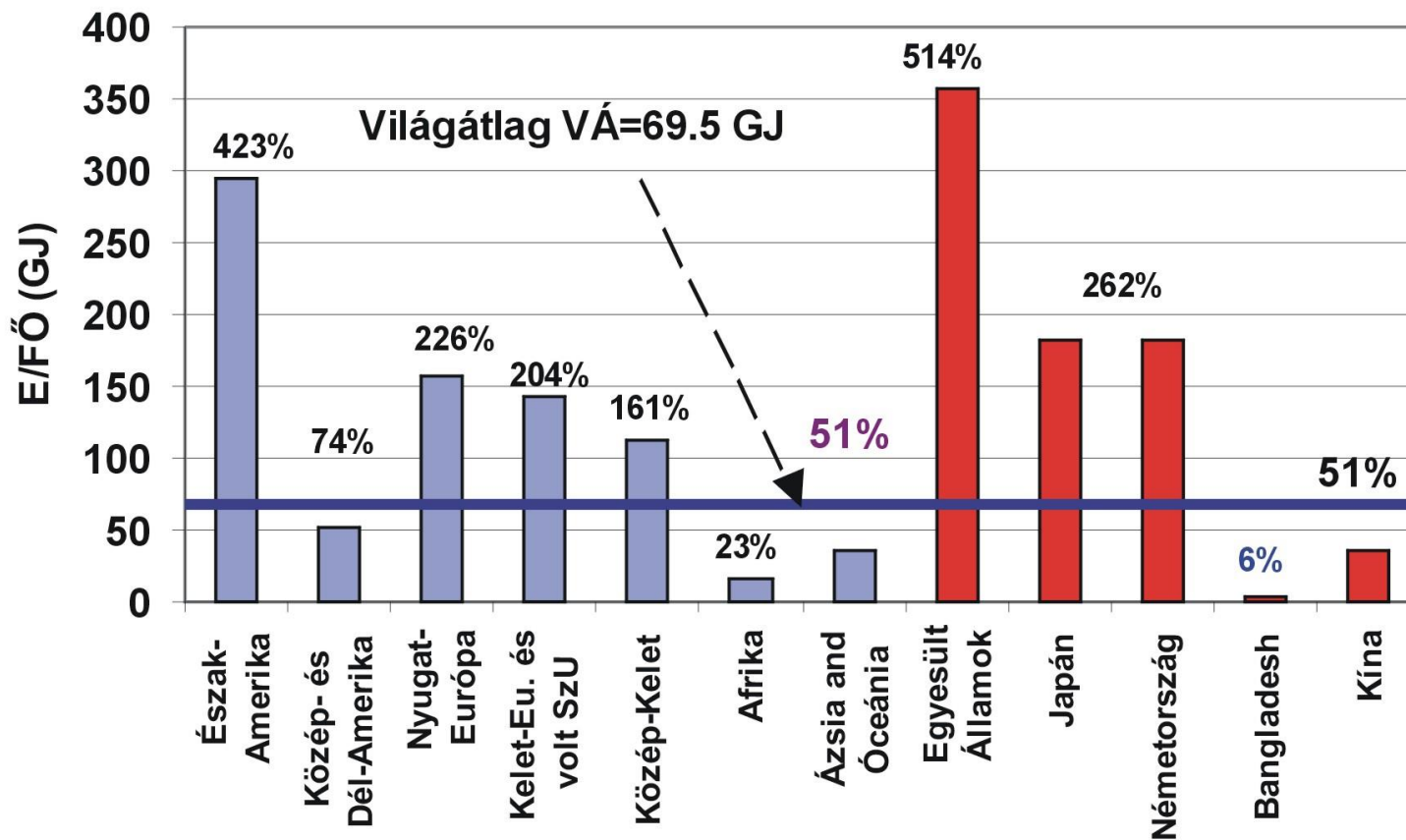
Az energiaigény folytonosan nőtt!

Miért nő az energiafogyasztás?



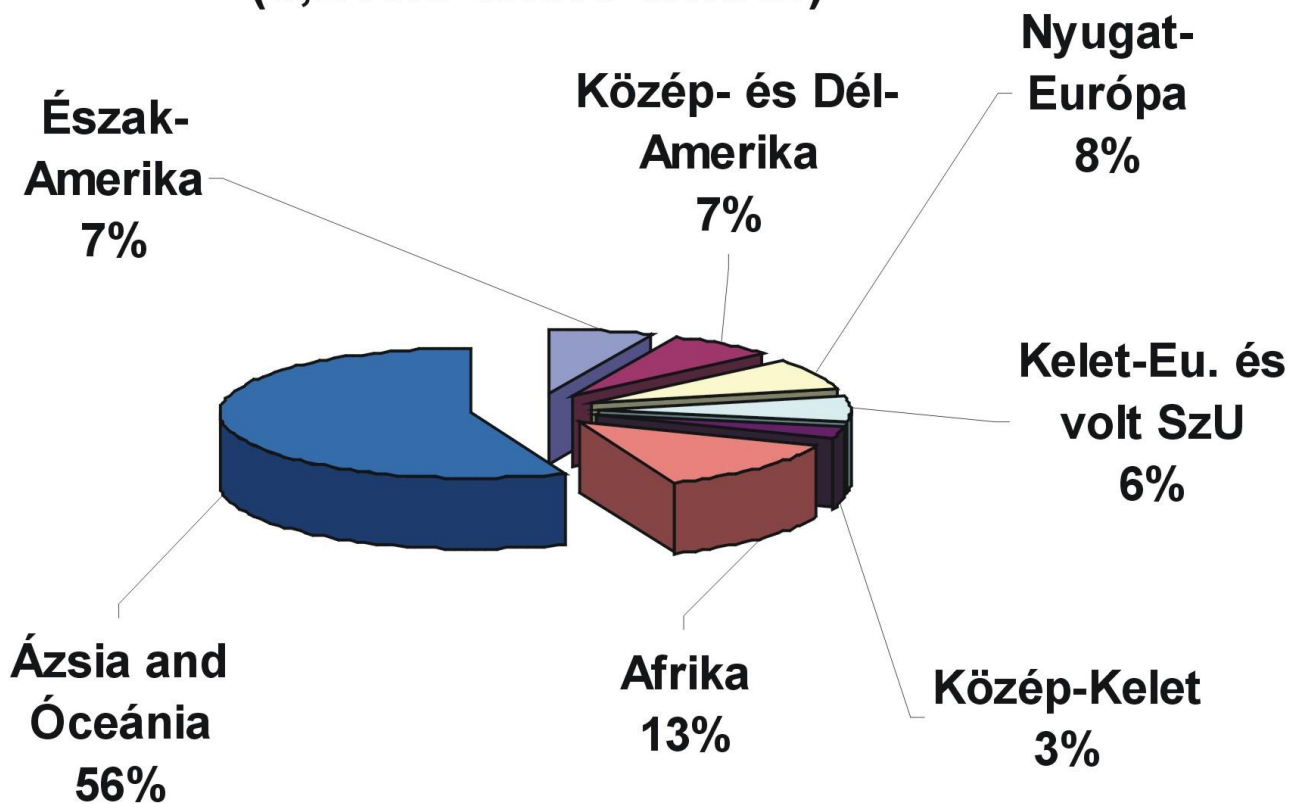
Néhány %-on belül állandó!

FEJENKÉNTI ENERGIAFOGYASZTÁS 2002-BEN

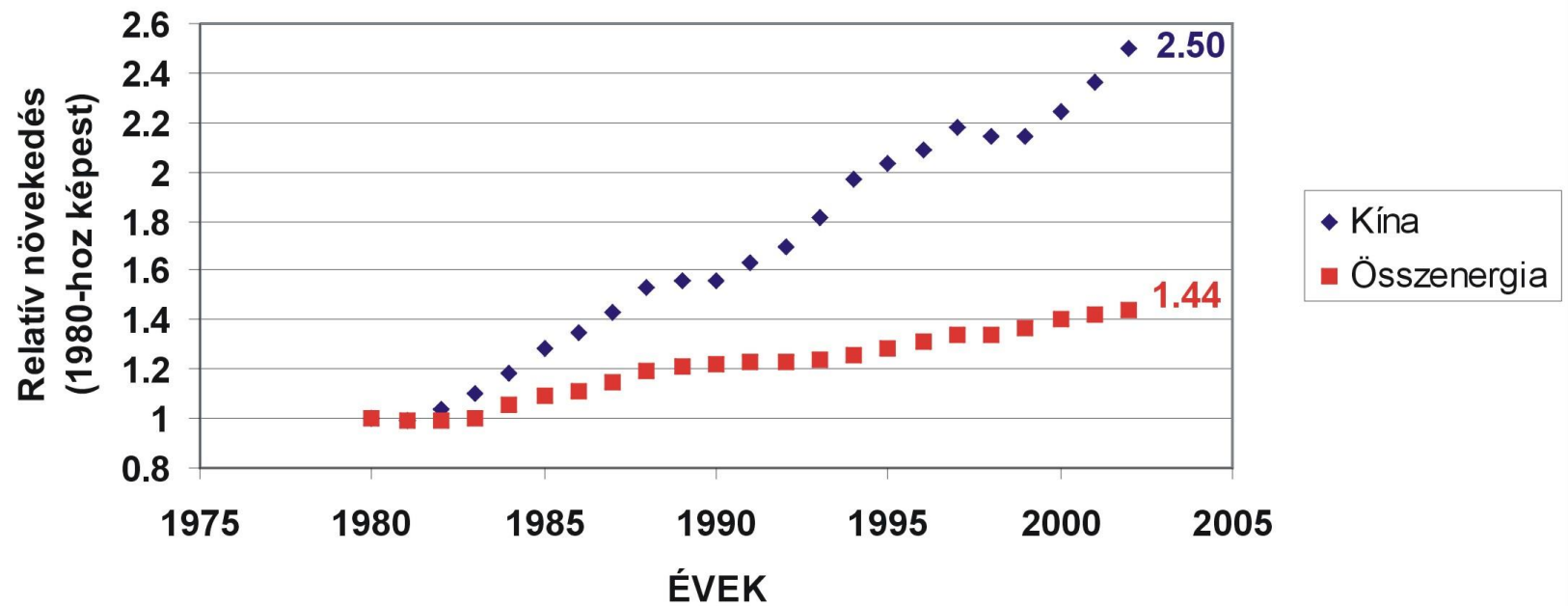


A fogyasztás rendkívül egyenetlen!
Világpolitikai feszültségek forrása

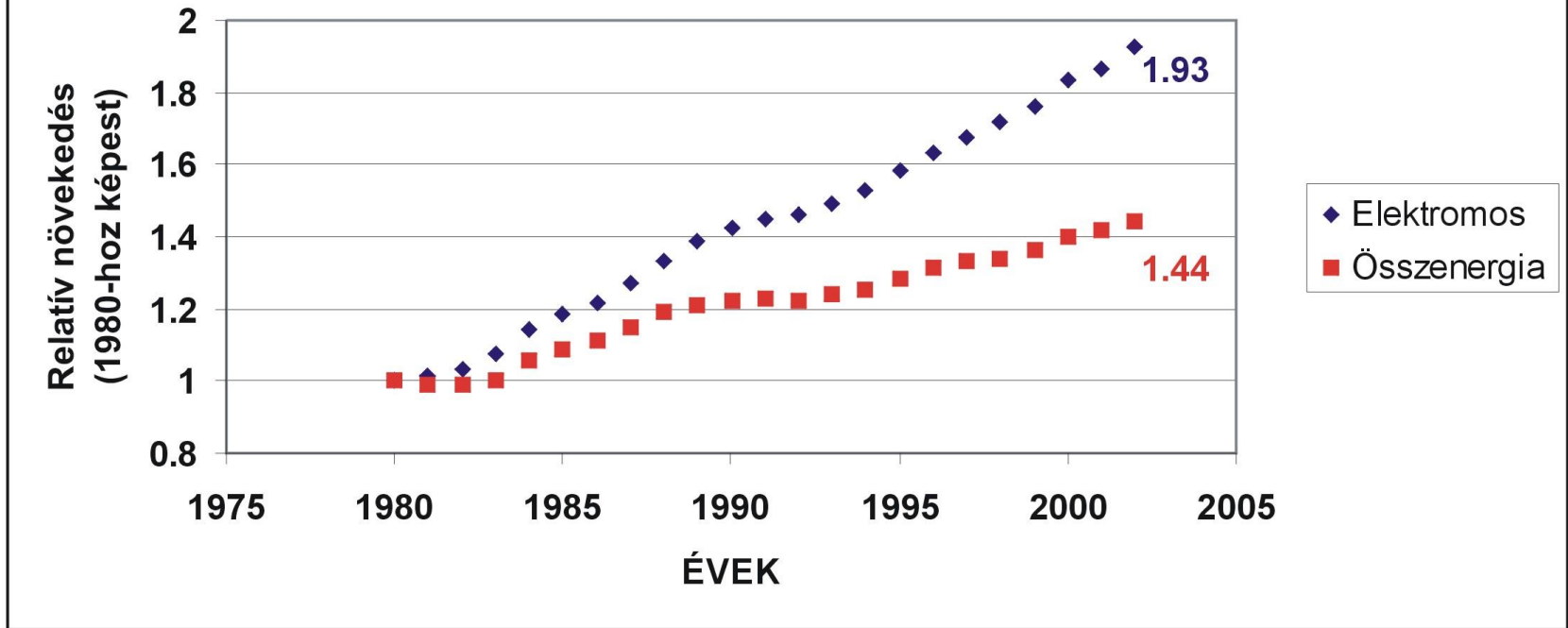
A Föld lakossága 2002-ben (6,243.3 millió ember)



A Föld és Kína energiafelhasználásának növekedése (1980-2002)

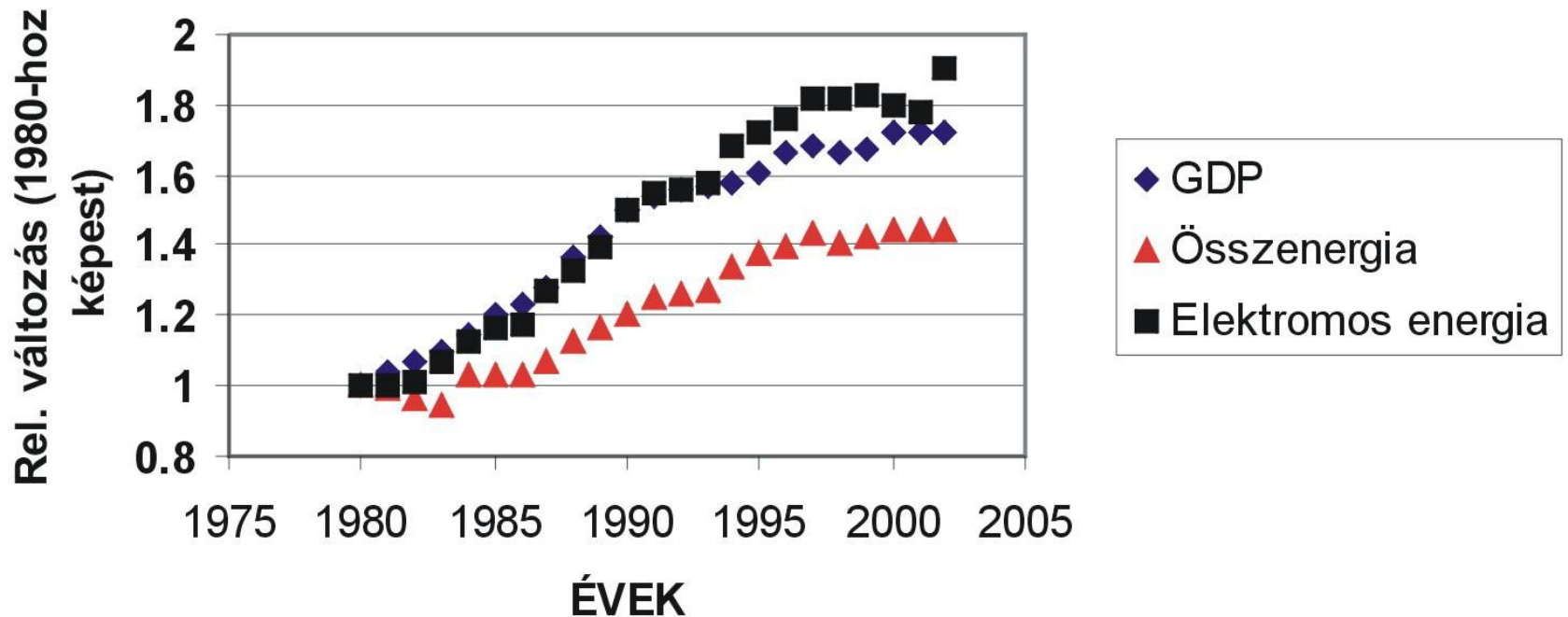


Összenergia és elektromos energia növekedése (1980-2002)



El. en. gyorsabban nő, mint az összes

Az energia, az el. energia és a GDP relatív változása (Japán, 1980-2002)



GDP általában az el. energiával nő



EU fényei nem egyszerre gyúladnak ki

A Föld országainak energiafogyasztása

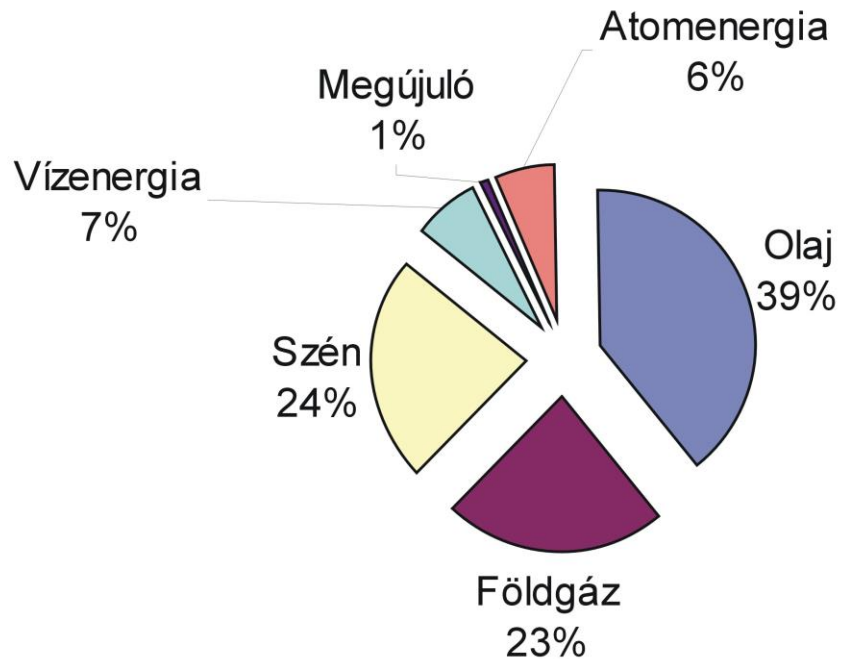
~ 455 exajoule/év (2005)

(~15.5 mrd. ETA t szén/év; 14.4 TW)

**1 MJ ára ~ 2 c → 10^4 mrd \$/év →
 10^9 \$/óra**

Ez a világ legnagyobb egycélú üzlete!

Energiafelhasználás fajták szerint, 2000-ben



**Fosszilisból: 85.6% (néhány %-ra
immár 70 éve!)**

Energiatartalékok:

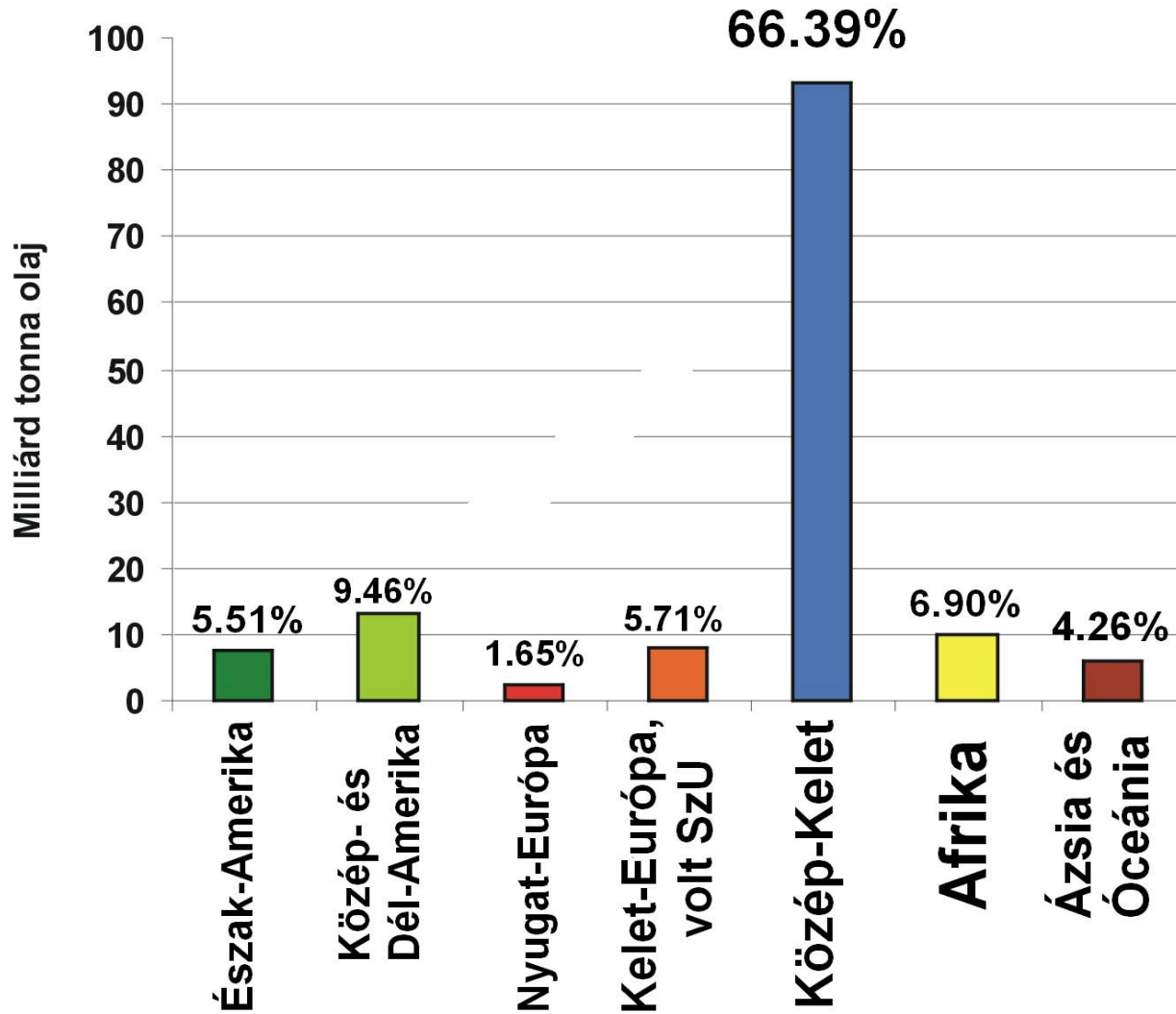
főleg fosszilis számít (~85 %)

Problémák:

- **tudományos bizonytalanság**
- **technológiai hatások**
- **politikai bizonytalanság**

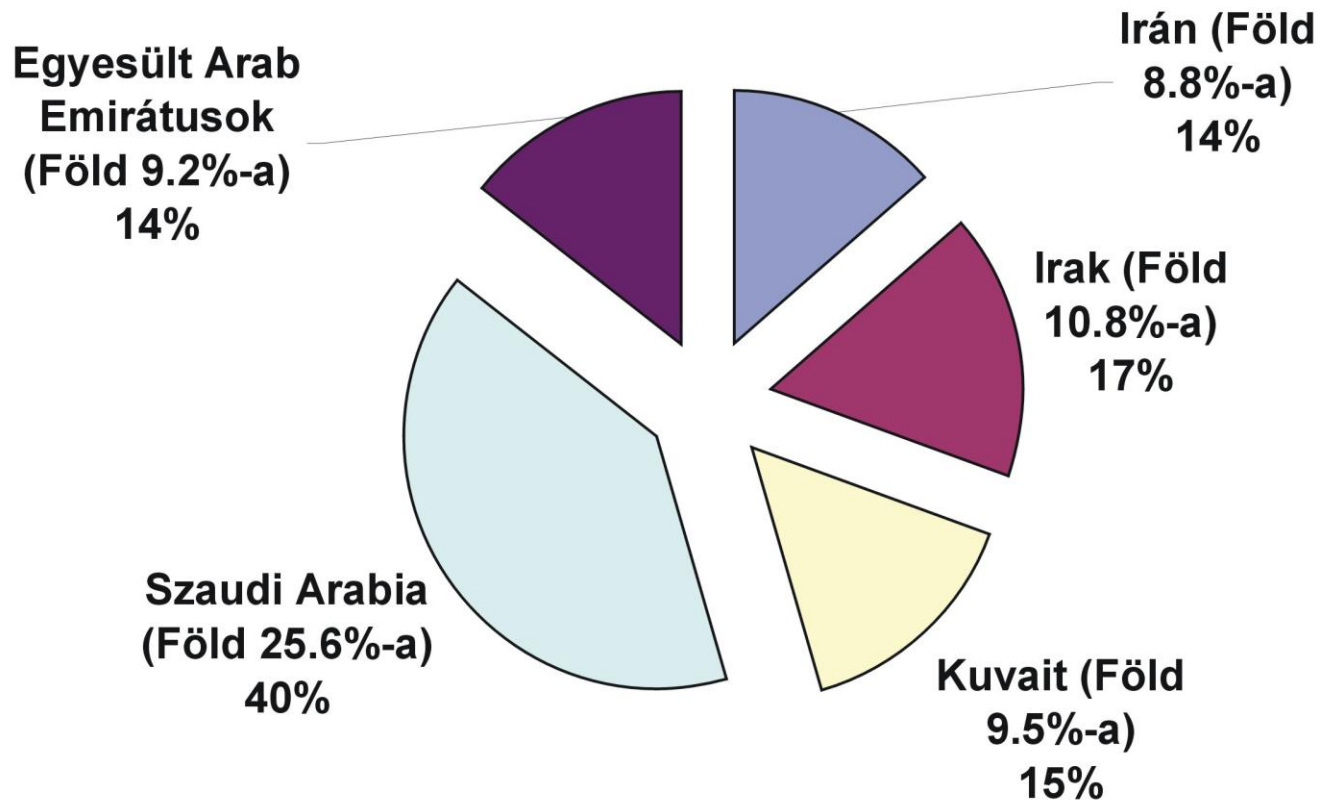
**Ma azt hisszük: szórás kettős
faktoron belül jó becslések!**

A Föld olajtartalékai (összesen 140 mrd. tonna ~ 6170 EJ)



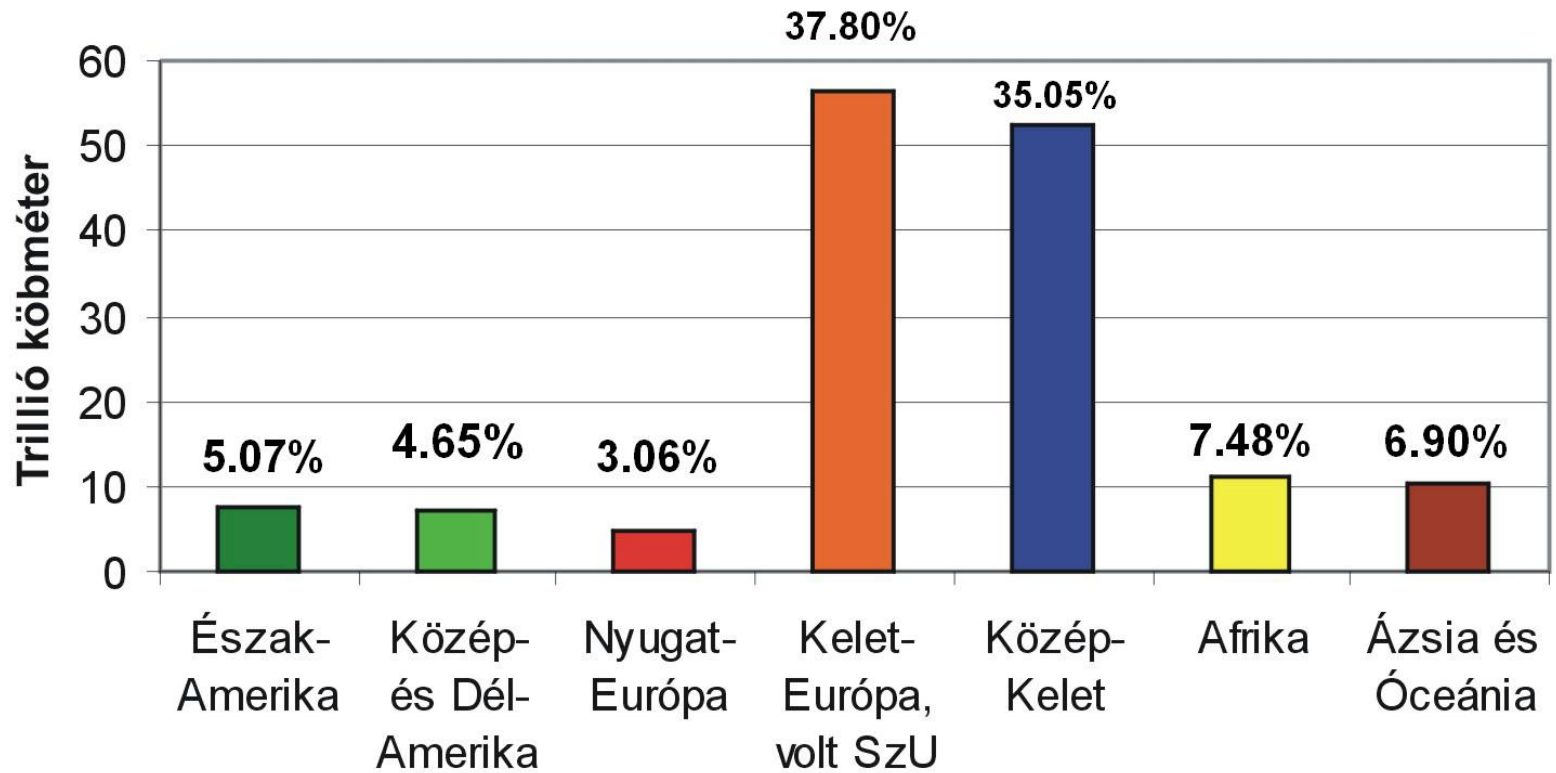
Olaj: 39.1% (fejlett világ: 42%)

Olajtartalékok a Közel-Keleten (93.1 milliárd tonna, a Föld 66.4%-a)

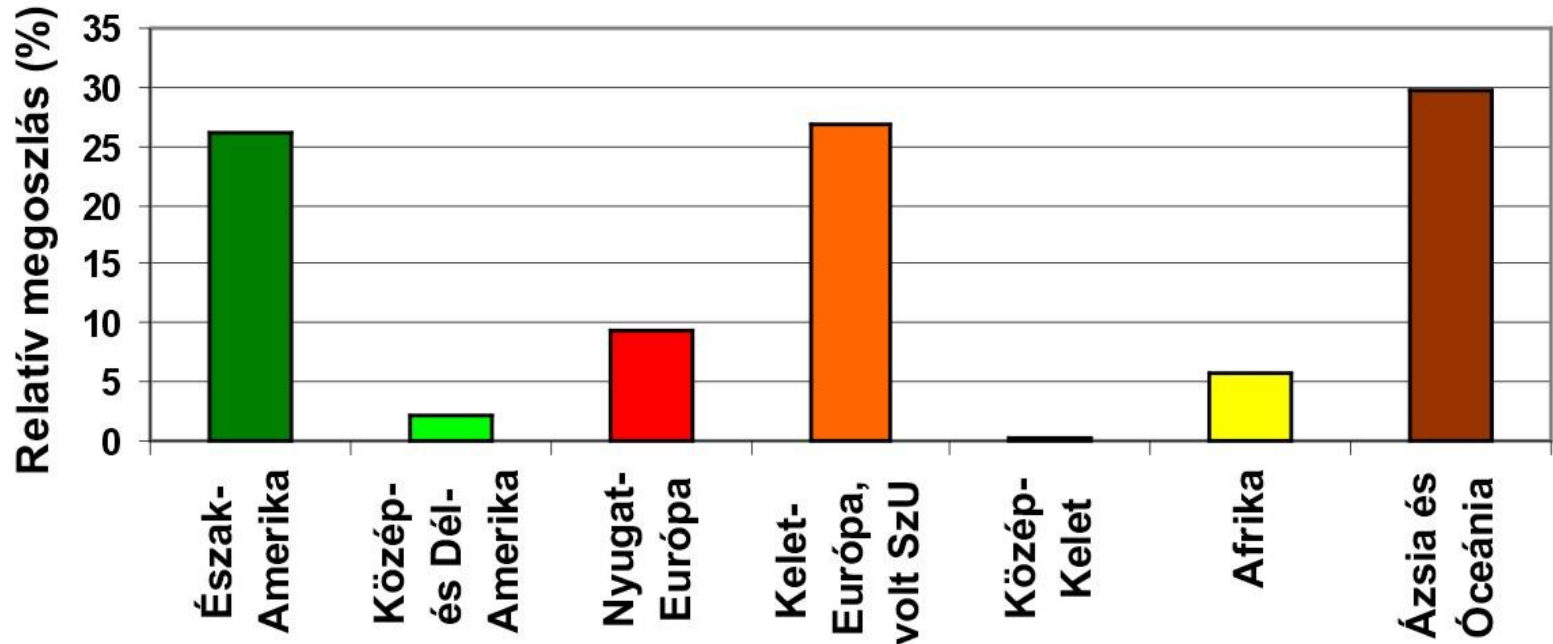


Földgáz: 22.8%

A Föld földgáz-tartalékai (~5700 EJ)



A Föld széntartalékainak relatív megoszlása (összesen ~100000 EJ)



Szén van, csak kibányászni, szállítani és elégetni nehezen tudjuk

Fosszilis energiatermelés problémái

➤ **kéntartalom 0-5% (savas esők)**

➤ **üvegházhatás (CO₂ probléma)**

Példa:

1 GW_{év} = 31.5 pJ; ~ 40-45% hatásfoknál

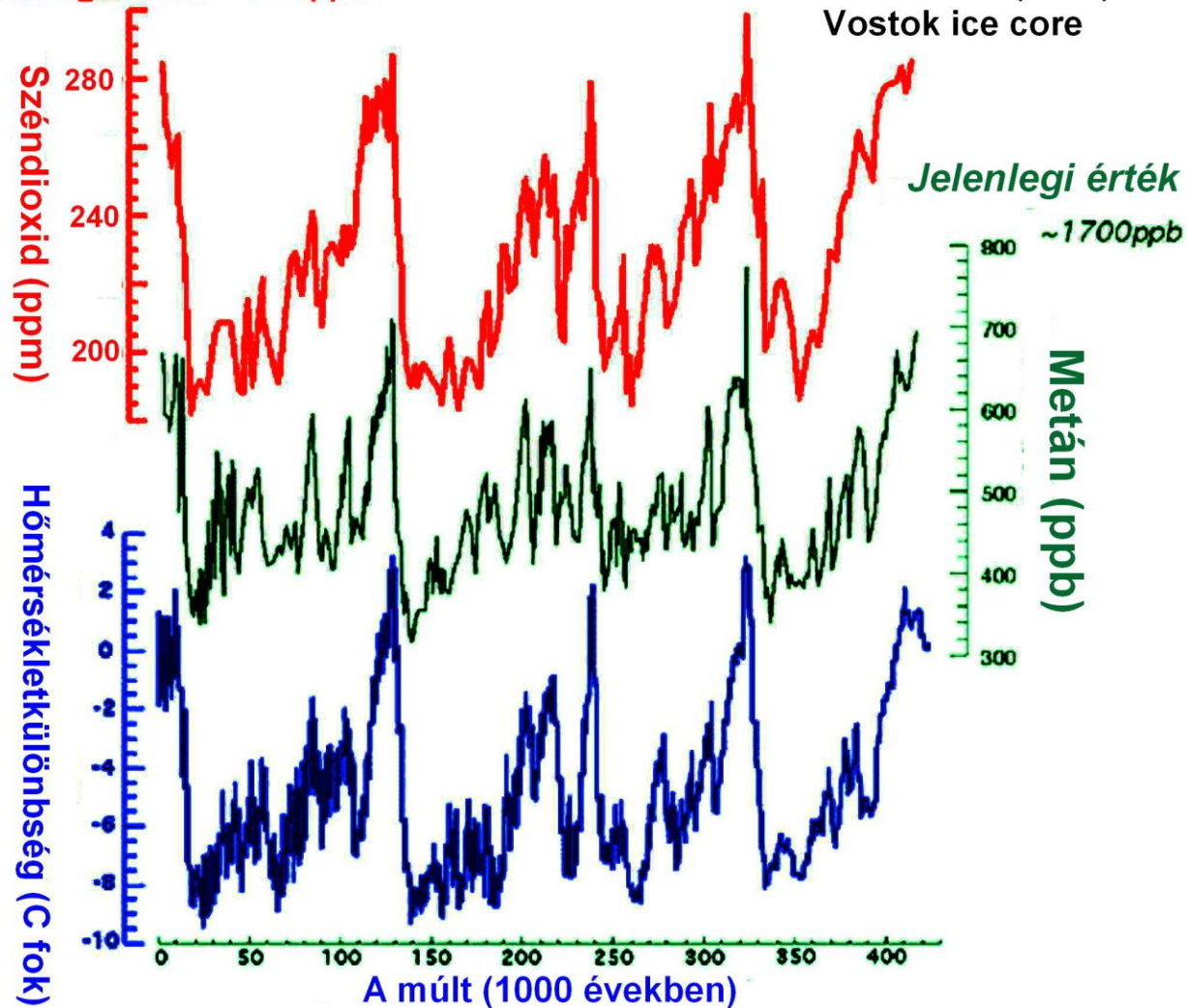
2.7 mt szén; 1.8 mt olaj; 2 mrd m³ fgáz

Ebből:

20-30 kt kén, 8.6 mt CO₂, 3-8 mt hamu

Jelenlegi érték ~ 365 ppm

Nature 399 (1999) 429
Vostok ice core



A természet kísérlete: bizonyíték

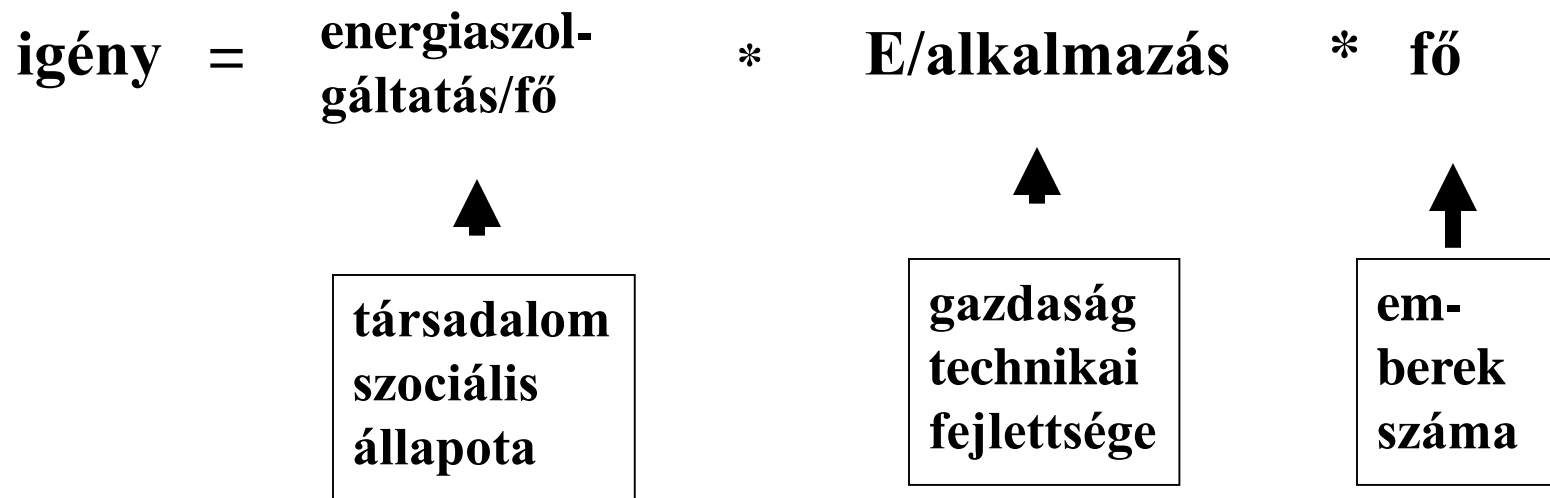
Így (hosszú távon) nem tartható

Mi a megoldás?

- *energiatakarékosság*
- *megújuló energiák*
- *atomenergia fokozott alkalmazása*
- *fúziós energia*

**Mindegyik elemnél rengeteg kérdés,
bizonytalanság**

Az energiatakarékosság lehetőségei



Energiatakarékosság:

szinte mindenütt lehetséges!

- beruházás-igényes**
- társadalmi fogadókészség**

**Eredmény: a felhasználás
lényegesen nem csökkenhet.**

Mindenütt rengeteg fizika!

Energiatakarékosság lehetőségei

- **térfűtés** → ~ 20 % körül → *elvileg ~ 20-ad részére csökkenthető*
- **közlekedés** → *elvileg ~ 1/10-re*
- **elektromos rendszerek** → *~ 1/5-re*
- **anyagtakarékoság, ésszerű szervezés** → **viselkedésváltás**
- **csatolt energetikai rendszerek** → *energetikai határfokban ~ 2-es faktor*

Energiatakarékosságot mindenütt támogatni kell, ahol gazdaságilag indokolt.

Hatékony energiatakarékossághoz:

- mélyreható társadalmi, politikai, kulturális változás, *rendszer szemlélet*
- óriási beruházások, közgazdasági változások (belső politikai rend)
- technikai előrelépés, tudomány támogatása, gyakorlatba való átültetése

→ *(katasztrófa nélküli átalakulásnál) optimista esetben az energiafelhaszn. kismértékben csökkenhet*

.Energia megújuló forrásból:

- **napenergia (közvetlen)**
- **napenergia közvetett:**
 - szél,
 - víz,
 - biotömeg,
 - hullámenergia
- **ár-apály energia**
- **geotermikus energia**

Problémák

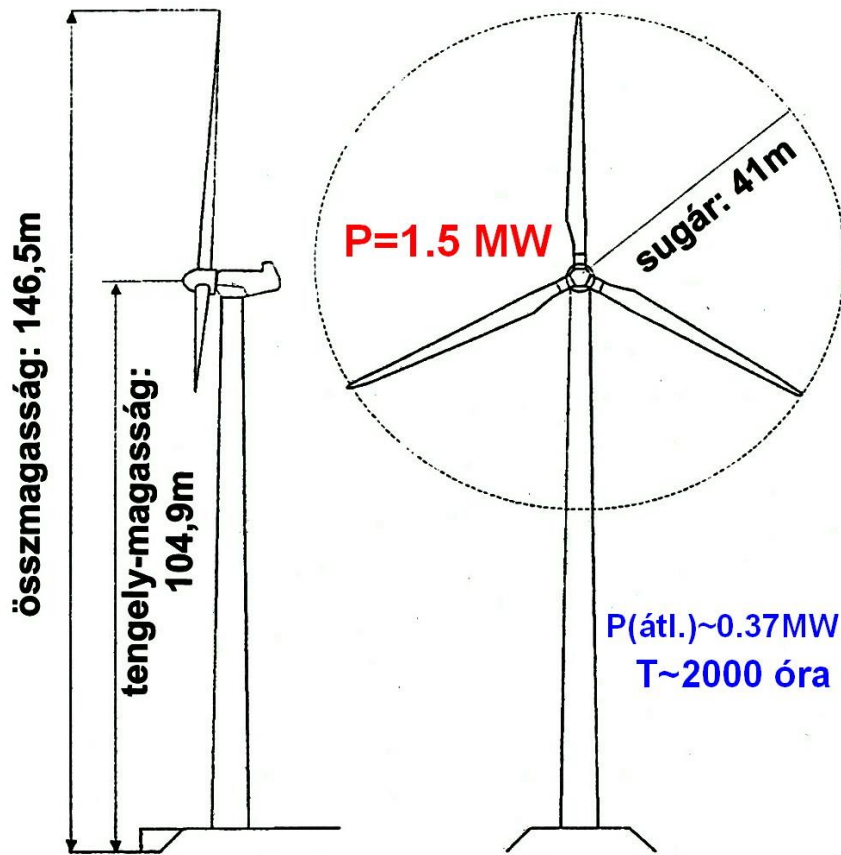
- elvi megvalósítás kérdései
(technikai)
- gazdasági kérdések *(beruházás-igényesség)*
- társadalmi problémák:
technológia-felvevő készség
- környezeti, társad., politikai
feltételek

Jellemező: alacsony energiasűrűség

Példa: szélenergia



Nehézség: tervezhetetlen, 4-5%-nál magasabb részaránya nem lesz

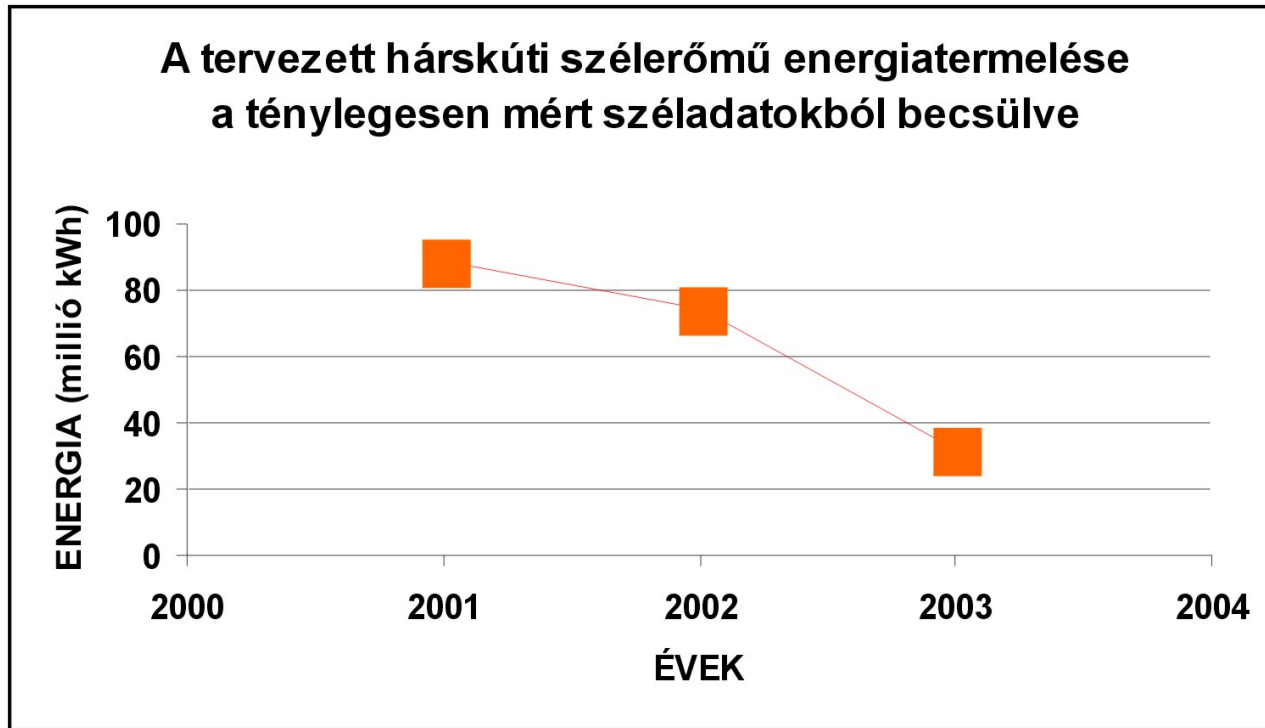


M.o. Hárskút: 30db
Rendelk. állási idő:
~ 2000 óra

Évente 100millió
kWh ~11 MW

Az összenergia-
igény 0.26%-a

Ingadozás a
teljesítményben



**Megvalósítható: kevés en. (0.26%)
gazdaságilag kérdéses
ahol lehet, valósítsuk meg**

Reális elemzés

következtetése:

→ *a következő három évtizedben az energiaszükséglet legfeljebb ~ 15%-a fedezhető a megújulókból*

→ *önmagukban NEM oldják meg az energiaproblémát*

→ *a velük kapcsolatos illúziók társadalmilag veszélyesek*

Egyetlen bizonyított nagytechnológia: a hasadáson alapuló atomenergia

Problémák

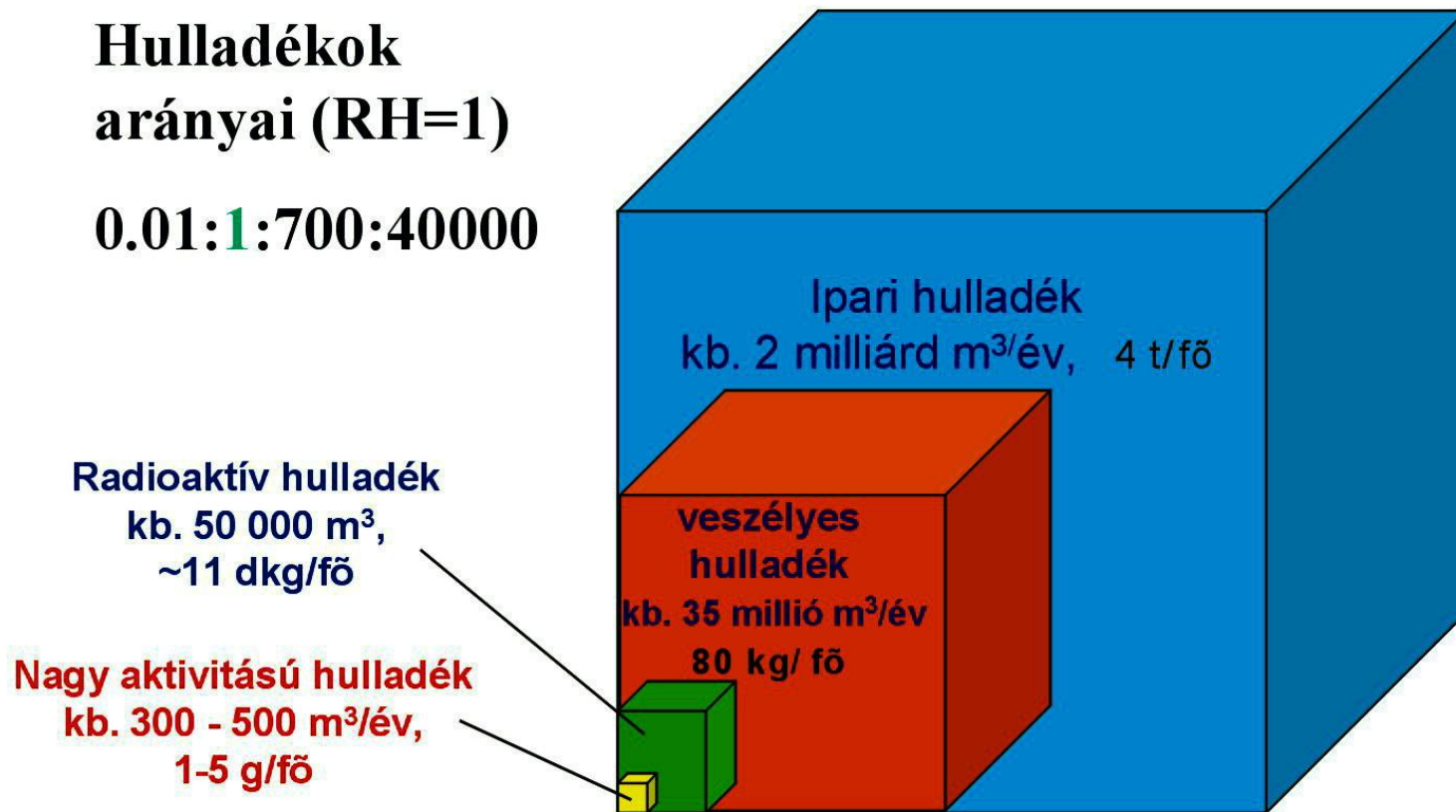
- **üzemviteli biztonság**
- **baleseti veszélyesség**
- **atomfegyverek elterjedése**
- **atomhulladékok**

Társadalmi ellenállás jelentős!

Az ipari országokban (EU) évente keletkező főbb hulladék mennyiségek

Hulladékok arányai (RH=1)

0.01:1:700:40000



RADIOAKTÍV HULLADÉKOK MAGYARORSZÁGON

11 100 db fűtőelem-kazetta
(1290 tHM) - 2331 db a SZU-ba

kutató reaktor: 1830 db (252 tHM)
oktató reaktor: 24 db (59 tHM)

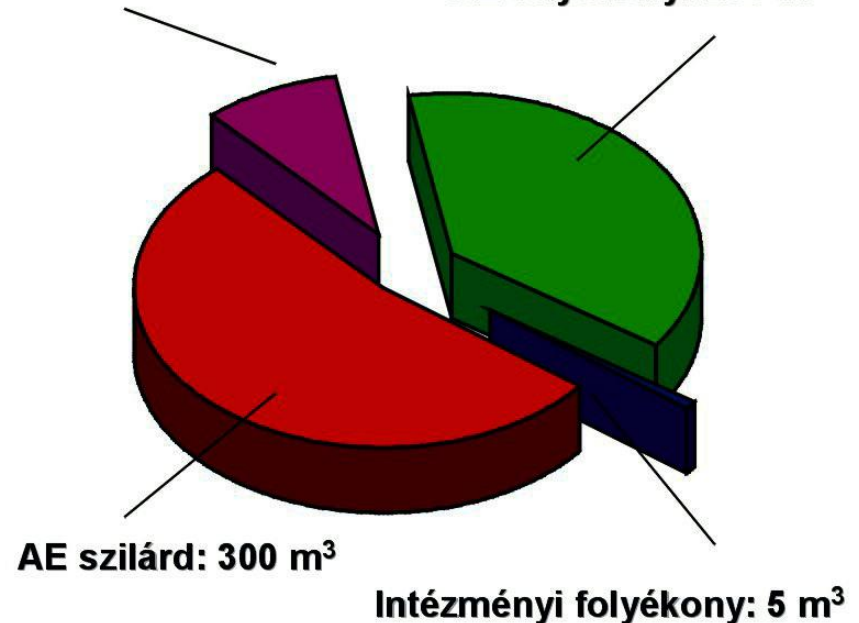
NPP üzemelés (I/LLW): ~20 000 m³
(HLW): 100 m³

NPP leszerelés (L/ILW): ~20 000 m³
(HLW): 3700 m³

Évente

Intézményi szilárd:
15 m³, 3000 db
sugárforrás

AE folyékony: 250 m³

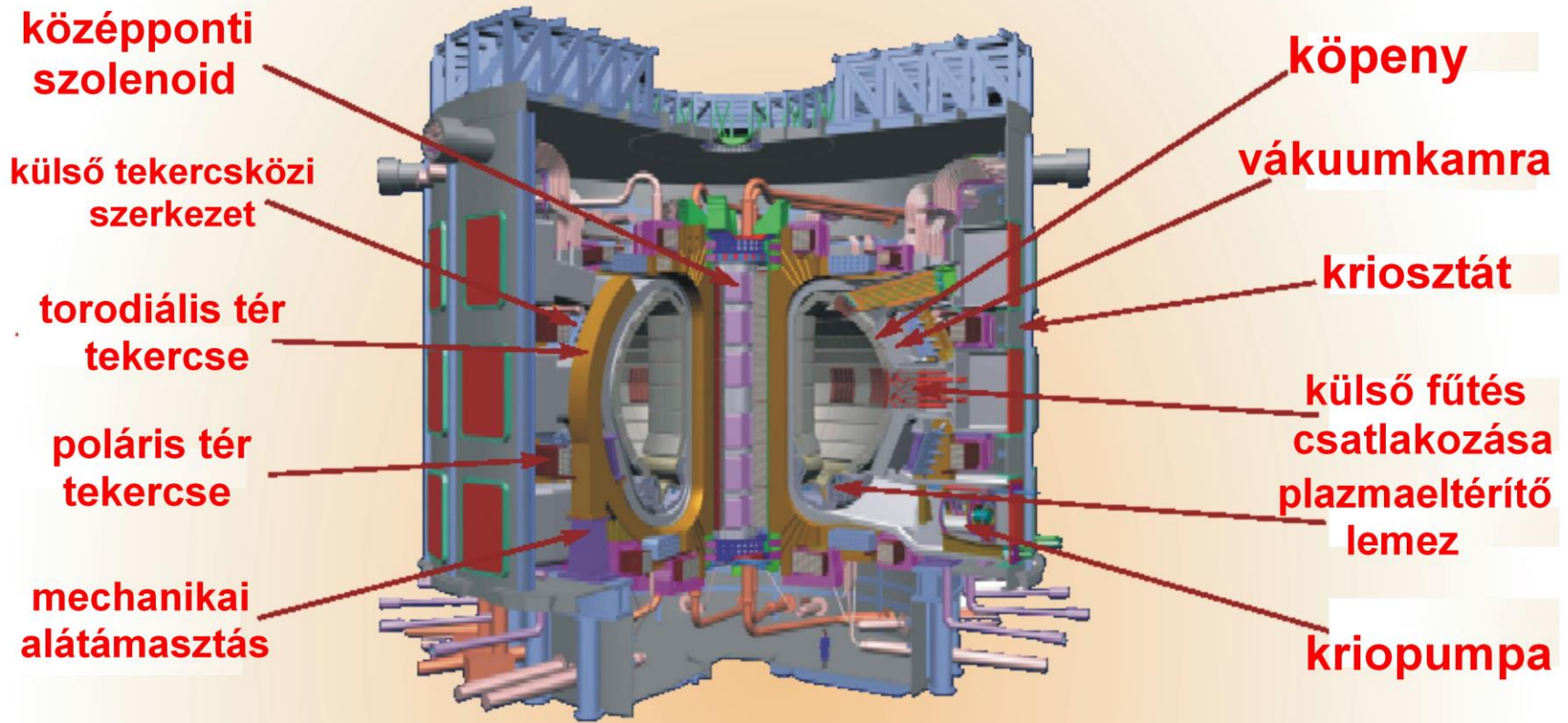


A jövő lehetséges energiája: a fúziós energia

Megvalósulása esetén mindent megold:

- **ITER (Int. Thermonuclear Energy Reactor)**
- **A következő 50 évben nem lesz jelentős járuléka**

ITER (2005): Cadarach, Fr.



Fúziós en.: 500 MW, $Q/\text{bevitt} > 10$, mágn. tér: 5.3T

Plazma: 6.2X2 m (837m^3), áram: 15 MA

Mai helyzet

- drága energiára kell számítani
- óriási energiaigény → súlyos politikai és gazdasági feszültségek
- kíméletlen harc az energiaforrásokért
- környezetvédelem általános probléma

A piaci erők önmagukban biztosan nem elegendők!

Összefoglalás:

- **a környezettudomány számos helyen érintkezik a fizikával**
- **néhány területen a fizika megkerülhetetlen**
- **a környezettudományban a fizikának szép és intellektuálisan is vonzó feladatai vannak**