



Budapesti és Pest Vármegyei Mérnöki Kamara MMK Energetikai Tagozat

Energetikai szakmai továbbképzés **2024. március 7. (csütörtök)**

Téma:

Az energetika és környezeti hatásai

Dr. Korényi Zoltán

c. egyetemi docens, ny. igazgató

I. fejezet: FÖLDÜNK, KÖRNYEZETTERHELÉS, KLÍMAVÁLTOZÁS

- 1. FÖLDÜNK ALRENDSZEREI**
- 2. A KÖRNYEZET FOGALMA**
- 3. AZ ENERGIATERMELŐ OBJEKTUMOK KÖRNYEZETTERHELÉSE**
- 4. A FÖLD ENERGIAMÉRLEGE - ÜVEGHÁZHATÁS**
- 5. A KLÍMAVÁLTOZÁSRÓL**

II. fejezet: ERŐMŰVEK és ÖKOLÓGIA

- 6. A VILLAMOSENERGIA RENDSZER FELÉPÍTÉSE - KOMPLEX ÉRTÉKELÉS**
- 7. ERŐMŰVEK ÖKOLÓGIAI ÉRTÉKELÉSE**
- 8. NAPERŐMŰVEK FIZIKAI TULAJDONSÁGAI (előnyök-hátrányok)**
- 9. SZÉLERŐMŰVEK ELŐNYEI ÉS HÁTRÁNYAI**
- 10. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS AJÁNLÁSOK ...**

I. fejezet

FÖLDÜNK, KÖRNYEZETTERHELÉS, KLÍMAVÁLTOZÁS

1. FÖLDÜNK ALRENDSZEREI



A FÖLD ALRENDSZEREI:

1. Léggör (atmoszféra)
2. Óceánok (hidroszféra)
3. Kőzetburok, szárazföld (litoszféra) - vulkánok
4. Jégtakaró (krioszféra)
5. Élővilág (bioszféra)

Az éghajlati rendszer ún. nemlineáris rendszer. Az egyedi hatások nem összegezhethők. A bonyolult változások a visszacatolási mechanizmusok miatt előre nem jelezhetők.

2. A KÖRNYEZET FOGALMA

(1). Természetes környezet:

- Elővilág: vadon élő állatok és növények. mikroszervezetek
- Élettelen világ: föld, víz, levegő, kőzetek, energiahordozók
- Éghajlat és időjárás

(2). Mesterséges környezet: emberi közreműködéssel létrejött dologi világ:

- Épületek
- Infrastruktúra: utak, közlekedés, mesterséges tavak, gátak
- Termelési célú objektumok
- Tenyésztett állatállomány és termesztett növények.



2.1 A KÖRNYEZETI ELEMEK ÉS HATÁSOK - engedélyezéshez

	KÖRNYEZETI ELEMEK	Környezeti hatások
1.	Levegő	Légszennyezés (NO _x , SO _x , CO ₂ , H ₂ O, rezgés (zaj))
2.	Felszíni vizek	vízszennyezés, vízdinamikai változások
3.	Felszín alatti vizek	talajvíz szennyezés, vízdinamikai változások
4.	Talaj	szennyezés, mennyiségi és minőségváltozás
5.	Élővilág, ökoszisztémák	élőhelycsökk., fajok szaporodása/kihalása, katasztrófák
6.	Épített elemek, települési környezet	hulladék, állagromlás, forgalmi változások
7.	Táj (síkság, dombosság, hegyek, sziklák)	tájkép (vill.vezeték, széltornyok), tájhasználat; bányák



3. ENERGIATERMELŐ OBJEKTUMOK KÖRNYEZETTERHELÉSE

Erőmű megvalósítása, működtetése és környezetterhelései:

I. Építési fázisban:

- Munkagépek károsanyag és zajkibocsátásai;
- Szállítójárművek zajkibocsátása, szennyezései és károkozása;
- Hulladékgyűjtés és kezelés [veszélyes hulladékok (vegyszerek, olajok, tisztítószeresek, ...) ...];
- Növények, madarak, vízi állatok védelme;
- Hatósági ellenőrzések kezelése;
- A nyilvánosság kezelése (szomszédok, utca béliek, település, szomszéd országok).

II. Próbaüzem, tesztüzem, normál üzem:

Hatósági előírások, határértékek, jelentési kötelezettségek betartása.

- **Levegőterhelés: hőkibocsátás, NO_x, SO_x, CO₂, H₂O;**
- Felszíni és felszín alatti vizek terhelése: hőszennyezés, hőcsóva mérése; szennyező elszivárgása.
- Szennyvízkibocsátás;
- Talajterhelés (veszélyes anyagok);
- Emberi környezet, levegő: zajterhelés

III. Lebontás, ártalmatlanítás, újrahasznosítás.

3.1 ERŐMŰVEK KÁROSANYAG KIBOCSÁTÁSÁNAK SZABÁLYAI

- (1) A környezetvédelmi hatóság követelményeit az **egységes környezethasználati engedély** tartalmazza.
- (2) A hatóság a tüzelőberendezés üzemeltetőjének folyamatos és időszakos **mérési kötelezettséget** ír elő.
- (3) A **tüzelőberendezések** károsanyag kibocsátási **határértékeket** – a berendezés nagyságától függően - rendeletek írják elő:
 - „**nagy tüzelőberendezések**” ($> 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ tüzelési teljesítmény);
 - „**kis tüzelőberendezések**” ($140 \text{ kW}_{\text{th}} \leq Q_{\text{tü}} \leq 50 \text{ MW}_{\text{th}}$ tüzelési teljesítménnyel);
- (4) A hatósági határértékek a technológiai fejlődést követve időben **szigorodnak**.
- (5) A határértékek **száraz füstgázra** vonatkoznak: hőmérséklet $273,15 \text{ K}$, nyomás $101,3 \text{ kPa}$.
A füstgáz vonatkoztatási **O₂ tartalma**: szilárd tüzelőanyagra $6 \text{ tf}\%$ ($\lambda=1,4$), gázturbinákra és gázmotorokra $15 \text{ tf}\%$ ($\lambda=3,5$), olajjal, vagy gázzal működő kazánokra $3 \text{ tf}\%$ ($\lambda=1,166$).
Ahol a $\lambda = 21/(21-\text{O}_2)$ összefüggés a légfeszültség tényezőt adja meg.
- (7) A kibocsátások **mérését** az üzemeltető **saját költségén** végezi. Számítás: **középerték** az indítás és leállításon kívüli időszakokra.
- (8) A kibocsátások vizsgálatát, ellenőrzését és értékelését **független akkreditált mérőszervezetek** végzik.
- (9) A kibocsátások adatszolgáltatását az országos környezetvédő hatóságnak **évente** be kell benyújtani.

3.2 ERŐMŰVI KÖRNYEZETVÉDELMI MONITORING

- Egy erőmű **üzemeltetési feltétele**: a hatóságok környezetvédelmi előírásainak betartása.
- A hatóságok az előírásokat (időnként szigorúbb értékekkel) **határozatokban** írják elő.
- A **határértékek** betartása **mérésekkel** dokumentálandó. Ezt **jelentésekkel** kell igazolni.
- A hatóságok bejelentés nélküli **helyszíni ellenőrzéseket** is tartanak.
- A fontosabb paraméterek (pl. levegővédelmi jellemzők) értékei **online** kerülnek a hatóságokhoz.
- A környezetvédelmi **nyomon-követés (monitoring)** legfontosabb területei:

(1) Levegővédelmi monitoring:

- Az erőmű kéményein a levegőbe jutó szennyeződés (**emmisszió**) folyamatos mérése;
- A hatásterületen lévő települések levegőminőségének (**immisszió**) mérése.

(2) Biomonitoring:

- **Növények** (fák, erdők, más növények) állapotának figyelemmel kísérése;
- **Madarak** előfordulásának figyelése (madárszámlálás);
- **Vízi állatok** (halak, vízi gerinctelenek, makroszkopikus fajok) állományának megfigyelése.

(3) Felszíni és felszín alatti vizek figyelemmel kísérése:

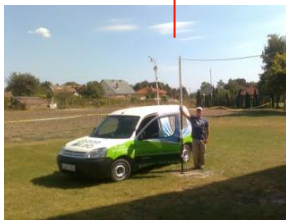
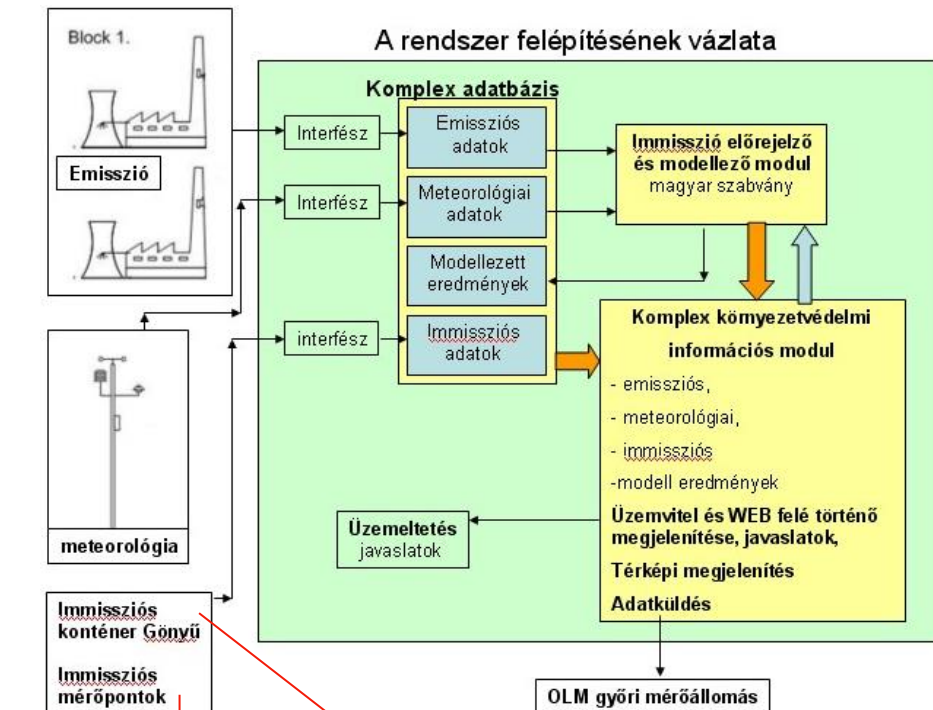
- **Folyóból** kivett/visszaadott hűtővíz felmelegedése. **Hőcsóva** mérése a folyó áramlási irányában;
- A folyóba bevezetett vizek (hűtővíz, szennyvíz) **minőségének** ellenőrzése;
- **Talajvíz** minőségének figyelemmel kísérése. Vízminőség mérések figyelő kutakban.

(4) Zaj és rezgésvédelem – kritikus a lakóvezet közelsége:

(5) Hulladékkezelés – gyűjtés, tárolás, ártalmatlanítás.

3.3 EGY PÉLDA: ERŐMŰVI KÖRNYEZETVÉDELMI MONITORING

(1) Levegővédeleli monitoring (on-line, honlap)



(2) Biomonitoring

- Madárszámlálás
- Halszámlálás
- Vizi gerinctelenek



(3) Felszíni és felszín alatti vizek monit.

- Hűtővíz felmelegedés, hőcsóva
- vízminőség ellenőrzés (szennyvíz)
- Figyelőkutak (4 db)

3.4 HULLADÉKKEZELÉS, ÁRTALMATLANÍTÁS, ÚJRAHASZNOSÍTÁS

A berendezéseket a fizikai élettartam végén **lebontják**. A **szelektálás** utáni műveletek fő elemei az **ártalmatlanítás** (veszélyelhárítás, hulladéklerakás, hulladékégetés) és az **újrahasznosítás** (recycling).

Az újrahasznosítás mértékét az **EOL-RIR** (End-of-Life Recycling Input Rate) fogalommal, %-ban adják meg.

Az nap- és szélerőművek újrahasznosítási technológiája jelenleg még kezdetleges, komponensenként változó.

Pl.:néhány tájékoztató jellegű nemzetközi adat:

- Az **acélok** és az **alumínium** újhasznosítási mértéke: **> 90%**.
- A **réz** újrahasznosítás aránya: **70-90%**.
- **Betontörmelék** újrahasznosíthatósága, komponensektől függően: **40-90%**.
- A **műanyagok** újrahasznosítása: **75% körül**.
- **Villamos és elektronikai hulladékok** újrahasznosítása: **40% körül**.
- A 83 fajta **ritka alapanyag** 95%-a, jelenleg **30% alatti** arányban kerül újrahasznosításra.
- A **szélerőművek** hagyományos anyagai **90%-nyi** arányban újra hasznosíthatók. Kivéve a **forgó lapátokat**.
- A **lapátokat** üveg és szénszálerősítésű kompozitokból készítik, amelyeknek jelenleg már kb. **45%-át** feldolgozzák.
- A **napelemek** sokféle mikrométerű elemből készülnek. Újrafeldolgozásuk nem egyszerű, ezért **költséges**. Pl. az USA-ban jelenleg kb. 10%-át hasznosítják újra. Oka: az újrahasznosítás költsége 10-szer magasabb, mint a deponálás. A jövőben a darabszámok erőteljes növekedése az újrahasznosítás költségeit csökkenni fogja.

3.5 ERŐMŰVEK KÁROSANYAG KIBOCSÁTÁSAI

A lenti táblázat az előadó számításain alapuló összeállítás, amely tartalmazza a 2018-ban érvényes határértékeket és tájékoztató jelleggel a határértékekhez tartozó, számított károsanyag kibocsátásokat, A piros számok a bevitt tüzelőanyag $1 \text{ MWh}_{\text{th}}$ bemenő hőmennyiségére vonatkozó fajlagos kibocsátott károsanyag tömegét adják [5], [6].

S.sz.	TÜZELŐ BERNDEZÉSEK	Dim.	SO ₂	NO _x	Szilárd
					(por)
(1).	Mátrai Erőmű	-	-	-	-
	a) Mátrai Erőmű határértéke - 2021-ig	mg/Nm ³	200	200	20
	határértéken kibocsátott faj. levegőszennyezés	kg/MWh_{th}	0,3380	0,3380	0,0338
	b) Mátrai Erőmű határértéke - 2021-től	mg/Nm ³	130	175	10
	határértéken kibocsátott faj. levegőszennyezés	kg/MWh_{th}	0,2197	0,2958	0,0169
(2).	Gázturbinák, I.-III. kategória: Q' > 50 MW_{th}	mg/Nm ³		50	0,32
	határértéken kibocsátott faj. levegőszennyezés	kg/MWh_{th}		0,1662	0,0011
(3).	Gázturbinák, I. kategória: Q' = 1- 50 MW_{th}	mg/Nm ³		150	
	határértéken kibocsátott faj. levegőszennyezés	kg/MWh_{th}		0,4985	
(4).	Gázmotorok, I. kategória: Q' > 5 MW_{th} (2024-ig)	mg/Nm ³		190	
	határértéken kibocsátott faj. levegőszennyezés	kg/MWh_{th}		0,6315	
Tüzelőberendezések kibocsátási határértékei és a határértéken kibocsátott levegőszennyezők fajlagos értékei					

3.6 ERŐMŰVEK CO₂ KIBOCSÁTÁSÁNAK ÉVES JELENTÉSE

KIBOCSÁTÁSOK ÉVES JELENTÉSÉNEK ELKÉSZÍTÉSÉRŐL

Az erőmű üzemeltetője köteles az üvegházhatású gázok kibocsátását az érvényes kibocsátási engedélye alapján nyomon követni és arról a Hatóság részére a tárgyévet követő év március 31. napjáig **hitelesített jelentést** tenni.

A kibocsátási jelentés két részből áll:

- I. Az **üzemeltető** által kitöltendő **kibocsátási jelentés** és mellékletei.

A jelentést hitelesített erőművi mérőeszközök adatai és fizikai számítások alapján kell elkészíteni.

- II. A **hitelesítő** által kitöltött **hitelesítői jelentés** (záradék) és mellékletei.

Az akkreditált hitelesítő a helyszínen ellenőrzi a jelentésben szereplő adatok hihetőségét.

A hitelesítési eljárást a 2003/87/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv határozza meg.

A hitelesítők akkreditálása a 2018/2067 (EU) Bizottság végrehajtási rendelet szerint történik

A hitelesítők az engedélyben előírtakat és a jelentésben foglaltakat vizsgálják, helyszínen ellenőriznek, és a hitelesítői jelentésben **(záradék) jóváhagyással** igazolják, hogy az éves kibocsátási jelentésben foglaltak a valóságnak és a 601/2012/EU Rendelet X. mellékletében meghatározott követelményeknek megfelelnek, lényeges valótlanyságot nem tartalmaznak.

3.6.1 FAJLAGOS EMISSZIÓS TÉNYEZŐK A CO₂ KIBOCSÁTÁS SZÁMÍTÁSÁHOZ

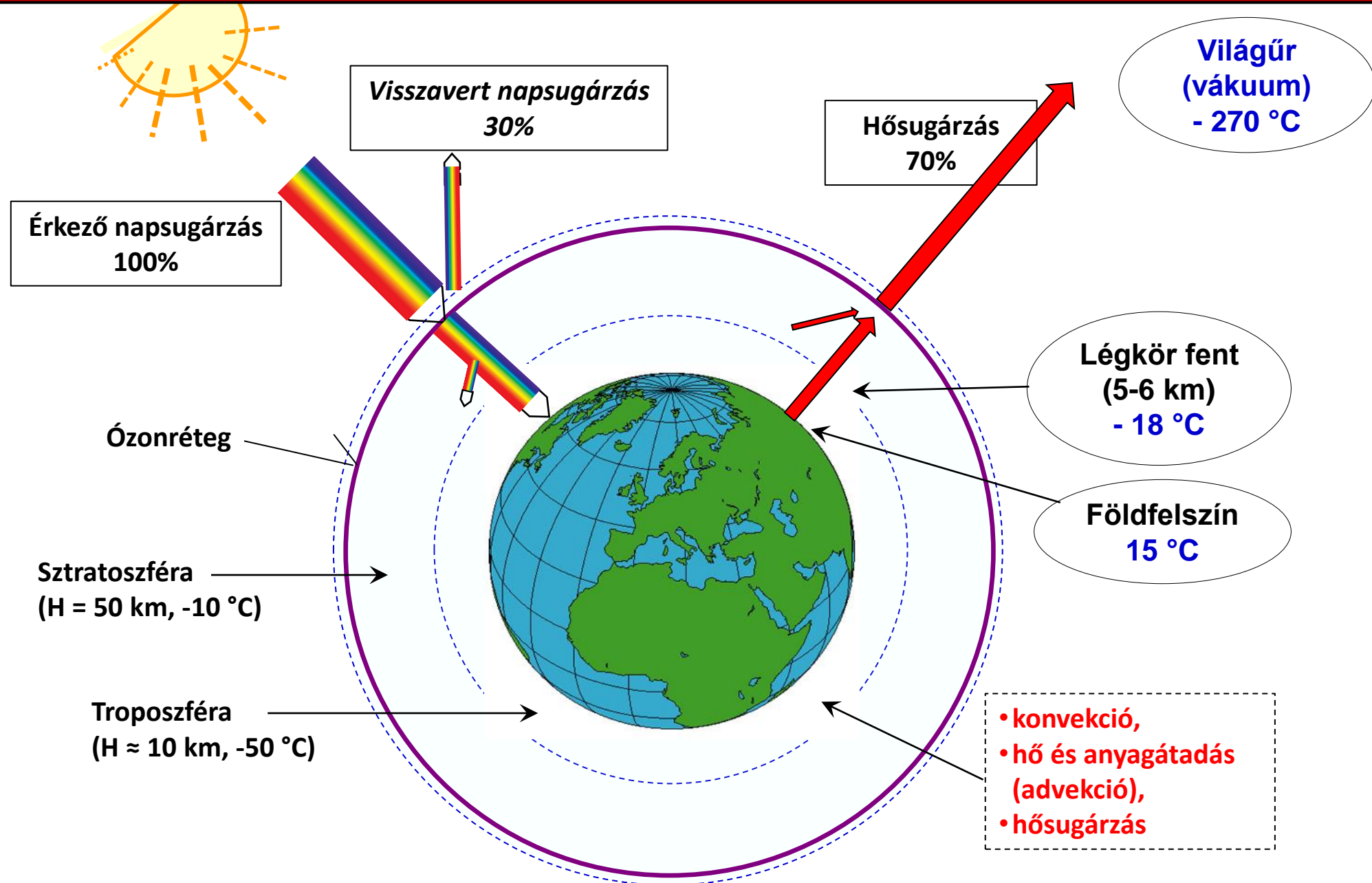
A kibocsátott CO₂ mennyiség meghatározása számítással történik. A számítás alapja a hiteles mérőeszközökkel megmért, felhasznált **tüzelőanyag** mennyisége. Ebből a tüzelőanyag összetételét figyelembe vevő kibocsátási tényező (f_{CO_2}) segítségével (**lásd lenti táblázat**) kiszámítható a kibocsátott CO₂ tömege. Vigyázat: a kibocsátási tényező égéshőre (HHV) és fűtőértékre (LHV) is vonatkoztatható. Összhangban kell lennie a kazán, gázturbina energiamérlegével. A termelt hőmennyiséget az erőművi kazánoknál LHV, a kondenzációs kazánoknál HHV értékkel számítjuk.

Tüzelőanyagok CO ₂ kibocsátása, f_{CO_2}				
Tüzelőanyag		f_{CO_2}/TJ	f_{CO_2}/MWh	
		HHV	HHV	
1.	Földgáz	56,1	0,2020	100%
1.	Feketeszén	94,6	0,3406	169%
2.	Barnaszén (hazai)	96,1	0,3460	171%
3.	Lignit	101,2	0,3643	180%
4.	Tüzifa, biobrikett*	109,63	0,3947	195%
5.	Gázturbina olaj	74,07	0,2667	132%
6.	Benzin	69,3	0,2495	124%
7.	Dízelolaj	74,07	0,2667	132%

HHV: High Heat Value (égéshő)
LHV: Low Heat Value (fűtőérték)

Vigyázat: erőműveknél át kell számítani fűtőértékre!

4. A FÖLD ENERGIAMÉRLEGE - AZ ÜVEGHÁZHATÁS



4.1 A FÖLD - VILÁGŰR KÖZÖTTI HŐÁTVITELHEZ

A hőáramok átvitelének alapvető fizikai fajtái

(1) **Hősugárzás: Stefan-Boltzmann törvény** – gömbfelület (A_1) hősugárzása a világűrbe

ε_1 : **emissziós tényező**

$$C_0 = 5,767 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot (\text{K}/100)^4)$$

$$\dot{Q} = \varepsilon_1 \cdot C_0 \cdot A_1 \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right]; \text{ [W]}$$

(2) **Hővezetés: Fourier-féle hővezetési törvény** – szilárd test, vagy nyugvó folyadék és gáz két pontja között

λ : hővezetési tényező [$\text{W}/\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$]

$$\dot{Q} = \frac{\lambda}{\delta} \cdot A \cdot (t_1 - t_2); \text{ [W]}$$

(2) **Konvekció: Newton-féle hőátadási törvény** – szilárd felület (A) és a levegő közötti hőátadás

α : hőátadási tényező [$\text{W}/\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$]

$$\dot{Q} = \alpha \cdot A \cdot (t_1 - t_2); \text{ [W]}$$

(3) **Hő és anyagátadás (advekció): Lewis törvény** – a víz-levegő határfelületén (A_v) átadott hőáram

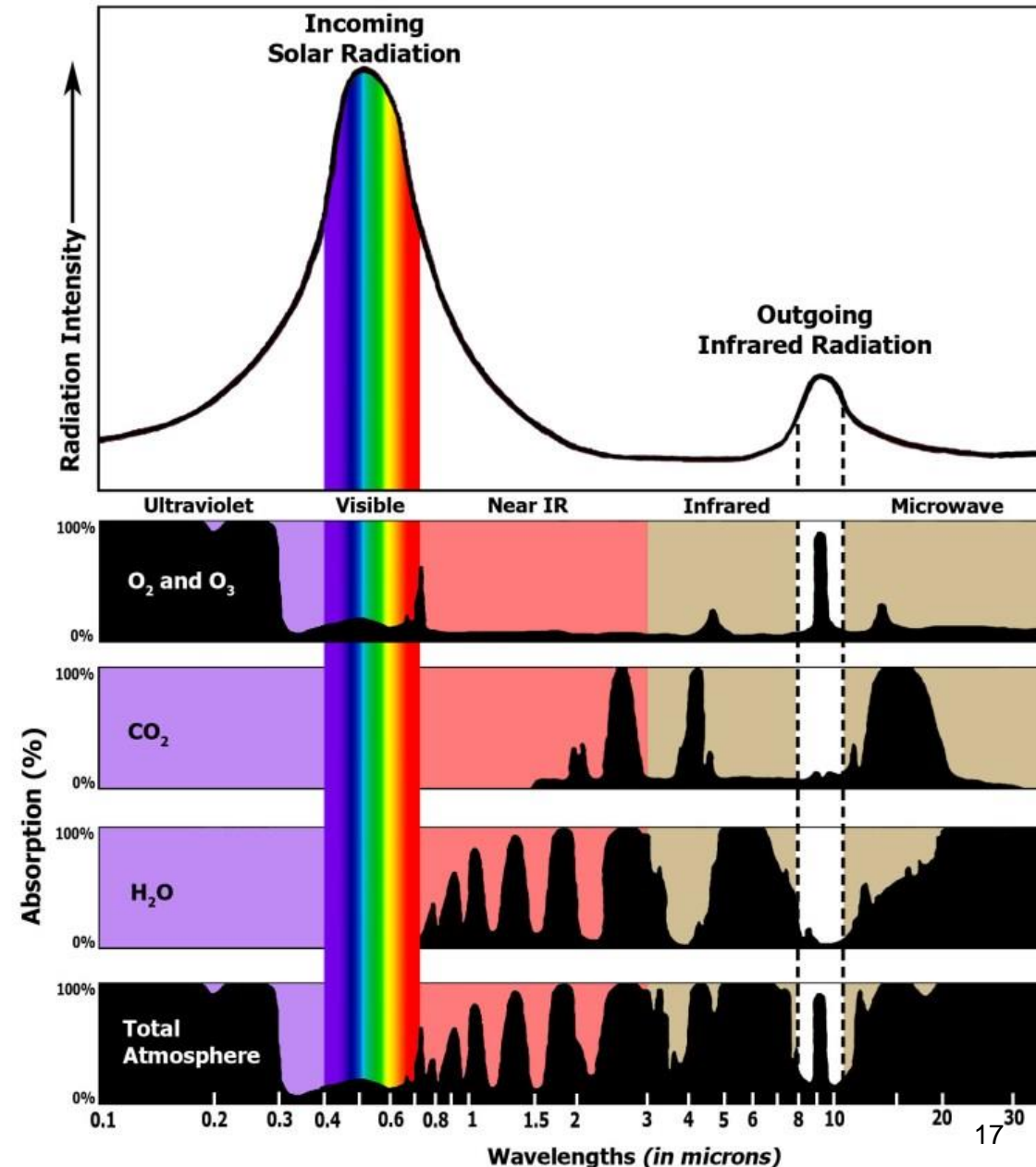
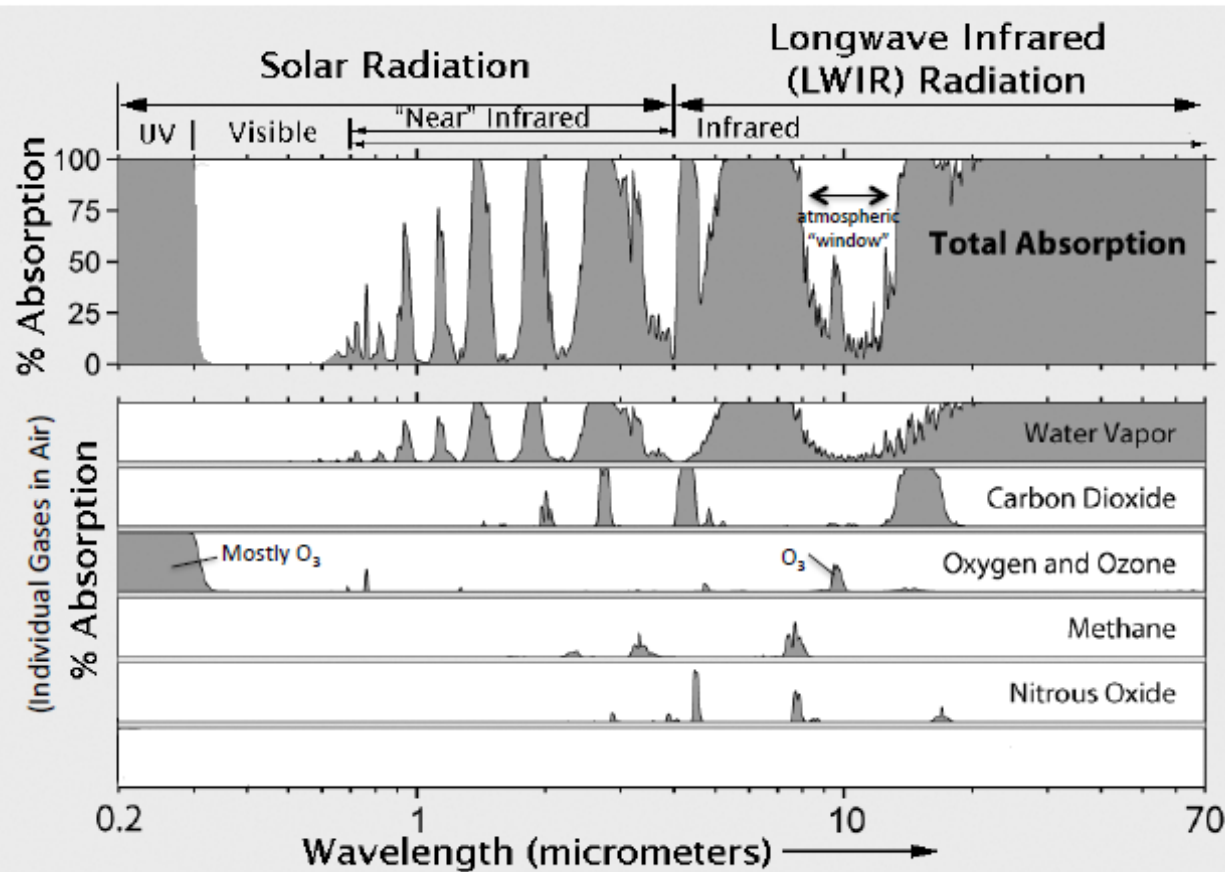
σ : anyagátadási tényező [$\text{kg}/\text{m}^2 \text{ s}$]

$$\dot{Q} = \sigma \cdot A_v \cdot (h'' - h); \text{ [W]}$$

4.2 AZ ATMOSZFÉRA GÁZAINAK ELNYELÉSI SPEKTRUMA - ϵ_1 emissziós tényező

Atmospheric Absorption Spectra

(How well gases in the atmosphere absorb different wavelengths of radiation)



http://funnel.sfsu.edu/courses/metr104/F13/summaries/AbsorptionSpectra_Atmosphere.pdf

5. A KLÍMAVÁLTOZÁSRÓL

AZ ENSZ / EU KOMMUNIKÁCIÓJA:

- A klímaváltozást az emberi tevékenység okozza.
- Az ENSZ IPCC jelentése szerint a „főbűnös” a CO₂;
- Ugyanakkor ezt sok tudós megkérdőjelezi. Pl. a CLINTEL

Kinek higgyünk? Mit tegyünk?

I. KÉRDÉS: VAN-E KLÍMAVÁLTOZÁS?

II. KÉRDÉS: KIZÁRÓLAG ANTROPOGÉN EREDETŰ-e? – CO₂ ?

NÉGY FELVETÉS, AJÁNLÁS:

- (1) Menjünk el a Természettudományi Múzeumba. Ott lejátszható 380 ezer év klímaváltozása!
- (2) Tanulmányozzuk a Földtörténeti hőmérsékleteket (500 millió esztendőben)
- (3) Nézzük meg a CO₂ körforgás tömegmérlegét!
- (4) Nézzük meg a hiteles tudósok magyarázatait!

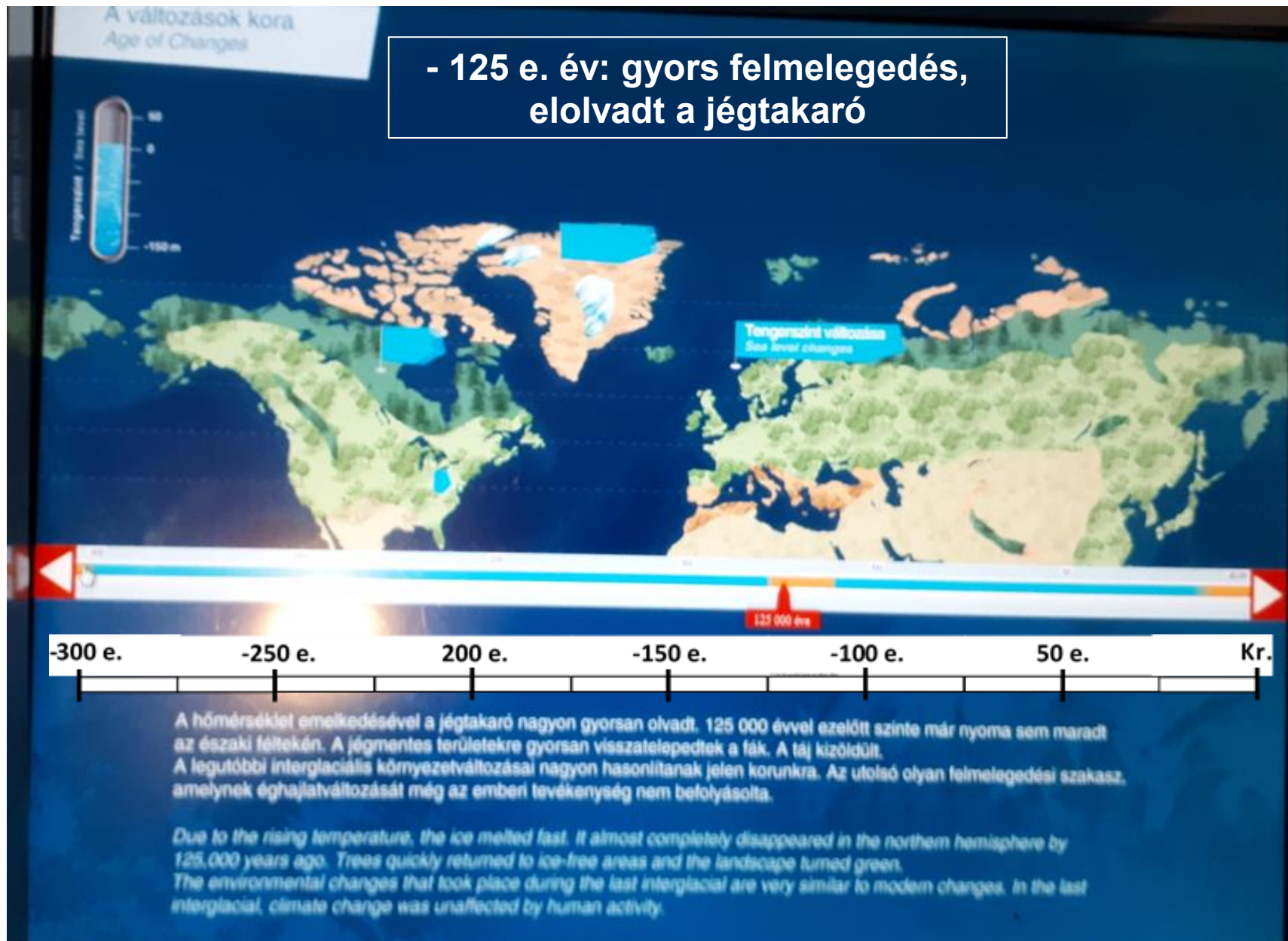
5.1 A TERMÉSZETTUDOMÁNYI MÚZEUM VITRINJÉBEN – photo K.Z.



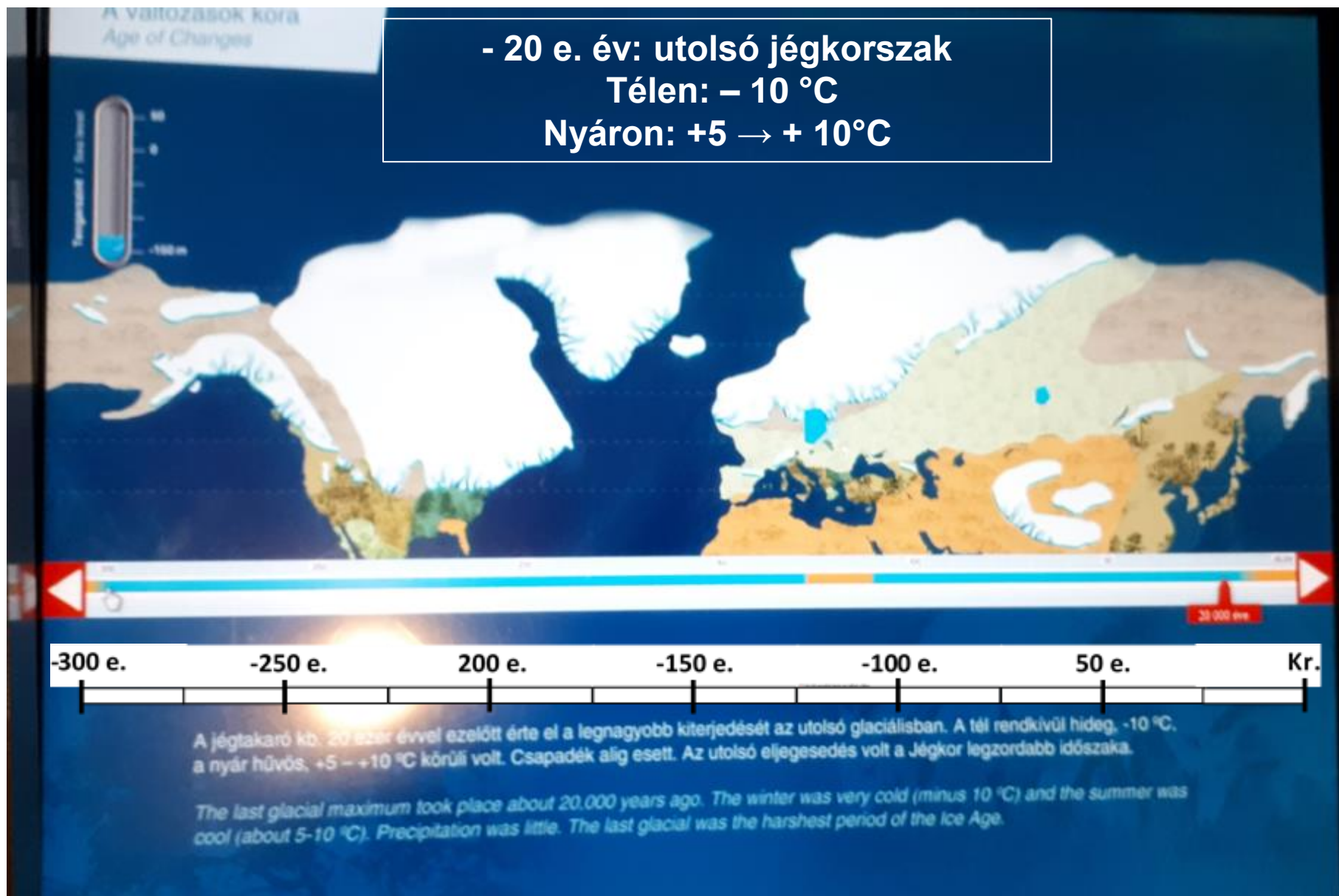
5.1.1 A TERMÉSZETTUDOMÁNYI MÚZEUM VITRINJÉBEN – photo K.Z.



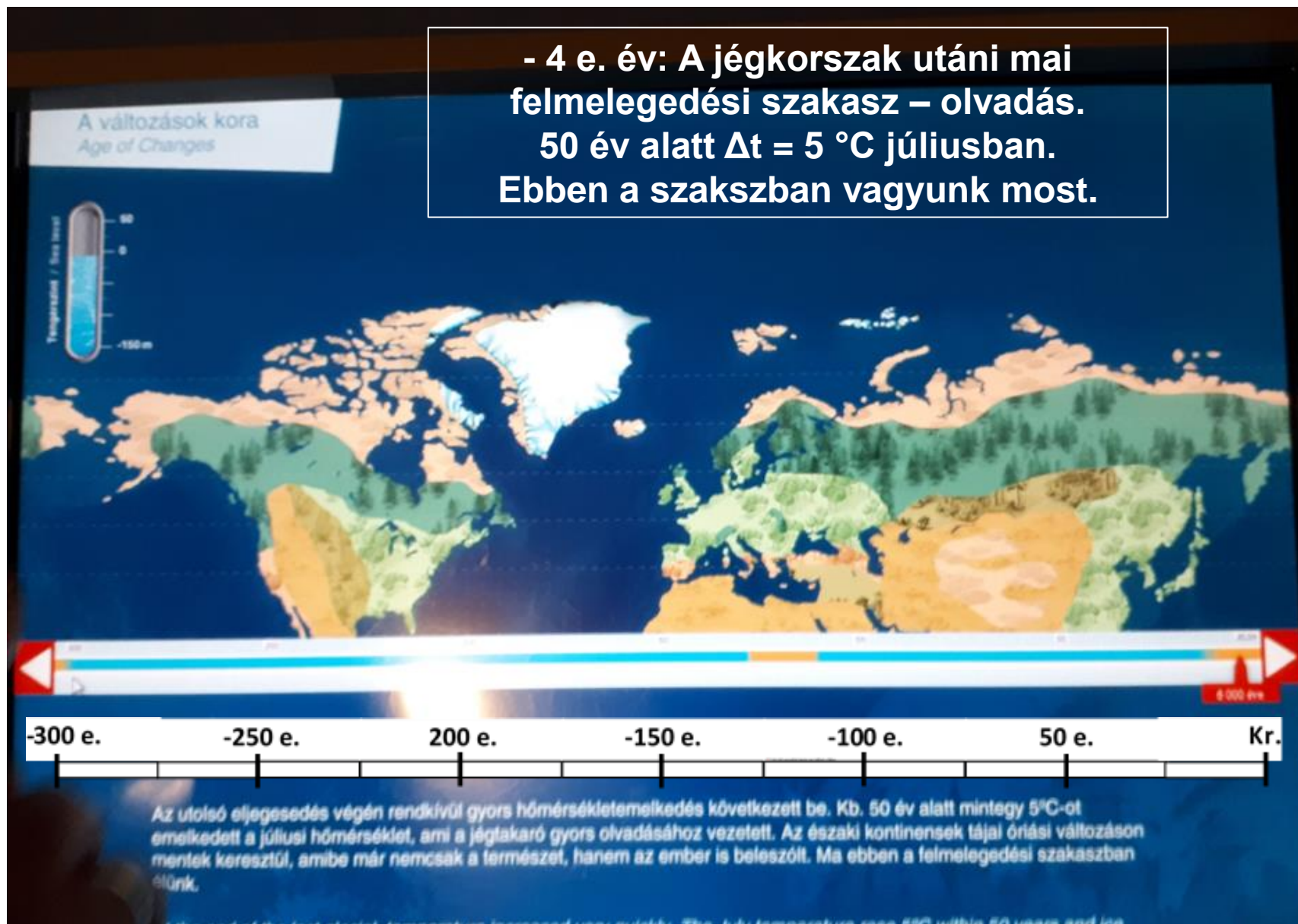
5.1.2 A TERMÉSZETTUDOMÁNYI MÚZEUM VITRINJÉBEN – photo K.Z.



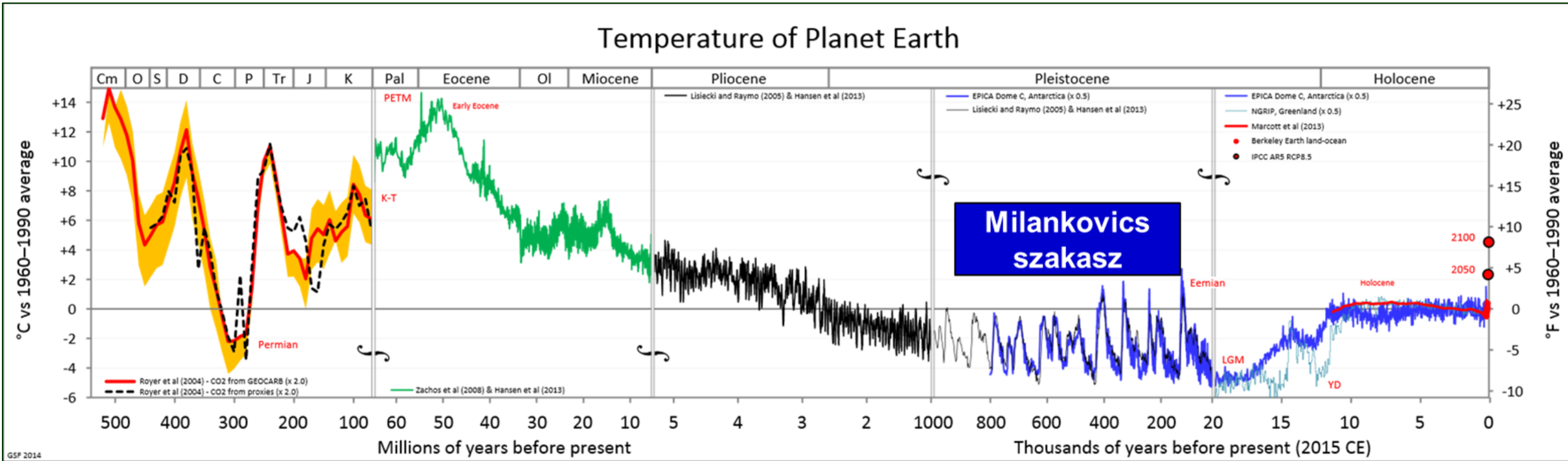
5.1.3 A TERMÉSZETTUDOMÁNYI MÚZEUM VITRINJÉBEN – photo K.Z.



5.1.4 A TERMÉSZETTUDOMÁNYI MÚZEUM VITRINJÉBEN – photo K.Z.



5.2 A FÖLD 500 MILLIÓ ÉVES HŐMÉRSÉKLETE

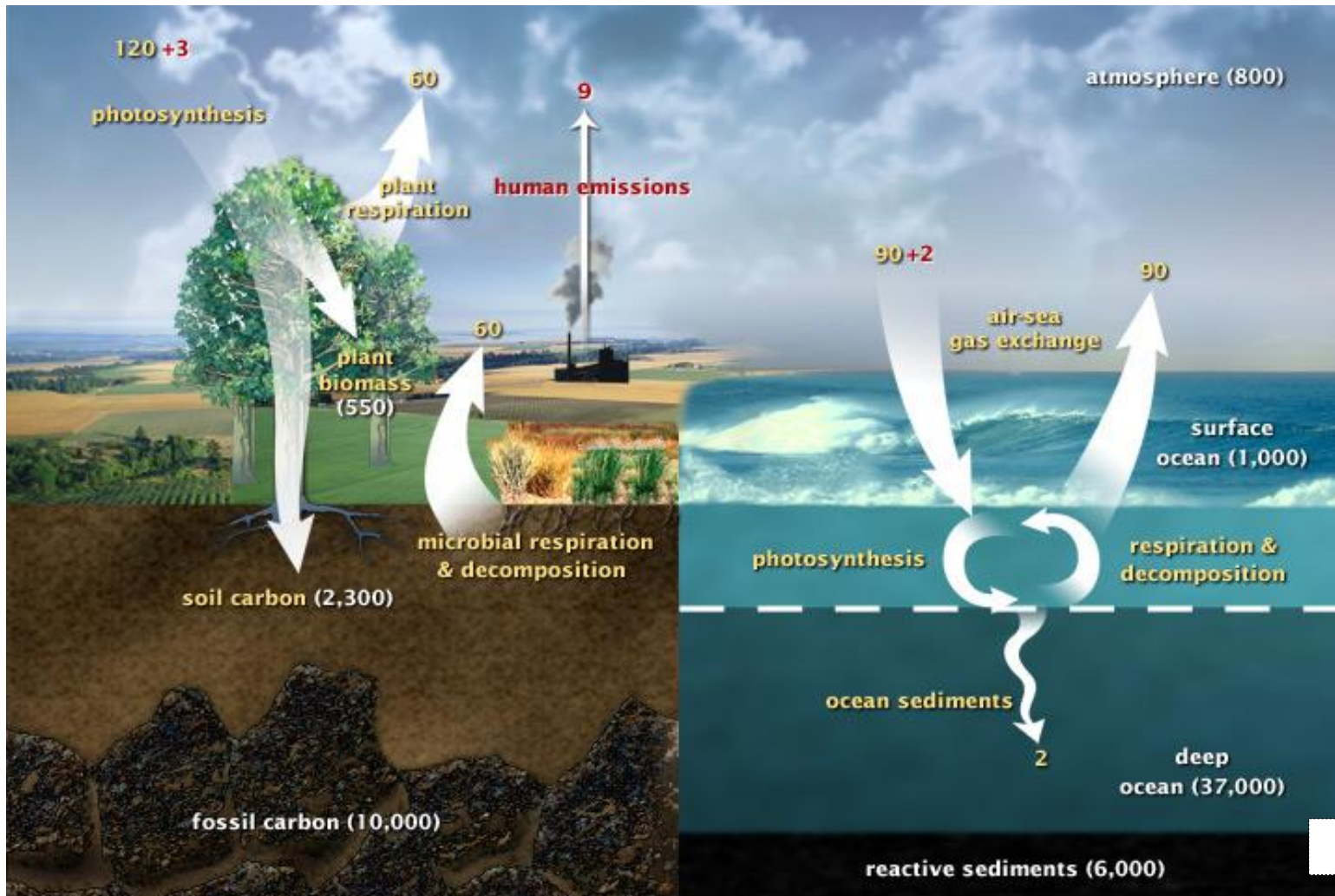


MEGÁLLAPÍTÁSOK:

1. Az éghajlatváltozás örök: $\Delta t = (+15 \text{ }^\circ\text{C}) - (-6 \text{ }^\circ\text{C})$;
2. A jelentős hőmérsékletváltozások 10 000 – 100 000 év időskálájúak (200-2000 emberöltő);
3. Jelenleg a 20 000 évvel előtti jégkorszakból jövünk kifelé, Földünk melegszik.

5.3 A SZÉN KÖRFORGÁSA FÖLDÜNKÖN – Gigatonna/év (2011. év)

A szén egyrészt minden földi élet alapja, másrészt az emberi civilizáció által fogyasztott energia többségének forrása.



A gyors szénciklus diagramja

A karbon mozgását mutatja a szárazföld, a légkör és az óceánok között.

- A **sárga számok** természetes fluxusok [Gt/a];
- A **piros számok** az emberi hozzájárulás [Gt/a];
- A **fehér számok** a tárolt szenet jelölik..

By Holli Riebeek, Design by Robert Simmon

June 16, 2011

(A diagram az US DOE, Biological and Environmental Research Information System-ből származik.)

<https://www.earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle>

5.3.1 FÖLDÜNK SZÉNDIOXID KÖRFORGÁSA – Gt/év; (IPCC 2021)

Körforgásban lévő CO₂ tömegáramok

CO ₂ kibocsátók		Kibocsátók Mrd. t/év		Nyelők Mrd. t/év	Egyenleg Mrd. t/év
(1)	Óceánok	284,8	34,2%	291,8	-7,0
(2)	Föld és vegetáció	507,6	61,0%	522,2	-14,6
(3)	Foszilis égetés + cement	34,5	4,1%	-	34,5
(4)	Erdőirtás, földkivonás	5,9	0,7%	-	5,9
Összesen:		832,8	100%	814	18,8

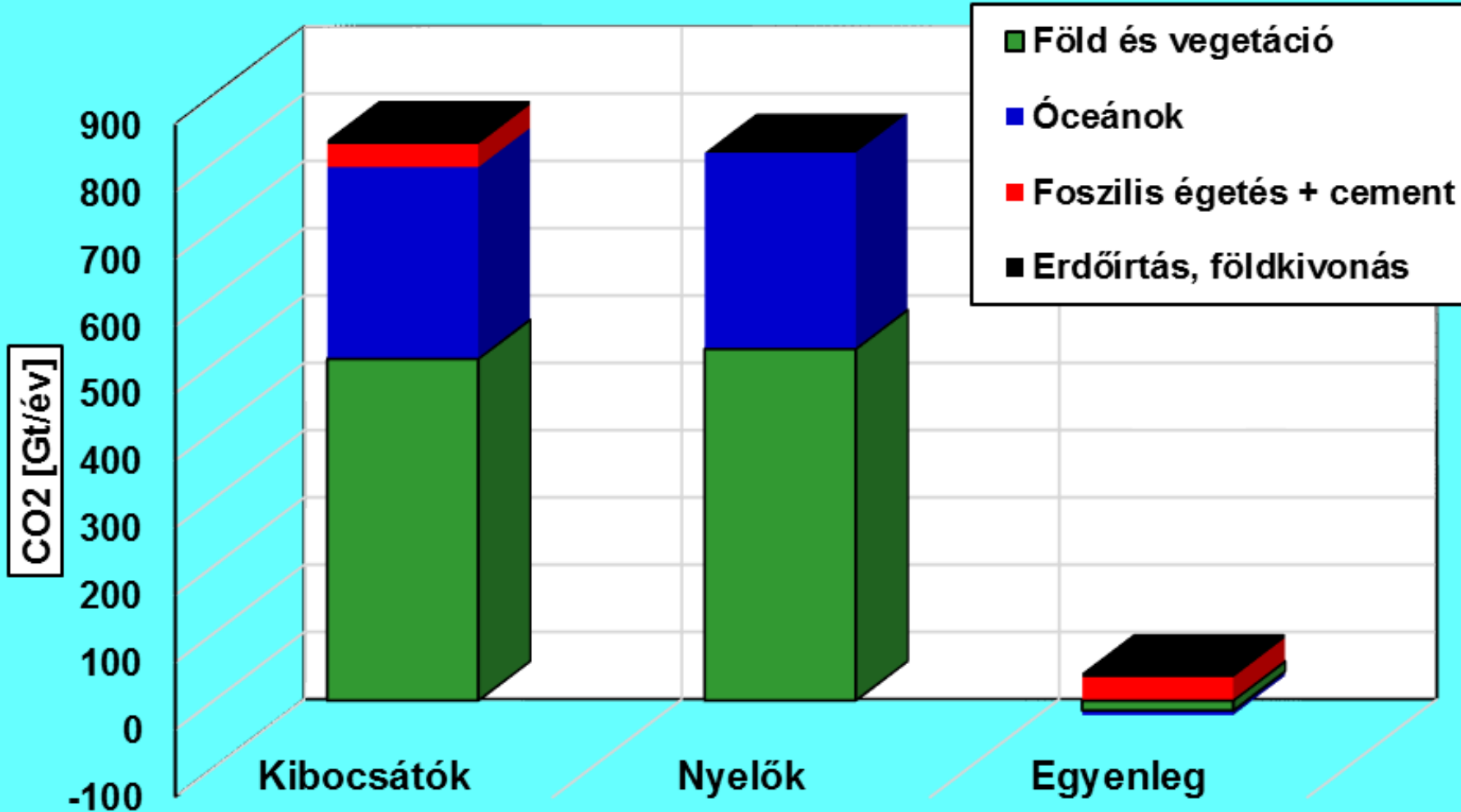
C atomtömeg: 12 g/mol
 O atomtömeg: 16 g/mol
 CO₂ moltömeg: 44 g/mol

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter05.pdf#page=28

<https://www.klimafakten.de/behauptungen/behauptung-die-co2-emissionen-des-menschen-sind-winzig>

5.3.2 FÖLDÜNK SZÉNDIOXID KÖRFORGÁSA – Gt/év

A CO₂ körforgása Földünkön [Gt/év]

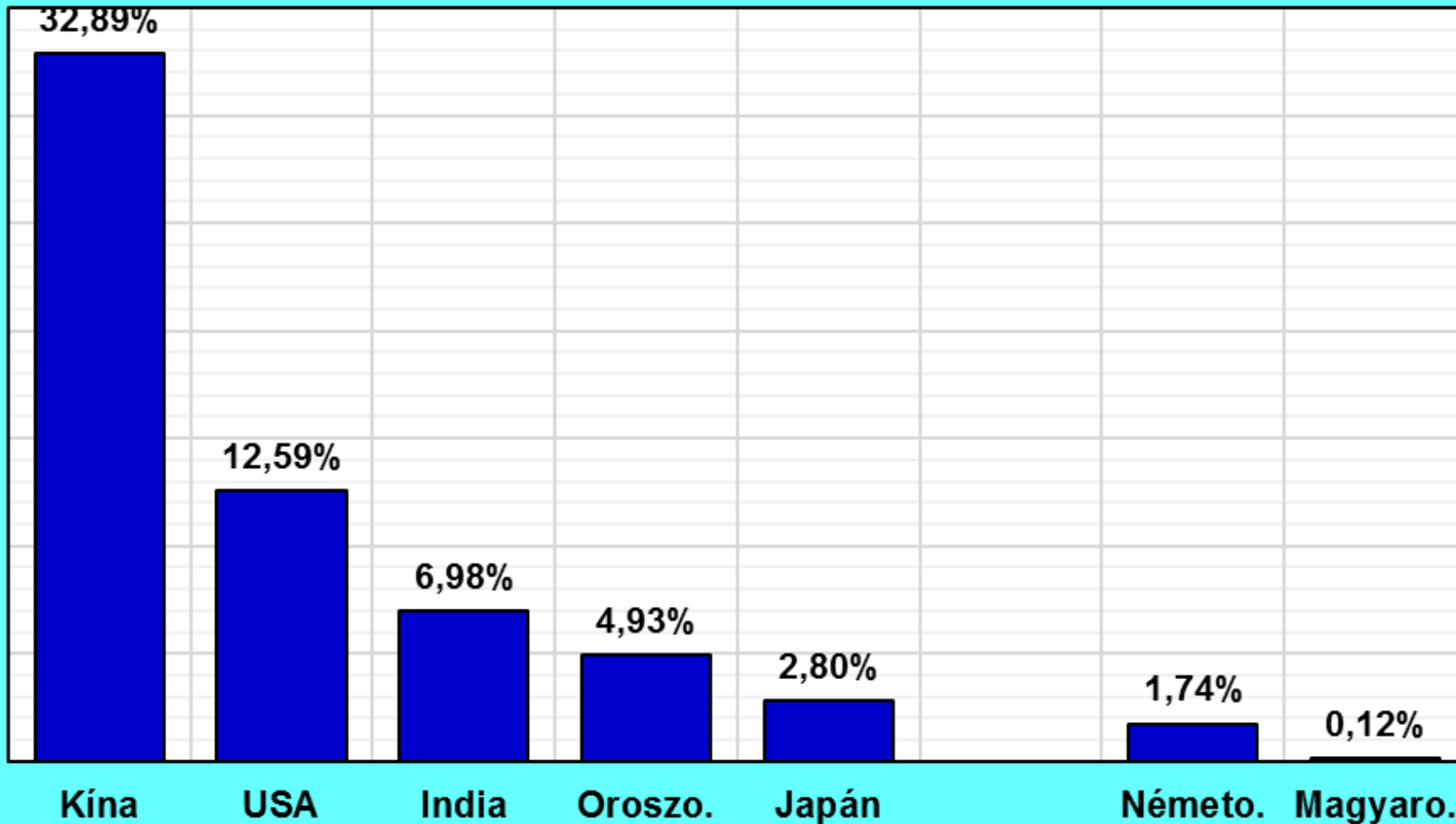


Földfelszín	Egyenleg
Föld és vegetáció	-14,6
Óceánok	-7
Foszilis égetés + cement	34,5
Erdőirtás, földkivonás	5,9
ÖSSZESEN	18,8

A nettó kibocsátás csak **2,3%-a** teljesnek.
Adatok **pontatlansága???**

5.3.3 FÖLDÜNK LEGNAGYOBB SZÉNDIOXID KIBOCSÁTÓI – Gt/év

A VILÁG LEGNAGYOBB CO₂ KIBOCSÁTÓI [%]



A világ összes
CO₂ kibocsátása
2022-ben:

38,52 Mrd. tonna

ebből:

Kína: 12,69

USA: 4,85

India: 2,69

Oroszor.: 1,9

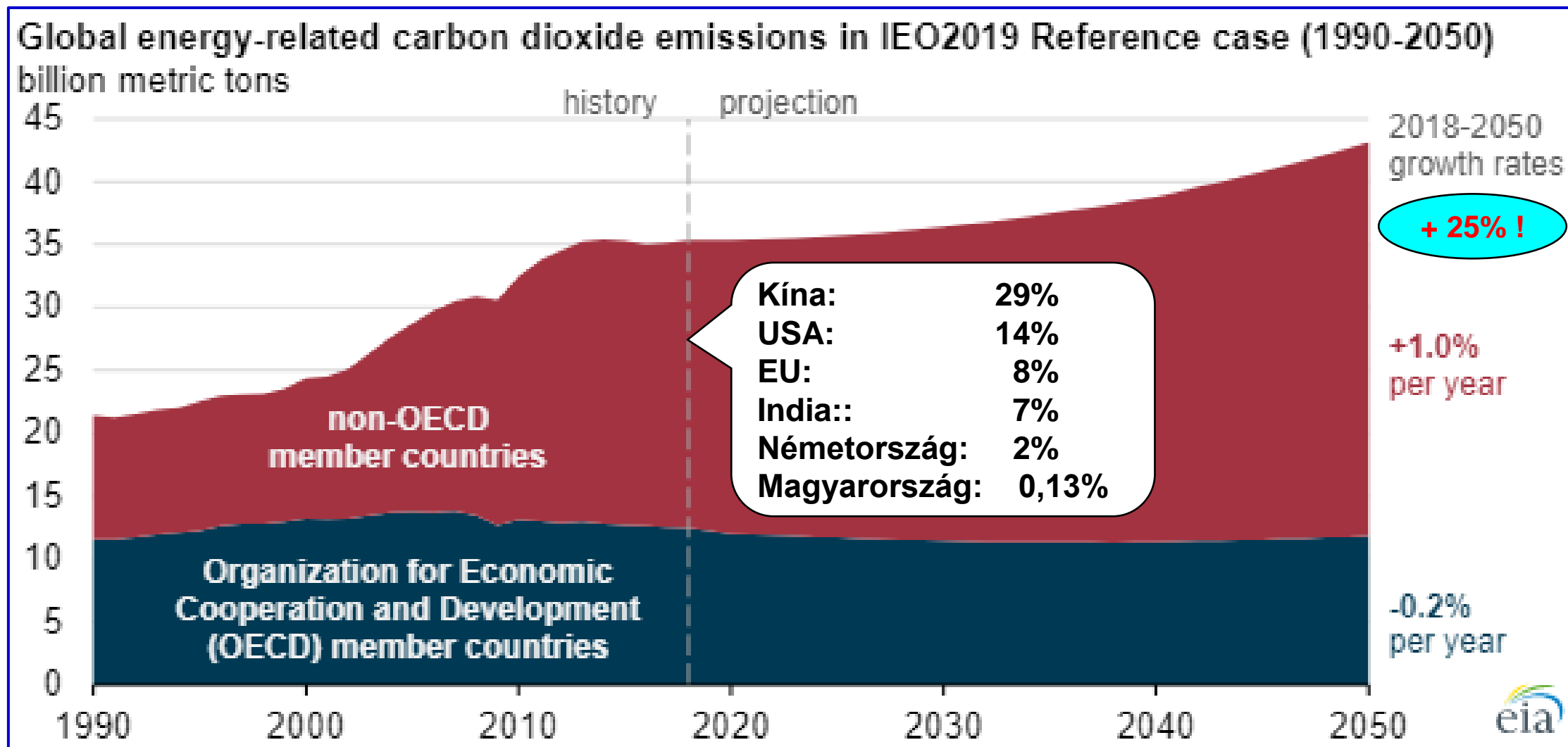
Japán: 1,08

EU: 2,8

Németo.: 0,67

Magyaro.: 0,047

5.3.4 GLOBÁLIS CO2 KIBOCSÁTÁSOK – az EIA szerint (2019.09.30.)



5.4 AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS OKAIRÓL (Országos Meteorológiai Szolgálat honlapja)

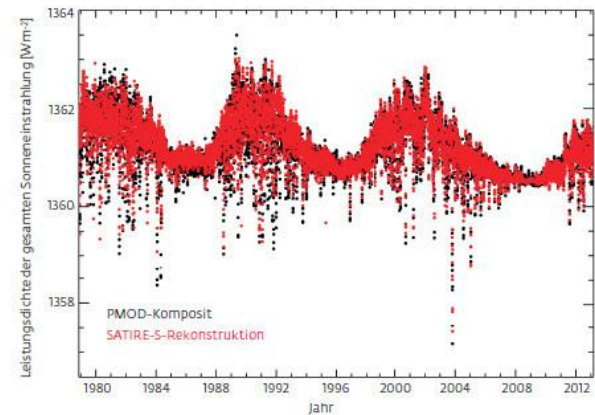
Az éghajlat tényleges változása három párhuzamosan ható okra vezethető vissza:

A) Az éghajlati rendszer belső ingadozásai – emberi hatás nélkül

A légkör, a szárazföldek, az óceánok, a bioszféra és a szilárd víz alkotta ún. éghajlati rendszer **nagyon bonyolult**, nem lineáris. **Időskálájuk**: a másodperces mikro-turbulenciától a **sok száz éves** óceáni vízkörzésig. Hideg-meleg **óceáni áramlatok**: többhónapos-kétéves ciklusokban. Alacsony és magas légnyomások szabálytalanul ismétlődő áramlási ciklusok (akár több évtizedes is lehet), felhők.

B) Természetes külső tényezők:

- 1) **napfolt tevékenység** tisztázatlan jelensége (0,1% változás); Klímahatása nem tisztázott;
- 2) napállandó fluktuációja. Most **1360 W/m²**. Ciklusa 11 év. Emelkedő érték (0,1 W/m²);
- 3) **vulkánkitörések**: aeroszol ernyő (1-3 év), 20 km magas, (SO₂, korom, ...);
- 4) **Milanković – Bacsák elmélet** a Föld mozgásáról (földpálya és földtengely);
- 5) **felhőzet (H₂O)** hatása, a víz körforgása (3 fázis: gőz, víz, jég) !!!;
- 6) víz alatti vulkánkitörések.



C) Antropogén hatások (ember okozta):

- 1) **nő: a szén-dioxid (CO₂)**, a metán (CH₄), a dinitrogén-oxid (N₂O) és a halogénezett szénhidrogéne. koncentrációja;
- 2) **aeroszokok** (por, korom, szulfátok, tengeri sók, stb.): hűtő hatásúak;
- 3) **földi növényzet** megváltozott (legeltetés, őserdő pusztítás);
- 4) **antropogén hőtermelés**: városi hőszigetek régiós éghajlatváltozást okozhatnak;
- 5) **földhasználat** változása.

Min. 20 ok !!!

5.5 NEMZETKÖZI ÉS HAZAI TUDÓSOK KRITIKÁJA ÉS JAVASLATAI

Forráshivatkozások:

- (1) CLINTEL jelentés angolul: <https://clintel.org/wp-content/uploads/2023/05/Clintel-The-Frozen-Climate-Views-of-the-IPCC-online-version.pdf>
- (2) A CLINTEL magyarul: Klímaintelligencia IPCC AR6-ról szóló jelentésének* összefoglalója
[A Klímaintelligencia IPCC AR6-ról szóló jelentésének* összefoglalója - Klímavédelem - Klímavédelem \(enpol2000.hu\)](#)
- (3) A Professzorok Batthyány Köre energia-munkacsoportjának sátoraljaújhelyi javaslatai
<https://www.magyarhirlap.hu/velemeney/20231128-a-pokolba-vezeto-ut-is-jo-szandekkel-van-kikovezve>
2023. november 29.
- (4) Gelencsér András, Pannon Egyetem, ELKH-PE Levegőkémiai Kutatócsoport
Véget kell vetni a féktelen gazdasági növekedésnek
<https://www.portfolio.hu/gazdasag/20231130/gelencser-andras-veget-kell-vetni-a-fektelen-gazdasagi-novekedesnek-654741>
2023. november 30.

5.6 A SZERZŐ ÖSSZEFOGLALÓJA A KLÍMAVÁLTOZÁSRÓL

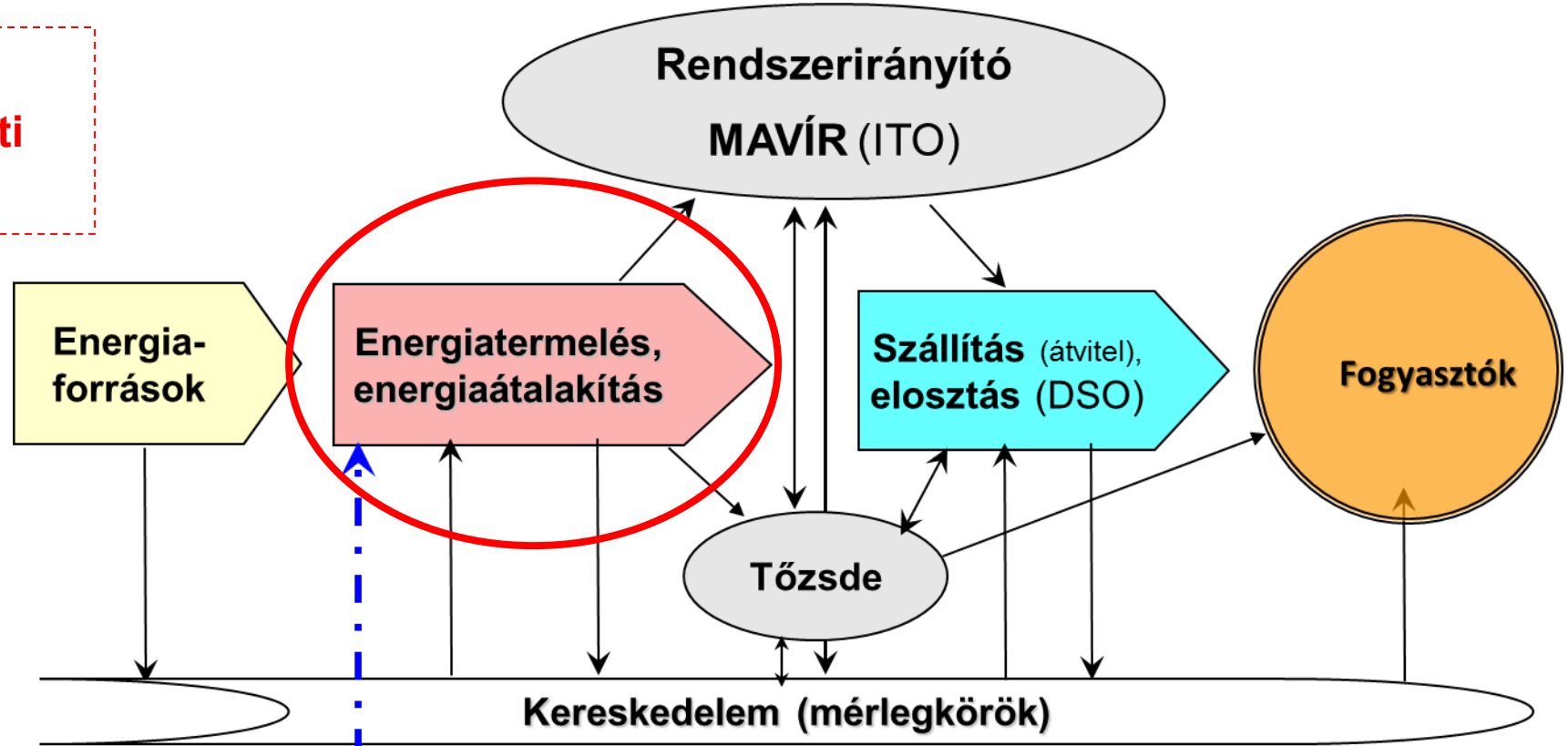
- (1) A világegyetem állandóan változik – az éghajlatváltozás örök, nem megállítható.
- (2) Az emberi beavatkozások hatásának a **mértékét** a tudomány még nem bizonyította.
- (3) A „globális” hőmérsékletváltozás” összetett jelensége nem írható le **egyváltozós függvénnyel** (CO₂).
- (4) A szén a földi élet alapja. **CO₂ üvegház hatású, de nem károsanyag!** Az éghajlatváltozáshoz történő **additív** hozzájárulása nem befejezett kutatási téma. Sok részletét vitatják a tudósok.
- (5) Kérdés: kinek az érdeke a „klímavészhelyzet” vallási félelem szintjére emelése?
- (6) Kérdés: miért nem rendez az ENSZ **nyílt tudományos vitát** az éghajlatváltozásról?
- (7) **Kérdés: mekkora Magyarország felelőssége a globális éghajlatváltozásban? – Legyen arányos!**
 - GDP arányosan (2020): **0,0017 ezrelék;**
 - CO₂ kibocsátás arányában (2021): **0,13%;**
 - Egy főre eső kibocsátás, M.o.: **5 t/fő.** (USA: 15 t/fő, Németország: 8 t/fő, EU-27: 6,3 t/fő).
- (8) Az emberi **károsanyag-** és **hulladék-kibocsátás** pusztítja az ökológiánkat – **a csökkentés sürgető!**
- (9) **FÓKUSZÁLJUNK:** a lokális környezet megőrzésére, **ALKALMAZKODÁS!!!** Hulladékcsökkentés!
 - Elsőrendű életfeltételünk: országon belül a **vízvisszatartás**, az élelmiszertermelés támogatása;
 - Külső kitettségünk csökkentése (helyi források kihasználása, import csökkentés);
 - Exportképes új ökológiai technológiák kifejlesztése, hazai vállalkozások támogatása;
 - Nemzetközi kötelezettségeinket teljesíteni kell ! – figyelembe véve az ország érdekeit;

II. fejezet

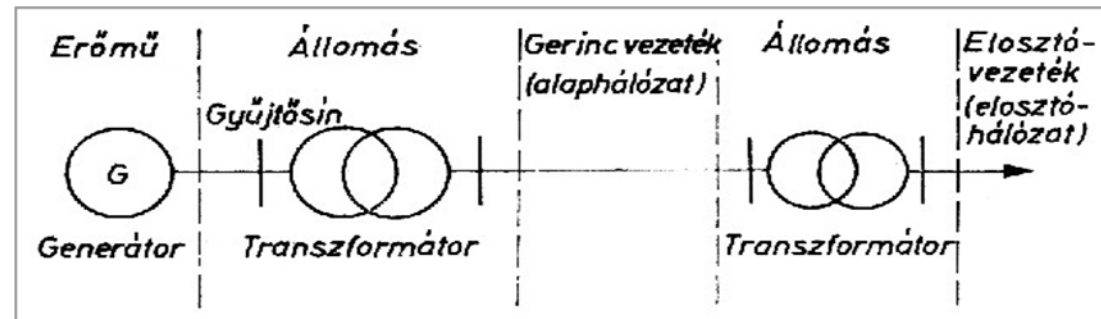
ERŐMŰVEK és ÖKOLÓGIA

6. A VILLAMOSENERGIA RENDSZER FELÉPÍTÉSE

A) Energiaáramlás, irányítás és üzleti kapcsolatok



B) Fizikai értéklánc

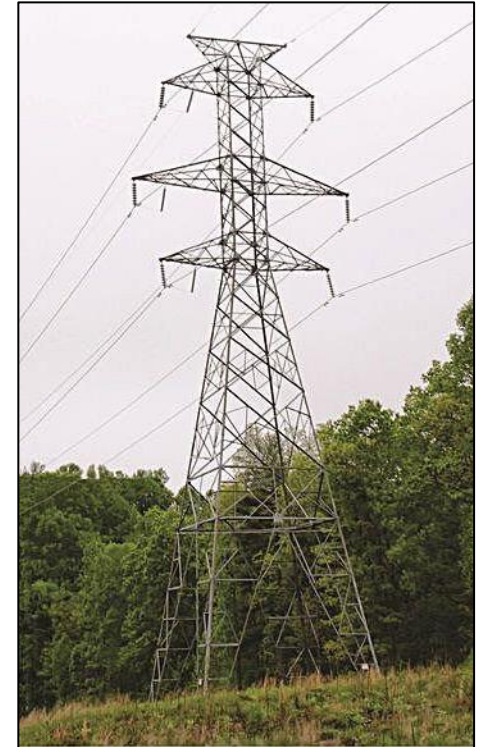


6.1 ERŐMŰVEK KOMPLEX ÉRTÉKELÉSÉRŐL



➤ ÉRDEKHORDOZÓK

- ❖ ENERGETIKA
- ❖ GAZDASÁGOSSÁG
- ❖ ÖKOLÓGIA
- ❖ HUMÁN

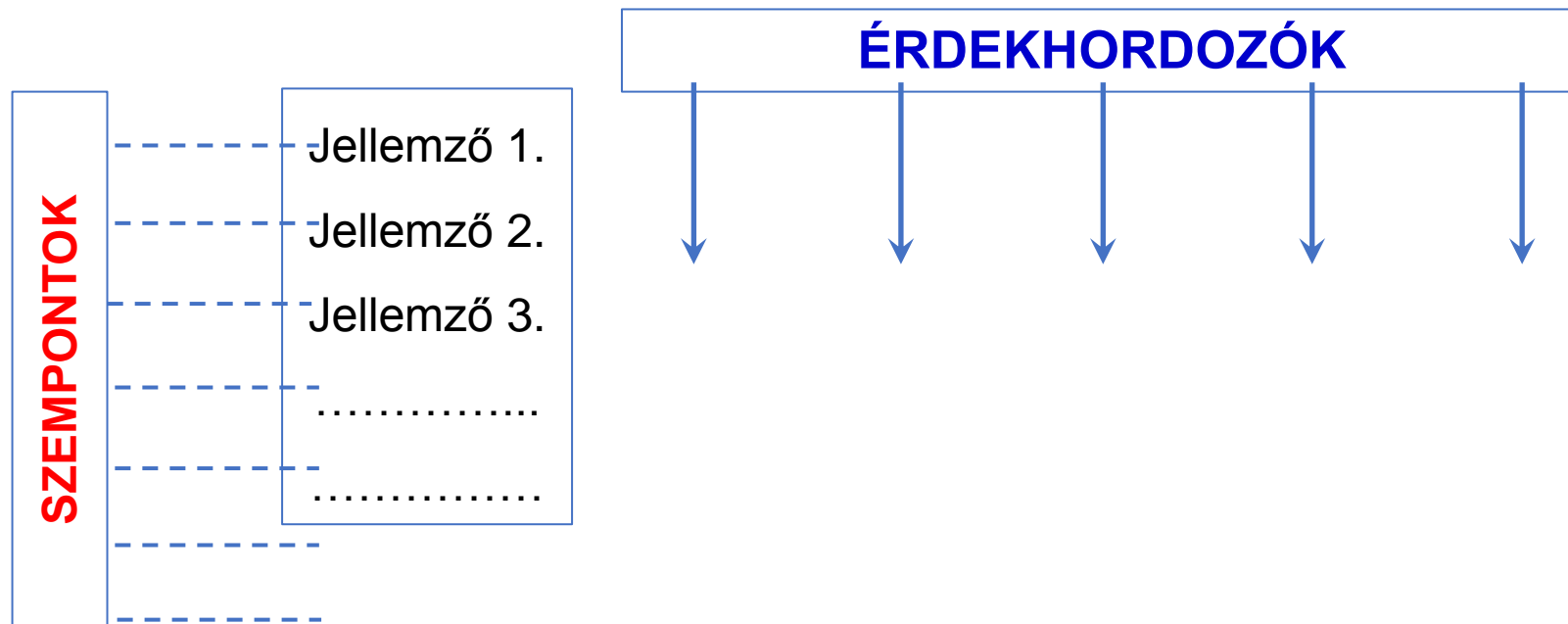


6.1.1 KOMPLEX ÉRTÉKELÉS – az egyoldalú értékeléssel szemben

A módszertan részletes leírása [10] and [11] szakmai cikkben található.

Oszlopok: az **ÉRDEKHORDOZÓK (érdekeltek)** – kinek az érdekét tartjuk fontosnak
(A megszólaló kinek az érdekét képviseli?)

Sorok: az értékelési **SZEMPONTOK**, és azon belül **jellemzők**.
A hasznosság és következmények jellemzői (indikátorai)



A rendszerezett értékelés mátrixa a 6.1.4 pont alatt látható.

6.1.2 AZ ÉRDEKHORDOZÓK – „Ki nyerhet?”

Alapkérdések:

- (1) Ki dönti el, hogy mely technológia előnyös, vagy hátrányos?
- (2) Kinek, mi a szempontja, kinek, mi optimális?
- (3) Döntések háttere: az érdekérvényesítés!

**Ki, állapítja meg a sorrendet?
Válasz: mi magunk! !**

ÉRDEKHORDOZÓK (Döntéshozók. Kinek mi fontos.)		Érdek	Fontossági sorrend
(A)	Fogyasztók	Energiaár, ↓ minőség	2.
(B)	Berendezésgyártók	Berendezés ára ↑	4.
(C)	Befektetők, energiaszolgáltatók	Bevétel, megtérülés ↑	3.
(D)	Magyarország (létezésünk helye)	GNI, munkahely, ellátásbiztonság, ökológia.	1. !!!
(D)	Planétánk, Földünk	Ökológiai lábnyom ↓	1. lokális !!!

6.1.3 A HASZNOSSÁG ÉS A KÖVETKEZMÉNYEK SZEMPONTJAI

- A lenti összeállítás - 4 szempont és 15 jellemző figyelembevételével - áttekintést ad a „hasznosság” és következmények” kategóriájának tételeitől.
- A különböző érdekhordozók a 15 indikátort saját érdekeiknek megfelelően értékelik.

(1) MŰSZAKI SZEMPONTOK

1. **Rendelkezésre állás**
2. **Hatásfok**
3. **Rugalmasság**
(MW/perc)

(2) GAZDASÁGI SZEMPONTOK

4. **Primer energia / ára**
5. **CO₂ költségek**
6. **Beruházási költség**
7. **Megvalósítási idő**
8. **Villamosenergia költségek**
9. **Versenyképesség**
10. **Jövedelemtermelés**

(3) ÖKOLÓGIAI SZEMPONTOK

11. **Földterület igény**
12. **Természet-óvás**
(fenntarthatóság)
13. **Nyersanyagigény**
14. **Újrahasznosítás, tárolás**

(4) HUMÁN SZEMPONTOK

15. **Egészségkárosítás**
(elővilág „egészsége” is ide számítható)

6.1.4 A KOMPLEX ÉRTÉKELÉS MÁTRIXA

S. sz.		Szempont	ÉRDEKHORDOZÓK – a legfontosabb szempont = 5 pont.				
			I. Fogyasztó	II. Gyártó	III. Befektető	IV. Magyaror.	V. Föld
(1) MŰSZAKI	1.	Rendelkezésre állás (r)	5		5	5	
	2.	Hatásfok, η , [%]		4	4		
	3.	Rugalmasság [MW/perc]			4		
(2) GAZDASÁGI	4.	Primer energia árkockázat [EUR/MWh]			5		
	5.	CO2 költségek [EUR/t]			5		
	6.	Beruházási költség [EUR/kW]		4	4		
	7.	Megvalósítási idő [év]			5	4	
	8.	Villamosenergia ár [EUR/MWh]	5		5	4	
	9.	Versenyképesség [EUR/MWh]		5	5	4	
	10.	Jövedelemtermelés - megtérülés			5	5	
(3) ÖKOLÓGIA	11.	Földterületek elfoglalása [m ² /GWh]				4	5
	12.	Természetóvás (EROI, kibocsátások,)				5	5
	13.	Anyagfelhasználás [kg/kWh] - függőség				4	5
	14.	Újra hasznosíthatóság				4	5
(4) Eg	15.	Emberi egészségkárosítás [YOLL/TWh]	4			5	

..... A mátrixból kiemelve a legfontosabb tételeket :.....

(3) ÖKOLÓGIAI SZEMPONTOK

- 11. Terület igény**
- 12. Természetmegóvás**
(„fenntarthatóság”)
- 13. Anyagfelhasználás**
- 14. Recycling, reusability**

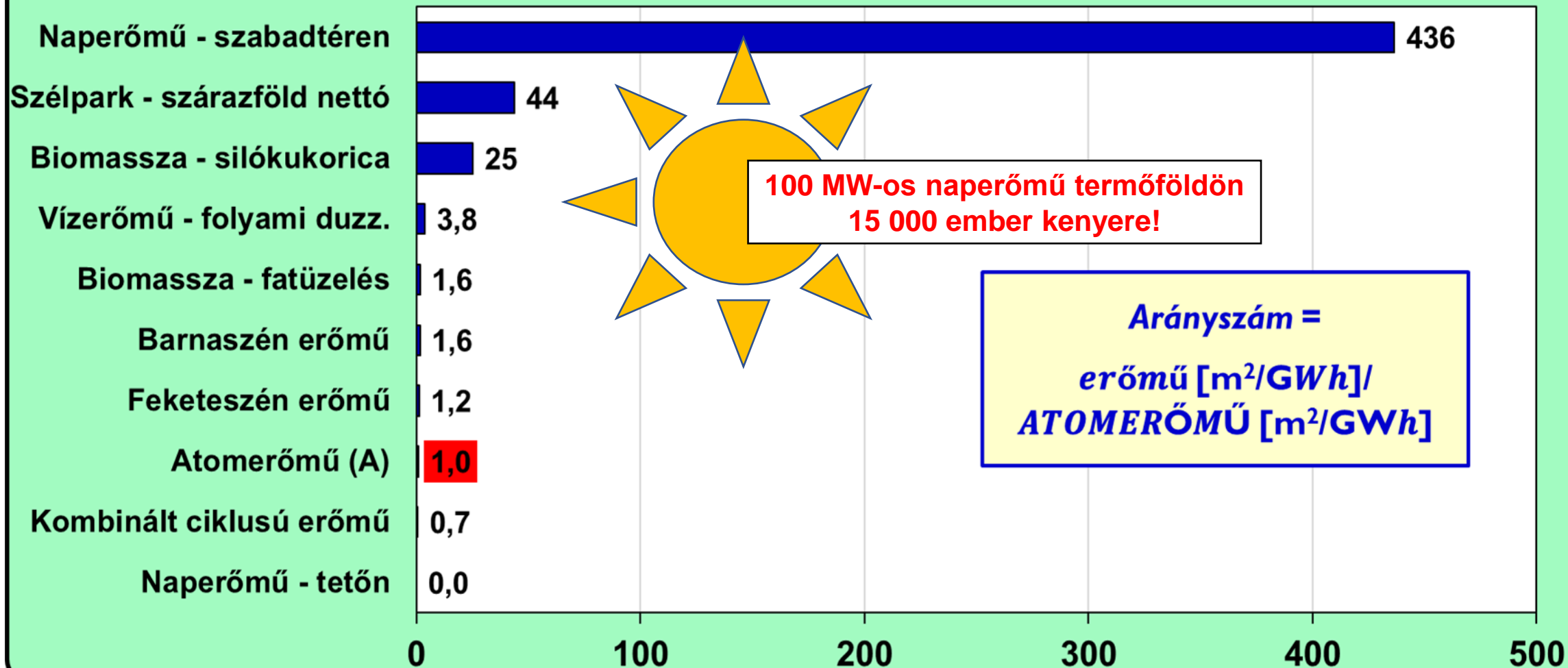
7. ERŐMŰVEK ÖKOLÓGIAI ÉRTÉKELÉSE – TELJES ÉLETCIKLUSRA

Definíciók:

- **Teljes életpciklus** (Life Cycle Assessment, LCA): a bányanyitástól a lebontásig (újrahasznosításig) eltelt idő - „Bölcsőtől a sírig”
- **Üzemidő (élettartam)**: az első üzembehelyezéstől a végleges leállításhig eltelt idő, amely alatt energiát termel.
- **Területfoglalás**: az energetikai objektum által a természetből kivont földterület. (Itt az atomerőműhöz hasonlítjuk).
- **ERoI** (Energy Return on Energy Invested) = élettartam alatt megtermelt összes energia / a teljes életpciklus alatti energiaráfordítás (LCA). A gazdaságossági minimum feltétele: $ERoI > 6-8$. Lásd még: NEG.
- **NEG** (Net Energy Gain) = élettartam alatt megtermelt összes energia – a teljes életpciklus alatti energiaráfordítás (LCA). A nettó energianyereség tehát: $NEG = 1 - 1/ERoI$ [%].
- **Fajlagos anyagigény: teljesítményspecifikus** - beépített anyag [t] / beépített teljesítmény [MW].
Energiaspecifikus - beépített anyag [kg] / élettartam alatt termelt energia [kWh].
- **Relatív fajlagos anyagigény**: összehasonlító jellemző. A referencia: atomerőmű.
Egy adott erőmű energiaspecifikus fajlagos anyagfelhasználását viszonyítjuk **az atomerőmű energiaspecifikus** fajlagos anyagfelhasználásához. A [kg/kWh] / [kg/kWh] dimenzió nélküli szám megmutatja, hogy az adott erőmű hányszor annyi beépített anyagot igényel, mint egy atomerőmű – az élettartam alatt megtermelt kWh energiára vonatkoztatva.

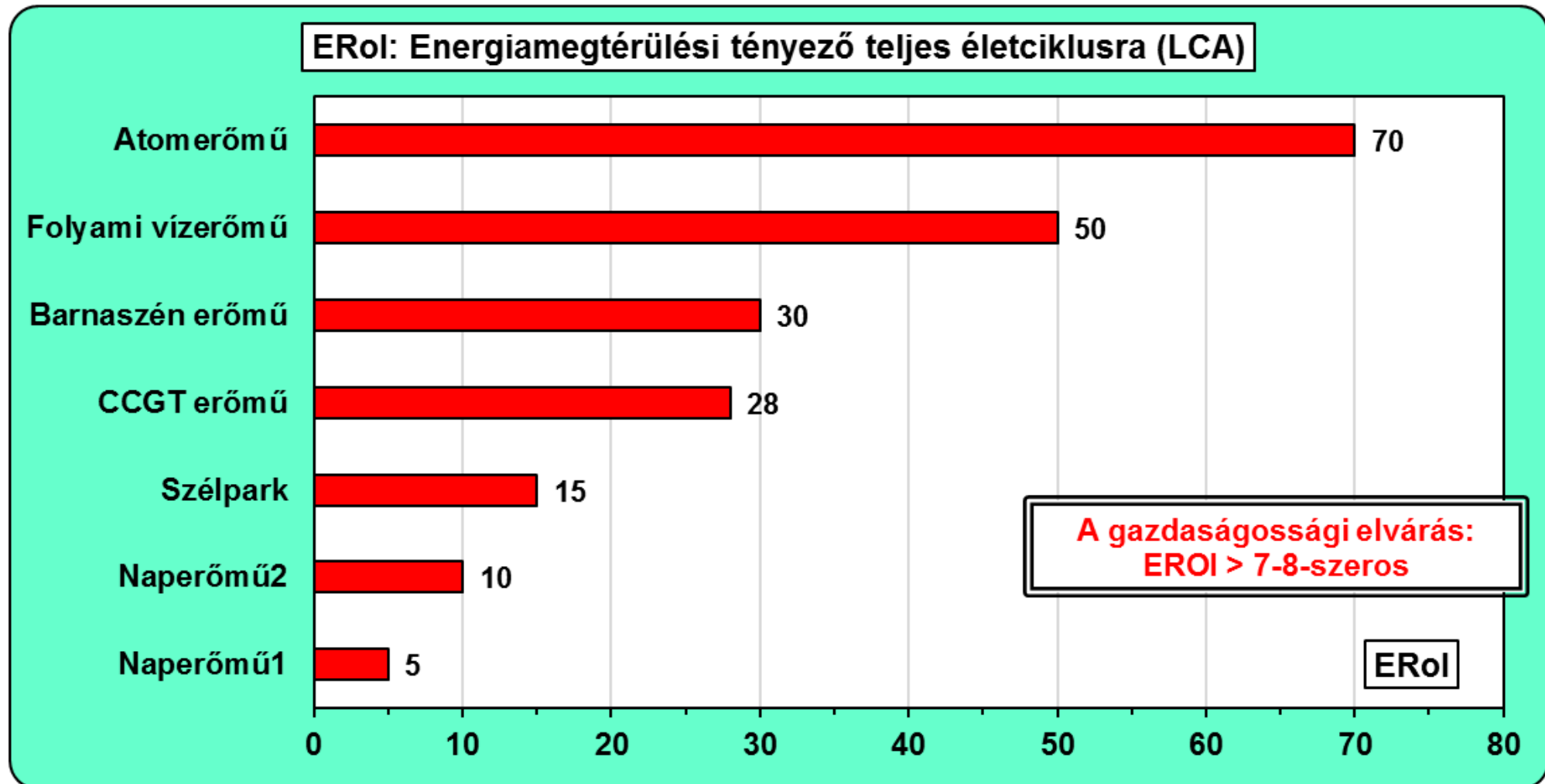
7.1 Földterületek elfoglalása – az élettartam alatt megtermelt kWh-ra

RELATÍV TERÜLETIGÉNY
Bázis: Atomerőmű = 1 egységnyi



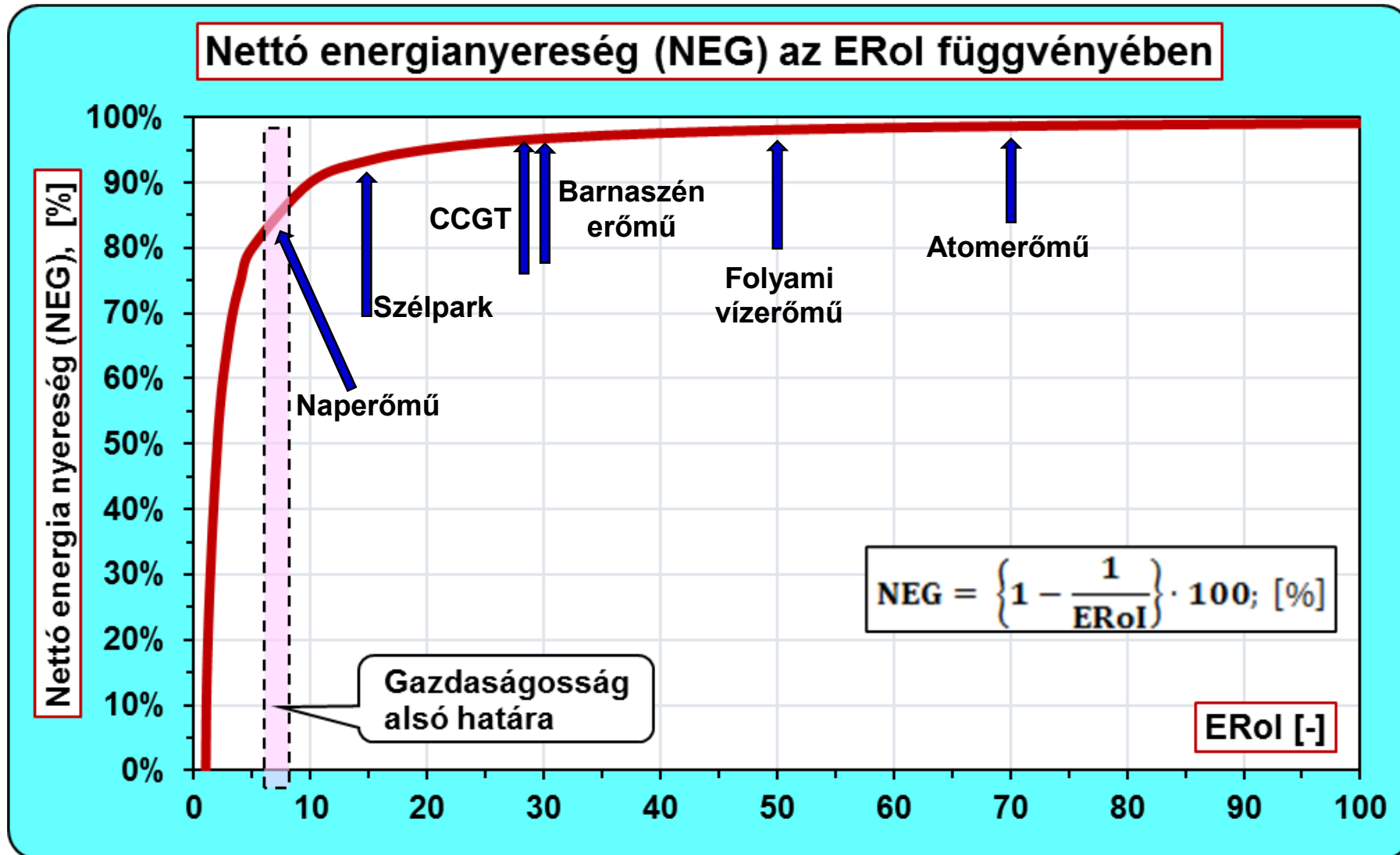
7.2 Energiavisszatérülési mutató (ERol: Energy Return on Invested energy)

ERol = élettartam alatt megtermelt energia / teljes élelciklus alatt elfogyasztott energia (LCA)



7.2.1 Nettó energianyereség (NEG: Net Energy Gain)

NEG = Élettartam alatt megtermelt energia - Teljes életciklus alatt elfogyasztott energia (LCA);

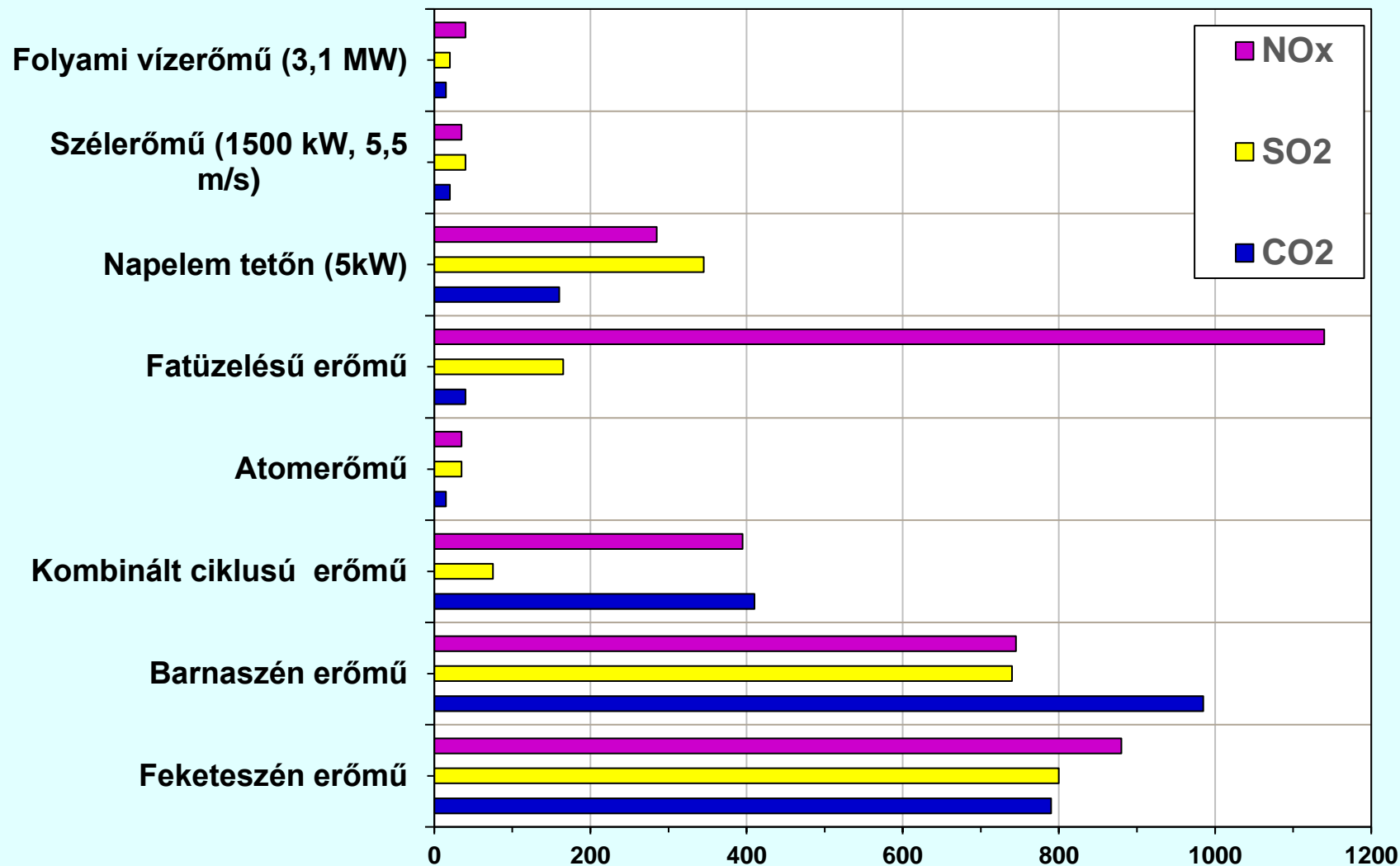


ERol:

Naperőmű:	5-10
Szélpark:	15
CCGT:	28
Barnaszén erőmű	30
Folyami vízerőmű	50
Atomerőmű:	70

7.3 Kibocsátások - természetóvás

KIBOCSÁTÁSOK: NO_x és SO₂ [mg/kWh]; CO₂ [g/kWh] [9]



NO_x : károsanyag;

SO₂ : károsanyag;

CO₂ : üvegházhatású” gáz,

a légköri szén-dioxid a földi

élet elsődleges életforrása

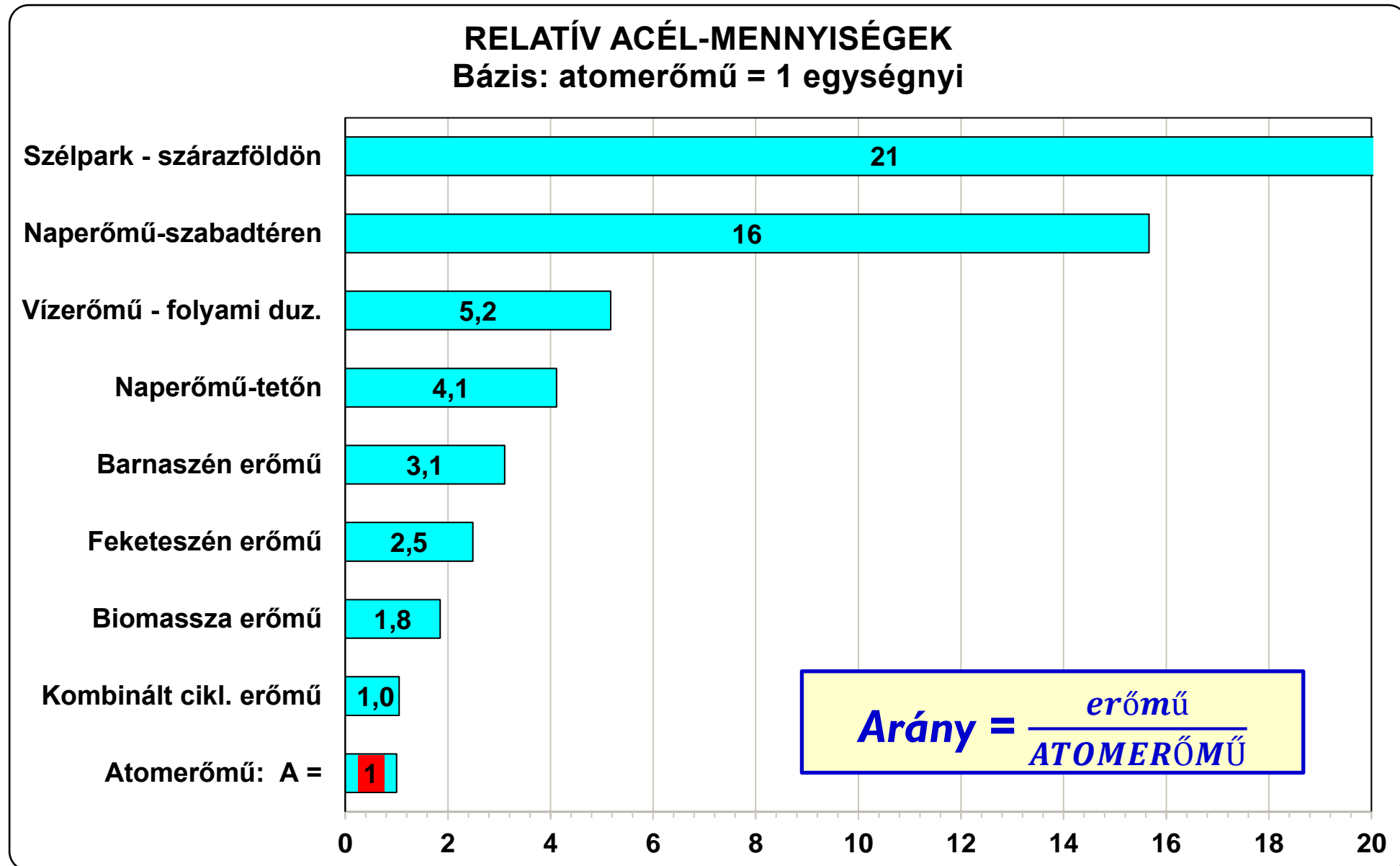
(pl. növények, algák, ...);

ipari és élelmiszeripari

hasznosítása, hűtőgépek

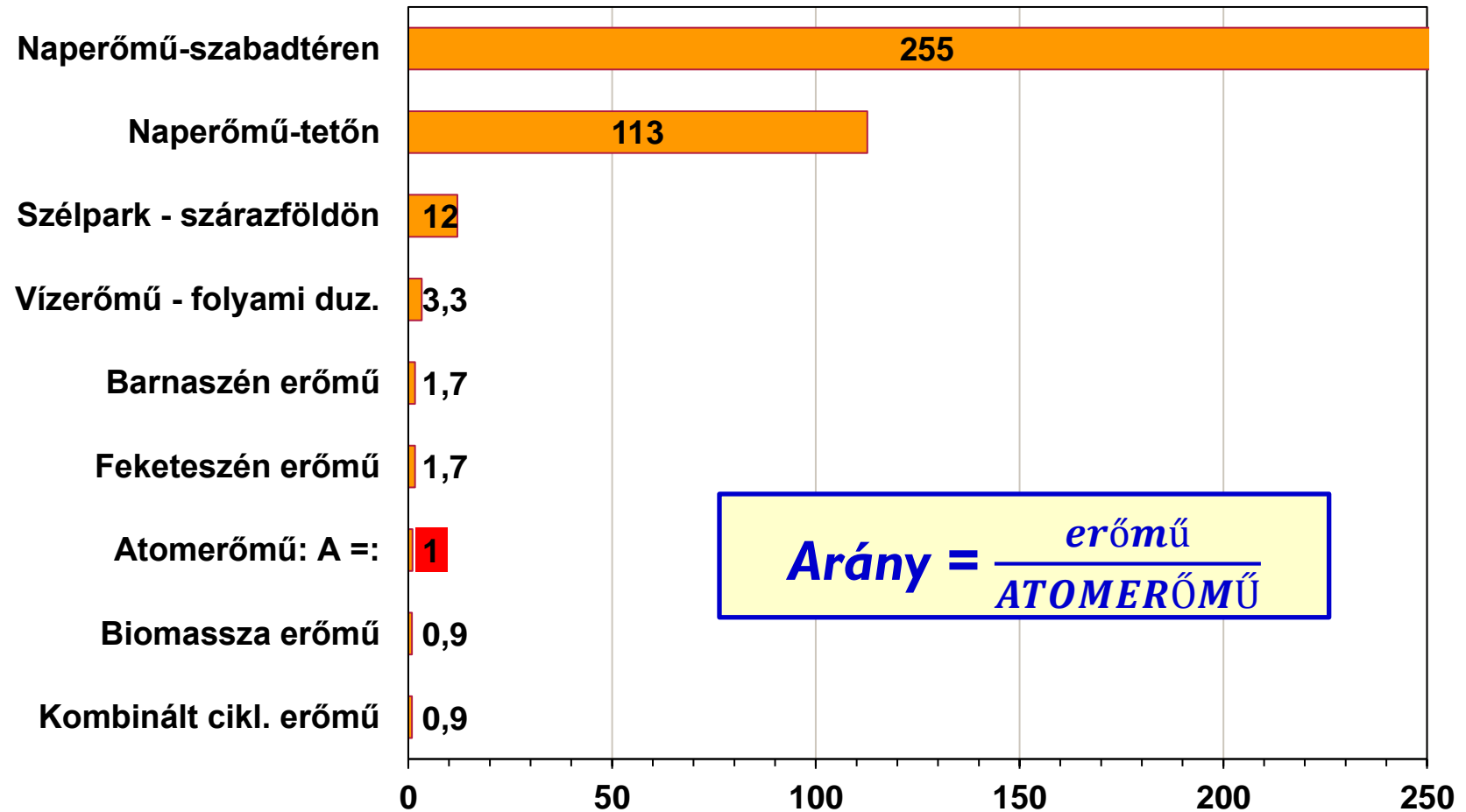
hűtőközege (R744)

7.4 Anyagfelhasználás / ACÉL – bázis kWh (élettartam) [9]

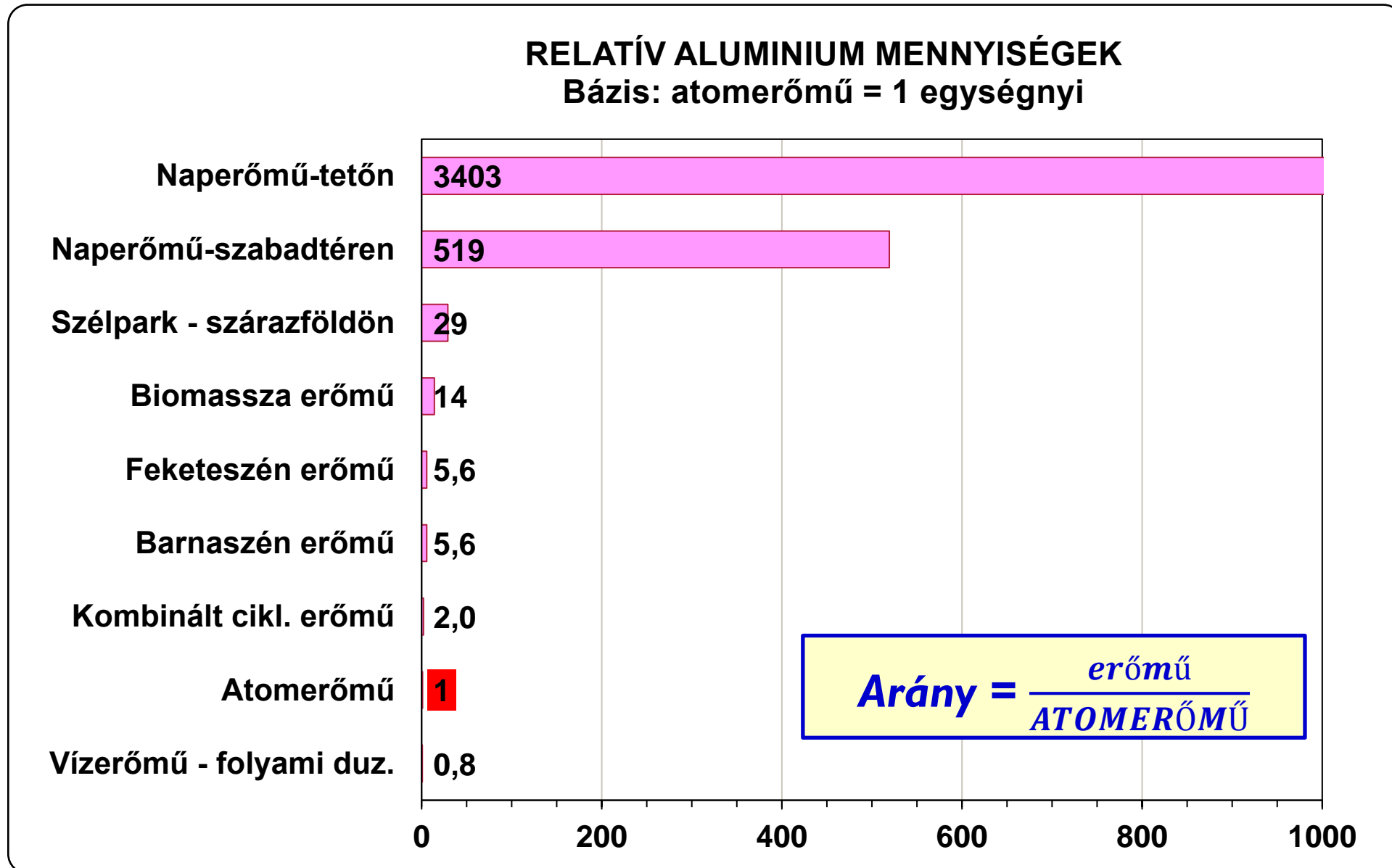


7.5 Anyagfelhasználás / RÉZ – bázis kWh (élettartam) [9]

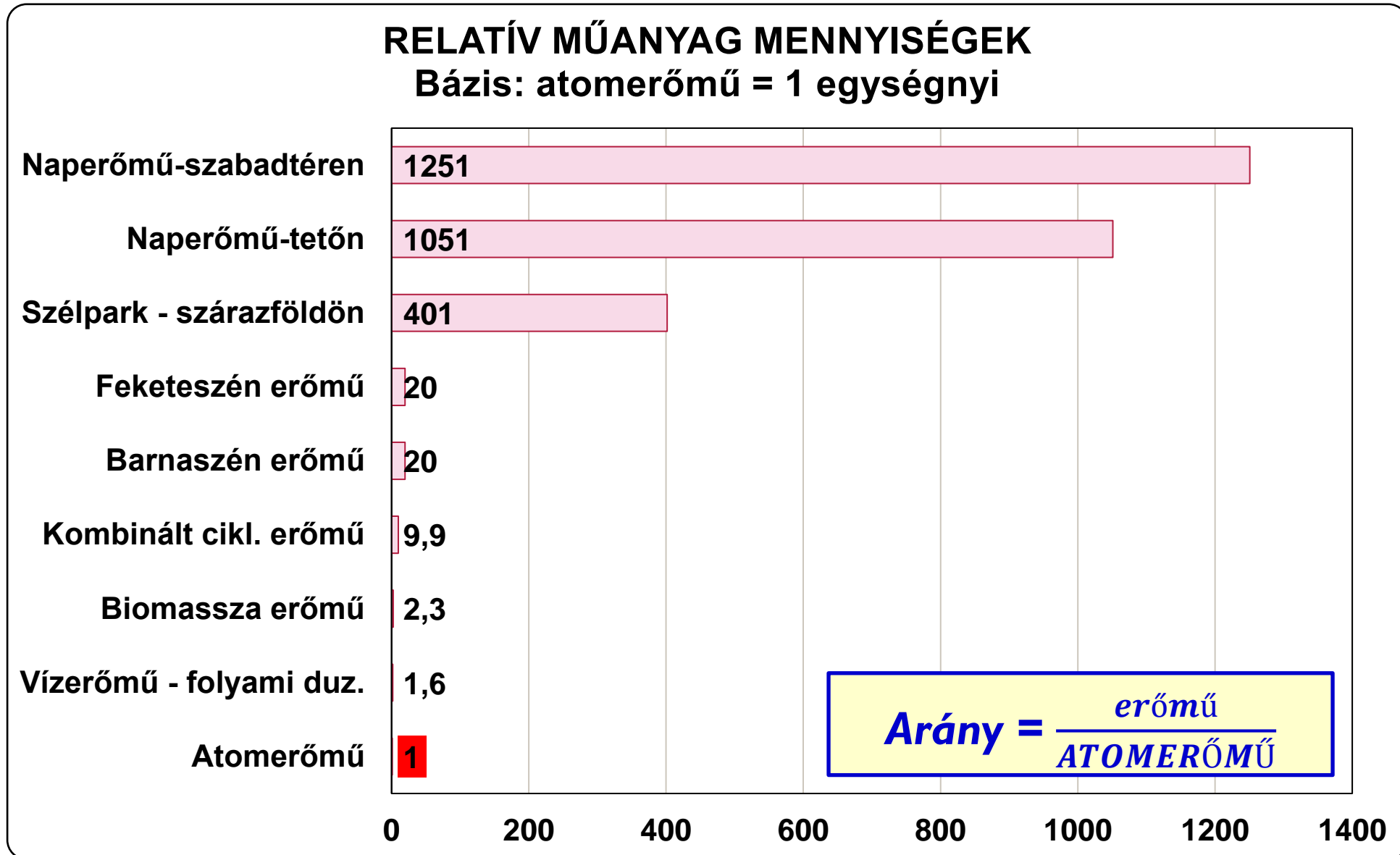
RELATÍV RÉZ-MENNYISÉGEK
Bázis: atomerőmű = 1 egységnyi



7.6 Anyagfelhasználás / ALUMINIUM – bázis kWh (élettartam) [9]

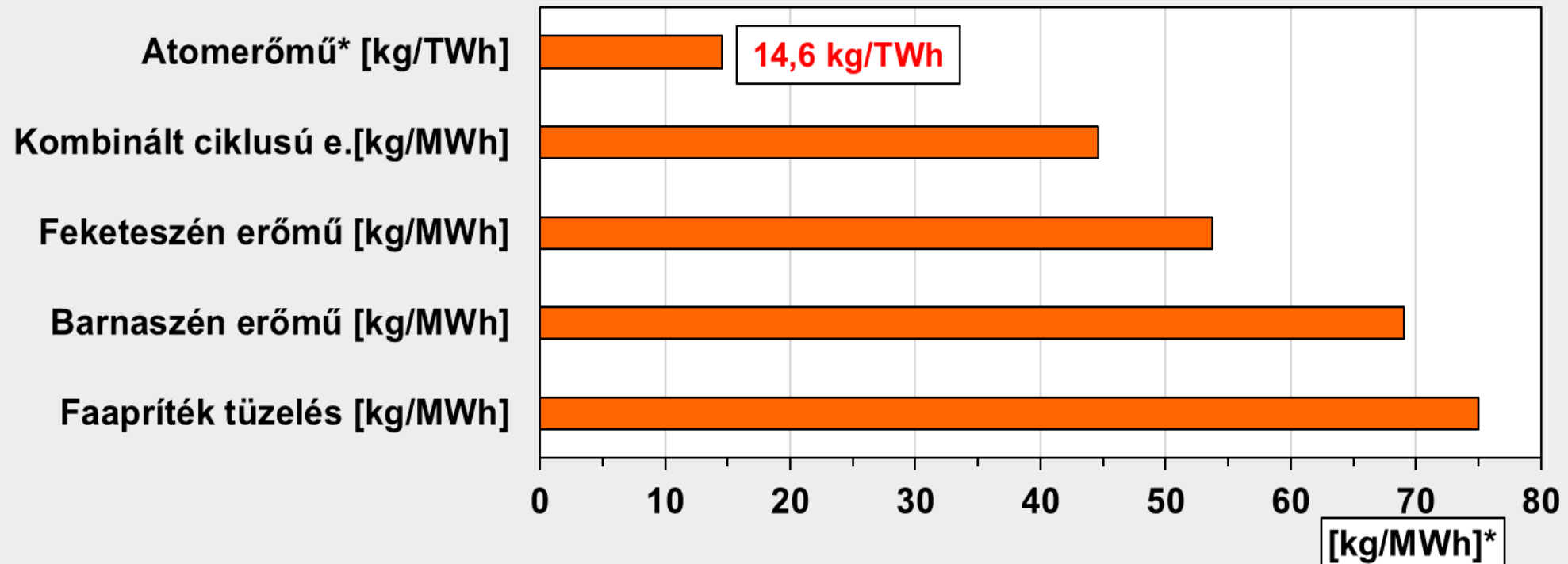


7.7 Anyagfelhasználás / MŰANYAG – bázis kWh (élettartam) [9]



7.8 Anyagfelhasználás / TÜZELŐANYAGOK – bázis kWh (élettartam) [9]

ERŐMŰVEK FAJLAGOS TÜZELŐANYAG FELHASZNÁLÁSA



A fosszilis erőművek által elégetett tüzelőanyagok mennyisége durván **5-20-szor nagyobb**, mint a nap- és szélenergiák szerkezeti anyagainak fajlagos mennyisége.

Tonnában mérve tehát, a felhasznált fosszilis tüzelőanyagmennyiség nagyobb, mint a szerkezeti anyagoké.

Környezetterhelés: az égéstermékek a levegőbe kerülnek; a szerkezeti anyagok lebontás után részben elégetésre, újrahasznosításra, a maradék pedig a hulladéktárolóba kerül. **Kulcskérdés: az újrahasznosítás foka (költség!).**

7.9 Anyagok beszerzési kockázatai - függőség

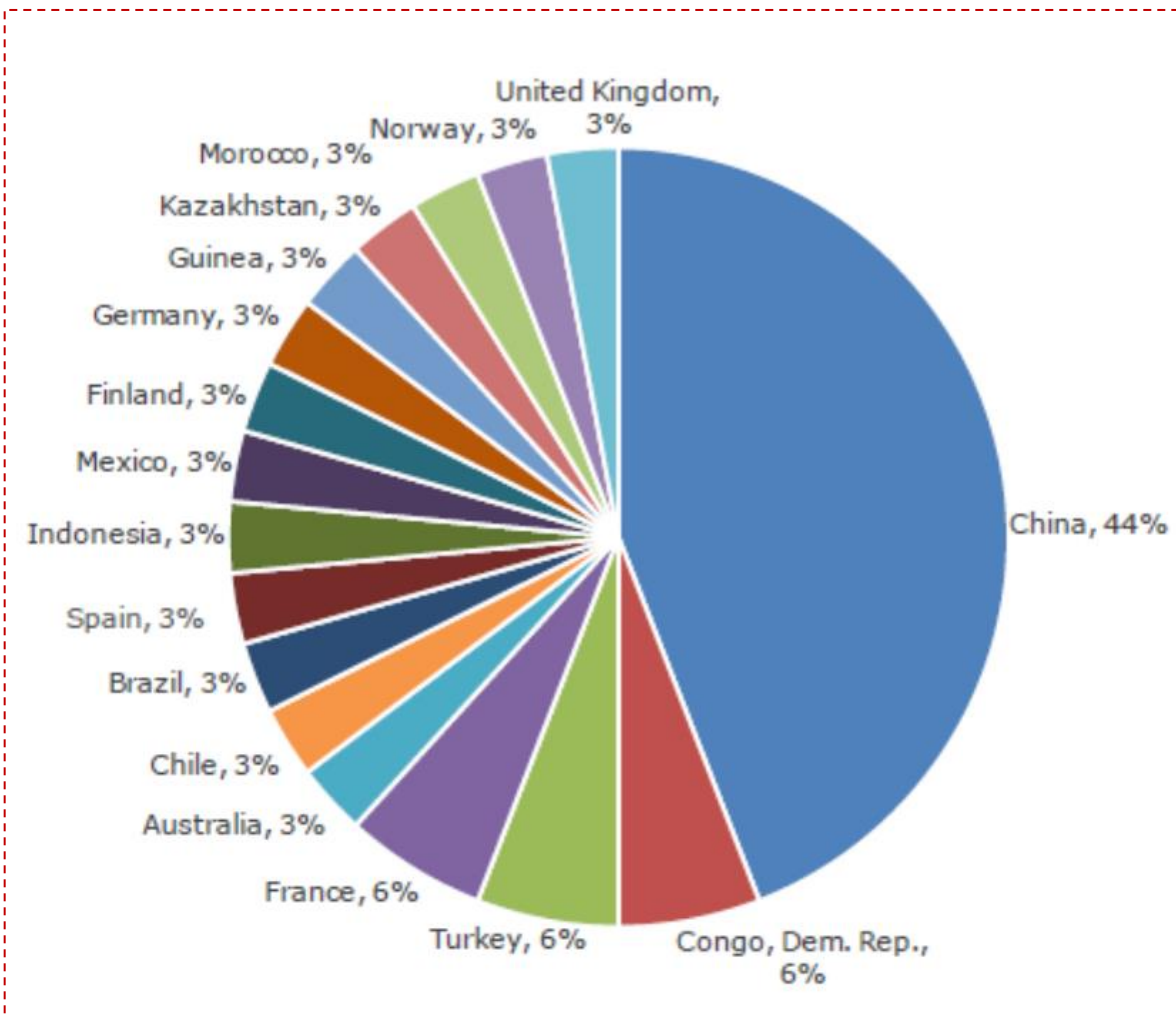
GEOSTRATÉGIA: Kritikus nyersanyagok - Kritikus energiahordozók (földgáz, LNG, olaj)

Az OECD előrejelzése szerint a globális anyagigény 2060-ig **megduplázódik**. (79 Mrd. tonnáról 167 Mrd. tonnára).

A mai olajfüggőséget a jövőben felválthatja az **anyagfüggőség**. Ez különösen vonatkozik az **új technológiák** szerkezeti elemeihez szükséges alapanyagokra (**kobalt, diszprozium, gallium, lítium, neodímium, nióbbium, terbium, stb.** (**Critical Raw Material, CRM**)). A 83 féle ritka anyagból **30 fajta CRM besorolású az EU-ban**, mert itt alig fordulnak elő. Az érintett stratégiai szektorok: a **megújuló energiahasznosítás, az e-mobilitás, a digitalizáció, az űripár, a védelmi ipar.**

Az EU 2017-ben felismerte, hogy a 2050-ig célba vett karbonmentességi tervének **stratégiai kockázatát** az anyagforrások hozzáférése jelenti.

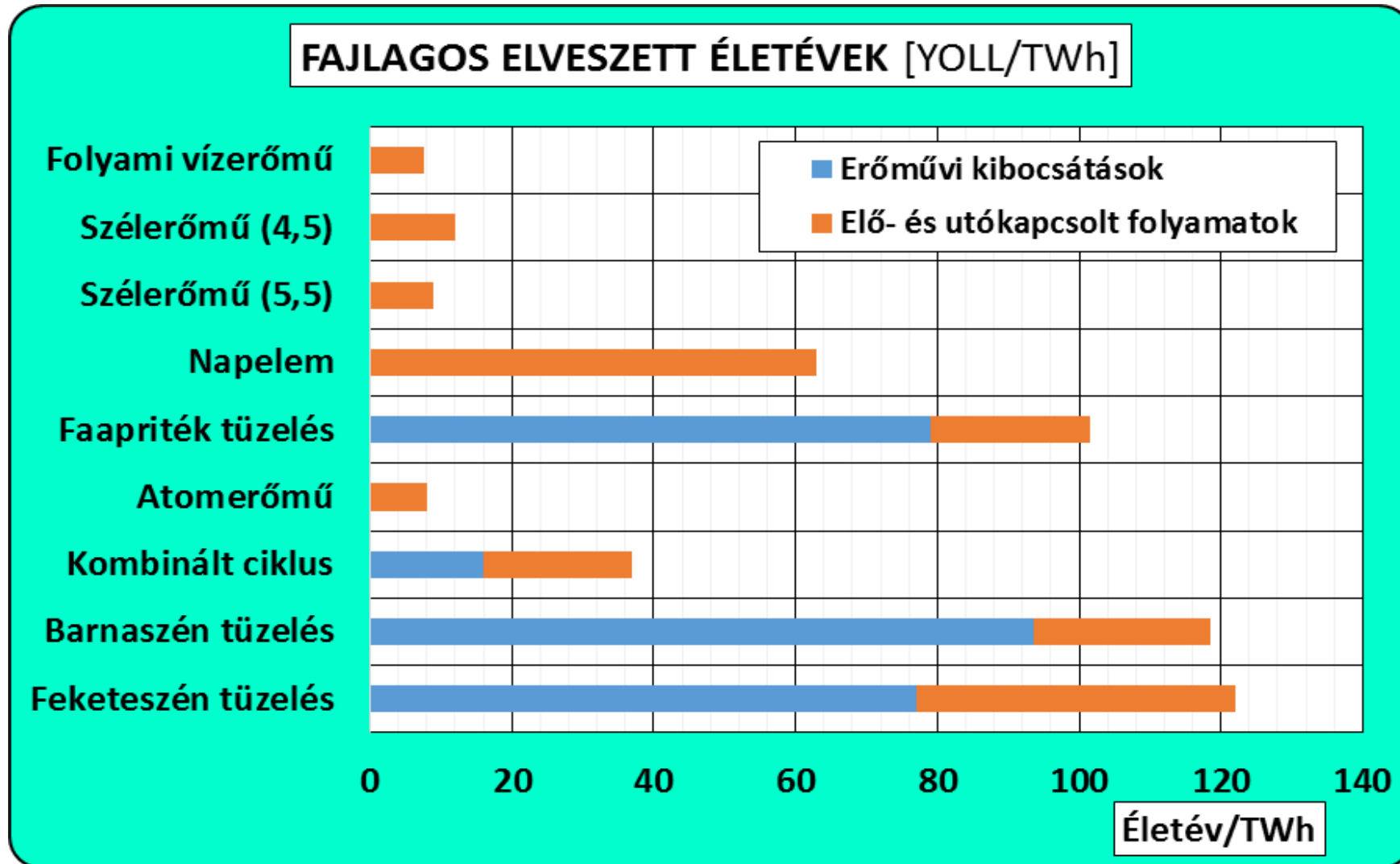
Az EU az ilyen helyzetek kezelésére biztonsági stratégiai terveket készít. Fő megoldás: a beszerzés **diverzifikációja**.



7.10 Emberi egészség – elvesztett életévek [év/TWh]

Egészség kockázatok:
YOLL: Years of Life Lost

Megtermelt villamosenergiára vonatkoztatott,
elvesztett emberi életévek / TWh



8. A NAPENERGIA FIZIKAI TULAJDONSÁGAI RÓL [10]

(1) A nap- és szélenergiák legalapvetőbb előnye: **nincs szükségük fosszilis energiára.**

(2) A napsugárzás hasznosításának 3 meghatározó fizikai hátránya van:

A) Alacsony felületi teljesítménysűrűség [W/m^2]; - összehasonlításként:

FELÜLETI TELJESÍTMÉNYSŰRŰSÉGEK		kW/m ²
1.	Napsugárzás intenzitása nyáron, délben	1,0
2.	Napelemek kimeneti teljesítménye	0,25
3.	Hősugárzás perzselő bőrfájdalma	≈ 10
4.	Égő fa hősugárzása meggyújtás után	≈ 15
5.	Hagyományos erőművi kazánok hőátadó felületeinek átlaga	≈ 30
6.	Nagyvízterű lángcsöves gőzkazánok hőátadófelületeinek átlaga	≈ 50
7.	Elektromos tűzhely főzőlapja	≈ 60
8.	Tűzoltó védőruha méretezése	≈ 80
9.	Atomreaktorok gőzfejlesztő hőcserélői	50-100
10.	Erőművi kazánrostélyok	≈ 1000

**„SŰRŰ” – „HÍG”
energia fizikája**

**Következménye:
nagy
anyagszükséglet.**

B) A napelemek relatív alacsony hatásfoka; (Jelenlegi hatásfokuk ≈25%, a szélenergiáé ≈30%.

A mai nukleáris erőművéké: 38%. A fosszilis tüzelőanyagú erőművéké: 44-63%.

C) Időjárásfüggőség teljesítményben és rendelkezésre állásban.

(3) Magyarországon az esztendő 75%-ában nincs napsütés. A „széltartam” kb. 80%-os, de a szélenergiák teljesítménye a szélesség **harmadik hatványával** arányos.

8.1. A NAPERŐMŰVEK „PROS and CONS” [10]

	NAPERŐMŰVEK	ELŐNYEI	HÁTRÁNYAI
1.	Primér energia ára	Ingyen kapjuk	az állam nem kap koncessziós díjat
2.	Energiasűrűség [kW/m ²] – a napmodul felületére	---	alacsony (0,23 kW/m ² kimenet)
3	Naptelepek hatásfoka Éves teljesítményromlás (degradáció)	----	22-25% alacsony 0,7-0,8%/év
3.	Energiavisszatérülési szám	---	nagyon alacsony (ERol=5-10)
4.	Területigény	---	nagyon nagy (1,5 ha/MW)
5.	Berendezések anyagigénye (t/MW, ill. kg/MWh)	---	nagyon nagy
6.	Megvalósítási idő	kedvező	---
7.	Rendelkezésre állás: 25%-nyi napsütés/év	---	fluktuáló, napszak, évszak függő
8.	Kapacitáskihasználtsága Magyarországon	---	csak 11-15% helyettesítő erőmű szükséges
9.	Inerciája (lomhasága) frekvencia tartáshoz	---	nincs neki
10.	Menetrendkövetési garancia		nincs
11.	Ökológia: rovarok, helyi hőforrás, légköri zavarás		lokális „hősugárzó”
12.	Ökológia: ha termőföldön helyezük el		1000 MW → 150 ezer ember kenyere

9. A SZÉLERŐMŰVEK „PROS and CONS” [10]

	SZÉLPARKOK	ELŐNYEI	HÁTRÁNYAI
1.	Primér energia ára	Ingyen kapjuk	az állam nem kap koncessziós díjat
2.	Energiasűrűség [kW/m ²] – a rotor-kör területére	---	alacsony (0,3-0,5 kW/m ² kimenet)
3.	Szélerőművek hatásfoka – az érkező mozgási energiára	----	30% körül - alacsony
3.	Energiavisszatérülési szám	---	alacsony (ERol=15 körül)
4.	Területigény	---	relatíve nagy (0,2-0,3 ha/MW)
5.	Berendezések anyagigénye (t/MW, ill. kg/MWh)	---	nagyobb, mint a naperőművé
6.	Megvalósítási idő	kedvező	---
7.	Rendelkezésre állás: 80%-nyi szél/év	---	hullámzó, időjárásfüggő Teljesítmény ~ W³
8.	Kapacitáskihasználtsága Magyarországon	---	csak 22-28% helyettesítő erőmű szükséges
9.	Inerciája (lomhasága) frekvencia tartáshoz	---	kicsiny
10.	Menetrendkövetési garancia	---	nincs
11.	Ökológia: zajforrás (min. 1 km), madarak sérülnek	---	madarak élete, emberek hallása
12.	Ökológia: ha termőföldön helyezük el a tornyokat		alapozás és nagy teherbírású út építése – csökken a kenyér-termelés

9.1 AKKUMULÁTOROK - LÍTIUMBÁNYA NYUGAT-AUSZTRÁLIÁBAN



10. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS AJÁNLÁSOK [10], [11]

- (1) Ne hagyjuk, hogy a környezetvédelmet elhanyagoljuk a „klímahisztéria” miatt! **Alkalmazkodjunk!**
- (2) Etikai kérdés: a klímaváltozás kérdésében követeljük **őszinte nyílt vitát!** Az energiapolitikát ki kell szabadítani a „klímapolitika” fogságából. Komoly nemzetközi erők dolgoznak rajta *(egyelőre kisebbségben)*.
- (3) A nap, és szélenergia ingyen van, de óriási anyagmennyiségek - „**természetzabálók**” és költségesek. Lebontás után óriási hulladékmennyiségek kezelése nagyon költséges lesz.
- (4) Ne engedjük teret az egyoldalú nézeteknek, követeljük **rendszerszintű, komplex elemzést!**
- (5) Ne termesszünk energia növényeket szántóföldön. Tiltsuk be! **A termőföld élelmiszertermelésre való!**
- (6) **Ne telepítsünk naperőműveket termőföldön.** Egy **100 MW-os naperőmű 15,000 ember éves kenyérmennyiségét veszi el!** A napelemek a **háztetőkre** és más infrastruktúrákra valók!
- (7) Probléma: a tudósok és a mérnökök nem kapnak lehetőséget a nyilvánosságban a realitások megismertetésére. De ők is „homokba dugják a fejüket”! **Etikai kötelességük** lenne megszólalni!
- (8) Amikor a **fosszilis** energiaforrásokat a Föld mélyében akarjuk hagyni, akkor a „**megújuló energia**” hasznosításával **a Föld más helyein** óriási sebeket ejtünk a Földön aránytalanul **nagy mennyiségű anyagok** kibányászásával.
- (9) Az időjárásfüggő erőművek **szezonális energiatárolási** technológiája piacéretten még nem létezik.
- (10) **Új függőségek** kialakulása a látóhatáron: kínai napelemek, elektromos autók. Környezetkárosító LNG.

FORRÁSJEGYZÉK

- [1] Dr. Lévai András: Hőerőművek I.-II.-III.
- [2] Dr. Büki Gergely: Erőművek, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2004
- [3] Dr. Bihari Péter: Erőművek, Jegyzet, és előadási segédanyag 2002.
- [4] Dr. Bihari Péter: Erőművi technológia. Bemutató pdf anyag 2012.
- [5] 110/2013. (XII. 4.) VM rendelet az 50 MW_{th} és annál nagyobb teljes névleges bemenő hőteljesítményű tüzelőberendezések működési feltételeiről és légszennyező anyagainak kibocsátási határértékeiről.
- [6] 53/2017. (X. 18.) FM rendelet a 140 kW_{th} és annál nagyobb, de 50 MW_{th}-nál kisebb teljes névleges bemenő hőteljesítményű tüzelőberendezések működési feltételeiről és légszennyező anyagainak kibocsátási határértékeiről.
- [7] 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról
- [8] 2012. évi CLXXXV. Törvény a hulladékról
- [9] Dr. Korényi Zoltán: Erőművek életciklus elemzése a fajlagos anyagfelhasználás tükrében. Scientia et Securitas, 2021. jul. Vol. 2.
- [10] Dr. Korényi Zoltán: Erőművek életciklus alapú komplex értékelése. Magyar Energetika, 2022. június, 2. szám, pp. 2-14
- [11] Dr. Korényi Zoltán: Energiasztratégiai alapvetések és szempontok-2023. Magyar Energetika, 2023. október, 3. szám, pp. 11-21

AJÁNLÁS:

(dolgainkban)

**„NINCSEN A TECHNIKÁBAN NAGYOBB VESZEDELEM, MINT A
TUDATLANSÁG BÁTORSÁGA,
A FELÜLETESSÉG KÖNNYELMŰSÉGE.”**

Schimanek Emil

(1872-1955)

műegyetemi ny. r. tanár, felsőházi tag

az 1936. évi Országos Felsőoktatási Kongresszuson „Laboratóriumi munka a mérnökképzésben” címmel elhangzott előadásából.

KÖSZÖNÖM SZÉPEN MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!

korenyi.zoltan.2@t-online.hu

Dr. Korényi Zoltán Mihály

Tanulmányok: Budapesti Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar 1972. Okl. gépészmérnök, hőerőgépész szak.
Továbbképzések: pedagógiai, pszichológiai és gazdasági továbbképzés.

Pályafutás: Budapesti Fűtőerőmű Vállalat (2 év), Hűtőgépgyár Klímatechnikai Főosztály (1 év), Budapesti Műszaki Egyetem Kalorikus Gépek Tanszéken tanársegéd, majd adjunktus (11 év);

Nyugat-Németországban (1986-tól): Deutsche Babcock AG. (5 év) - három erőmű tervezése, kettő megépítése; majd Schmeink & Coffreth GmbH (3 év) - Kelet-Németországban kommunális energiaszolgáltatási rendszerek (gáz, távhő, erőmű) rehabilitációja és új cégek alapítása. Utána MVV (Stadtwerke) Mannheim (5 év): nemzetközi energetikai tanácsadó, három földrész tizenöt országában vezet energiastratégiai, auditálási és szervezetátalakítási projekteket.

Hazatérése után (1998): a Bayernwerk Hungária (későbbi nevén E.ON Hungária) az Erőművi Igazgatóság megalapítója. A 105 MW-os Debreceni Kombinált Ciklusú Erőmű (DKCE), a Kulcsi Szélerőmű, a Mosonszolnoki Szélerőmű (2 torony), az 50 MW-os Nyíregyházi Kombinált Ciklusú és végül a 433 MW-os Gönyűi Kombinált Ciklusú Erőmű megépítése.

Jelenleg nyugdíjasként a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszékének meghívott oktatója.

Tudományos cím, oklevél: dr. techn. (BME, 1983), címzetes egyetemi docens (BME, 2004), aranydiploma (BME 2022).

Számos hazai és külföldi konferencia előadója és publikációk szerzője. Könyvei közül két jelentősebb:

- Fonyó Istvánné - Korényi Zoltán: A napenergia felhasználása. BME központi könyvtára, Bibliográfia, Bp., 1983., p. 152.
- Korényi Zoltán - Tolnai Béla: Az áramlás- és hőtechnika nagyjai. Egyetemi tankönyv. Bp. Műegyetemi Kiadó, 2007. p. 545

KÉSŐBBI UTÁNA NÉZÉSHEZ

HÁTTÉR - ANYAG

korenyi.zoltan.3@t-online.hu

1. AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSRÓL MÉRNÖKI SZEMMEL

1.1 GLOBÁLIS KLÍMAVÁLTOZÁSI FÉLELMEK – a közbeszédben

- 1). Voltak egykor normális szavaink: környezetvédelem, természetvédelem, éghajlatváltozás.
- 2). A média létrehozott egy „klímanyelvet”: klímaválság, klímatagadás, klímaszkeptizmus, klímafélelem, klímaszorongás, klímapánik, klímaösszeomlás, klímakatasztrófa, klímavészhelyzet, klímadepresszió, klímagyász, „mindnyájan meghalunk”, „megfullad a Földünk”, klimaizmus-vallás. Ne szüljünk gyerekeket, stb.
- 3). Magyarázata egy kommunikációs alapelv: a politikának, a piacnak és a kultúrának szüksége van a tömegek figyelmére. Mindháromnak van egy színpadi és egy színpad mögötti cselekvési tere. (TNC-s, ETH 2011 ?)
- 4). Az ember hat alapérzelme (öröm, bánat, félelem, düh, meglepődés, undor) közül a **félelem** az egyik legalapvetőbb érzelem,

Az éghajlatváltozás nehézsége, hogy az emberek összetett meteorológiai, ökológiai, hidrológiai, biológiai, agrártudományi, energetikai, közgazdaságtani, politikai, társadalomtudományi, stb. ismeretekkel szembesülnek. Belegabalyodnak az összefüggések kusza pókhálójába. Ebben nehéz a bonyolult, állandóan változó szövedéket felfejteni és az elemeket egymástól szétválasztani.

Mit tegyen egy mérnök?

ISMERJE MEG A TERMÉSZETI VILÁGOT ÉS SZÁMOKAT KÖVESSE!

1.7 FÖLDÜNK SZÉNTARTALMA – „Dekarbonizáció” ?

FÖLDÜNK TELJES KARBONTARTALMA: 1 850 000 000 000 Mt ($1,85 \cdot 10^{18}$ tonna)
Ebből **43 500 Mrd. tonna** a földfelszín környezetében (**0,024 ezrelék**)

A földfelszíni 43 500 Mrd. tonnából:

1.	Mélytengerekben	37 000	85,1%
2.	Kőzetek	3910	9,0%
3.	Talajban	1400	3,2%
4.	Vegetációban	600	1,4%
5.	Atmoszférában	590	1,3%
	Összesen:	43 500	100 %

Az emberi test
kARBONTARTALMA:
≈ 18% tömeg.

A fák
kARBONTARTALMA:
≈ 50% tömeg.

Források:

(1) [\(PDF\) The Deep Carbon Cycle: Scientific Discoveries of the Deep Carbon Observatory \(researchgate.net\)](#)

http://www.elementsmagazine.org/archives/e15_5/e15_5.pdf

[Erstmals vollständige Kohlenstoffbilanz der Erde erstellt \(forschung-und-wissen.de\)](#)

1.2.2 AZ ATMOSZFÉRA GÁZAINAK ELNYELÉSI SPEKTRUMA

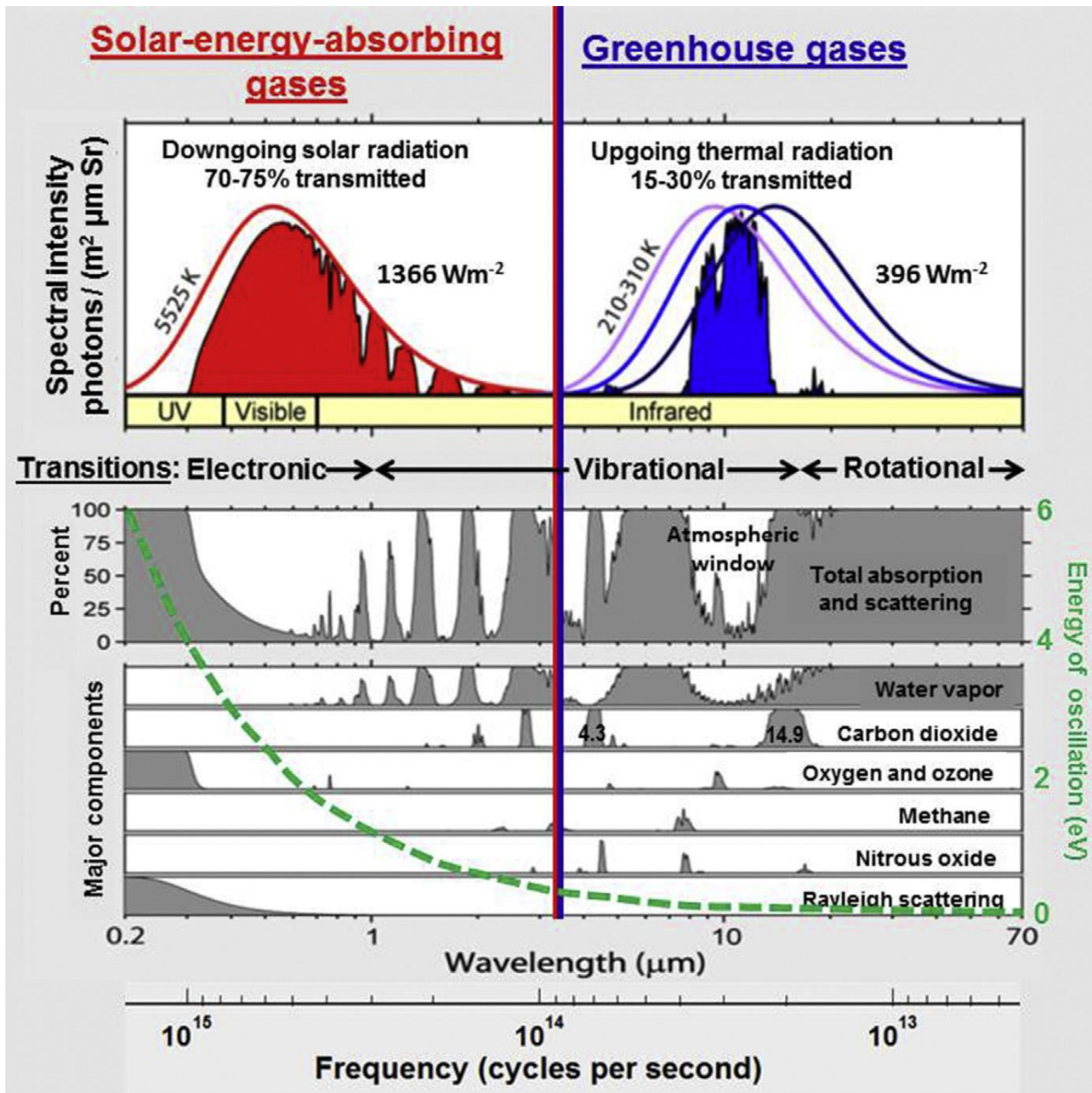


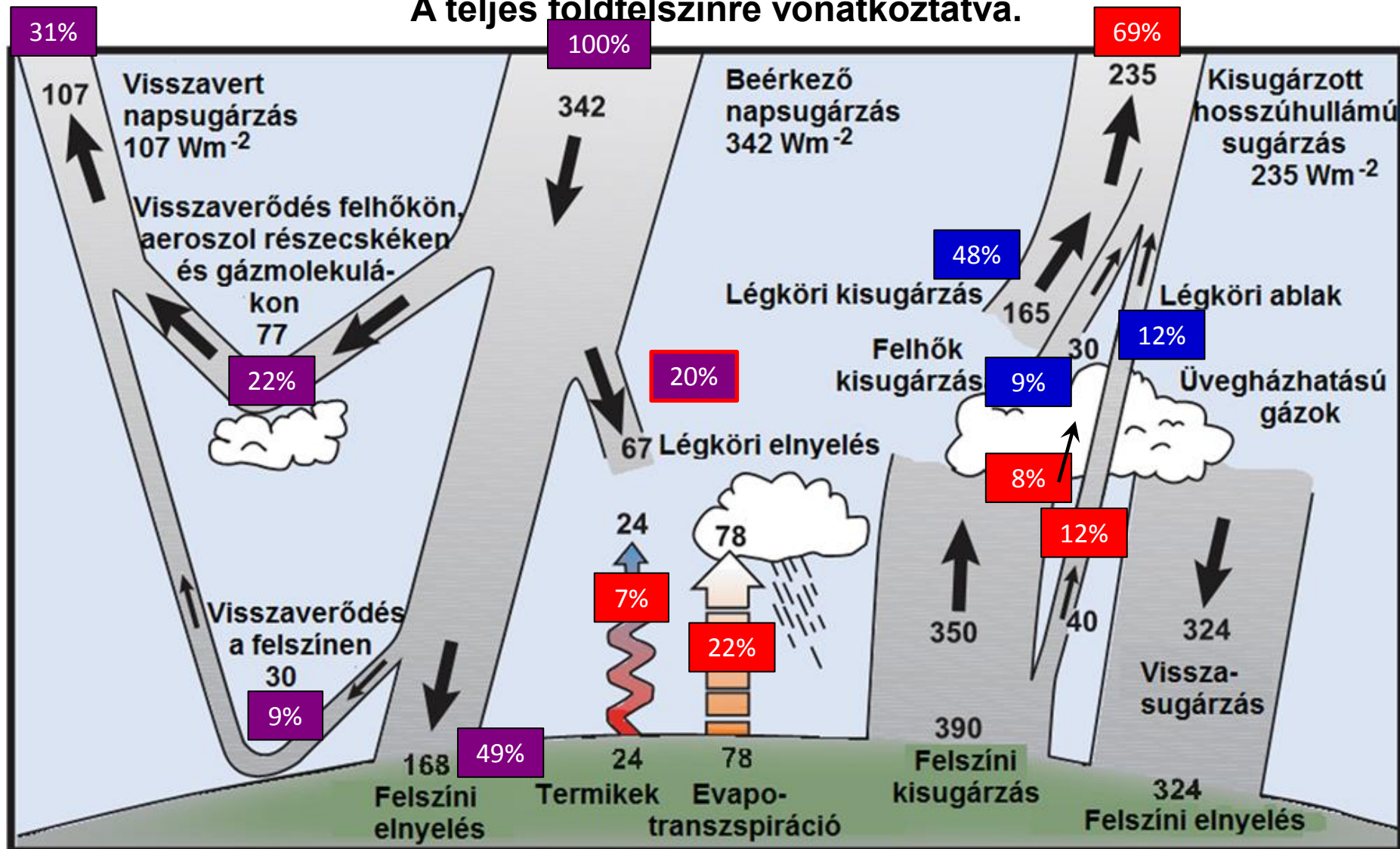
Fig. 1. Transmission of shortwave solar irradiation and long wavelength radiation from the Earth's surface through atmosphere, as permitted by Rohde [2].

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844018327415>

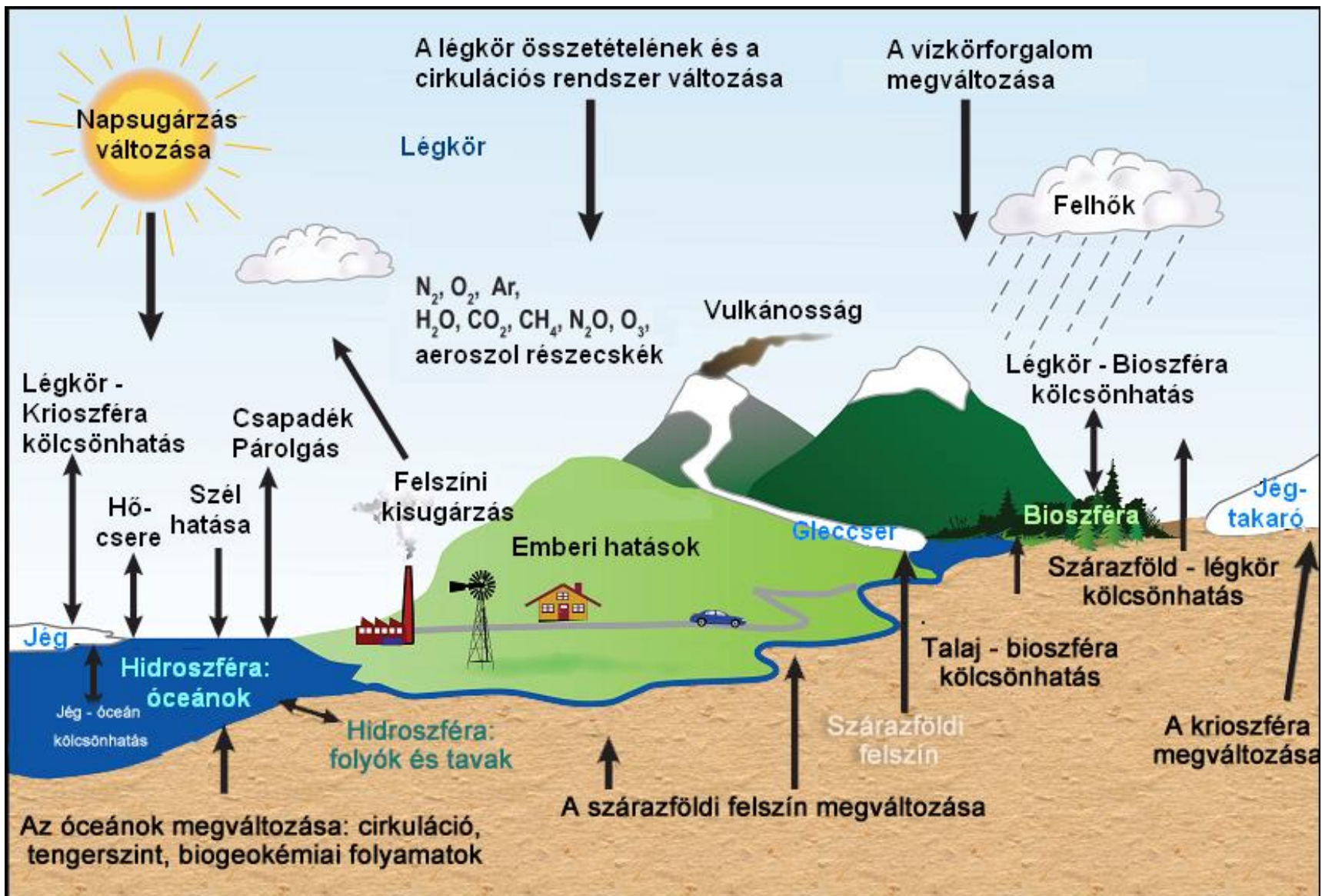
1.2.3 NAP – FÖLD – LÉGKÖRÜNK – VILÁGŪR hőáramsűrűségek

A Föld-légkör-rendszer átlagos sugárzásmérlege (IPCC 2007).

A teljes földfelszínre vonatkoztatva.



1.3.1 KÜLSŐ KÉNYSZEREK ÁLTAL VEZÉRELT KÖLCSÖNHATÁSOK – IPCC 2007



KÜLSŐ KÉNYSZEREK:

1. Nap
2. Vulkánok
3. Emberi tevékenység
4. ...
5. ...

VISSZACSATOLÁSI RENDSZEREK:

1. Pozitív visszacsatolás
2. Negatív visszacsatolás

1.3.2 AZ ÉGHAJLATI RENDSZERRE HATÓ KÉNYSZEREK

Extraterresztrikus	Napsugárzás intenzitása Égitestek árapálykeltő hatása Föld pályaelemeinek változása	
Terresztrikus	Szárazföld	<ul style="list-style-type: none"> - Kontinensek tömege - Vulkánosság - Hegységek - Felszíni kőzetek - Talaj - Tavak, folyók, - Talaj vízkészlete
	Óceánok	<ul style="list-style-type: none"> - Cirkulációs rendszer - Szélhajtotta turbulens - Vízmozgások - Mechanikai tehetetlenség - Termikus tehetetlenség - Felületi impulzuscsere
	Krioszféra	- Hőforgalom a légkörrel
	Bioszféra Légkörön belül ható tényezők Emberi tevékenység	<ul style="list-style-type: none"> - Sugárzásátvitel - Belső dinamikai folyamatok - Levegőkémiai folyamatok - Levegő összetétele - Levegőkémiai folyamatok - Talajhasználat - Ökoszisztémákra gyakorolt hatás

Forrás:

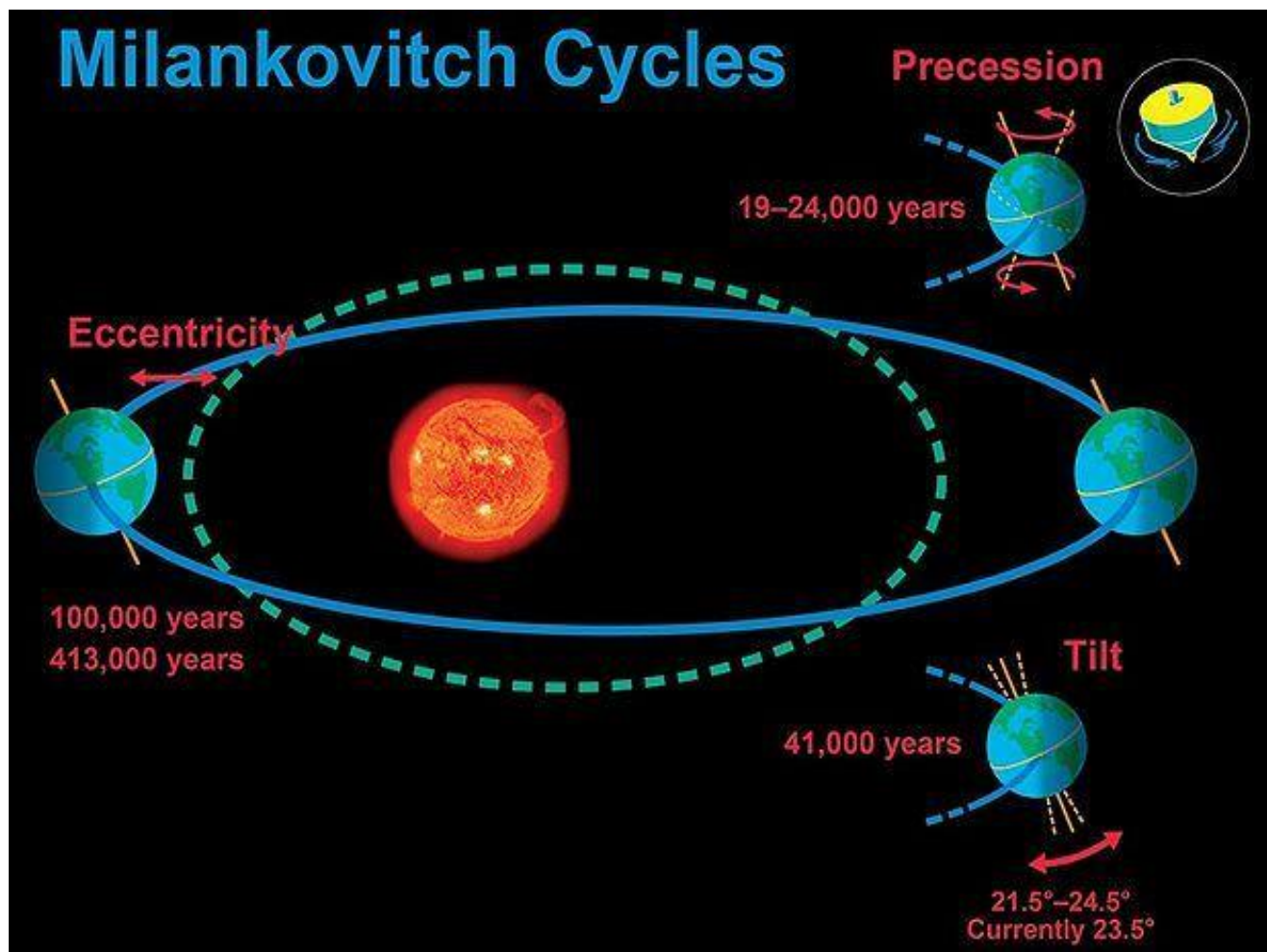
[2010-0012_eghajlatvaltozas.pdf](#)
([tankonyvtar.hu](#))

Gelencsér András-Molnár Ágnes-
Imre Kornélia: Az éghajlatváltozás
okai és következményei

1.3.3 KÜLSŐ KÉNYSZER: A FÖLD PÁLYAELEMEINEK VÁLTOZÁSA

A Föld mozgáspályájának időbeli változásai – változik a Nap besugárzása:

Milutin Milanković szerb tudós negyedkori eljegesedési elmélete (1920 körül). Bacsák György továbbfejlesztette (1954).

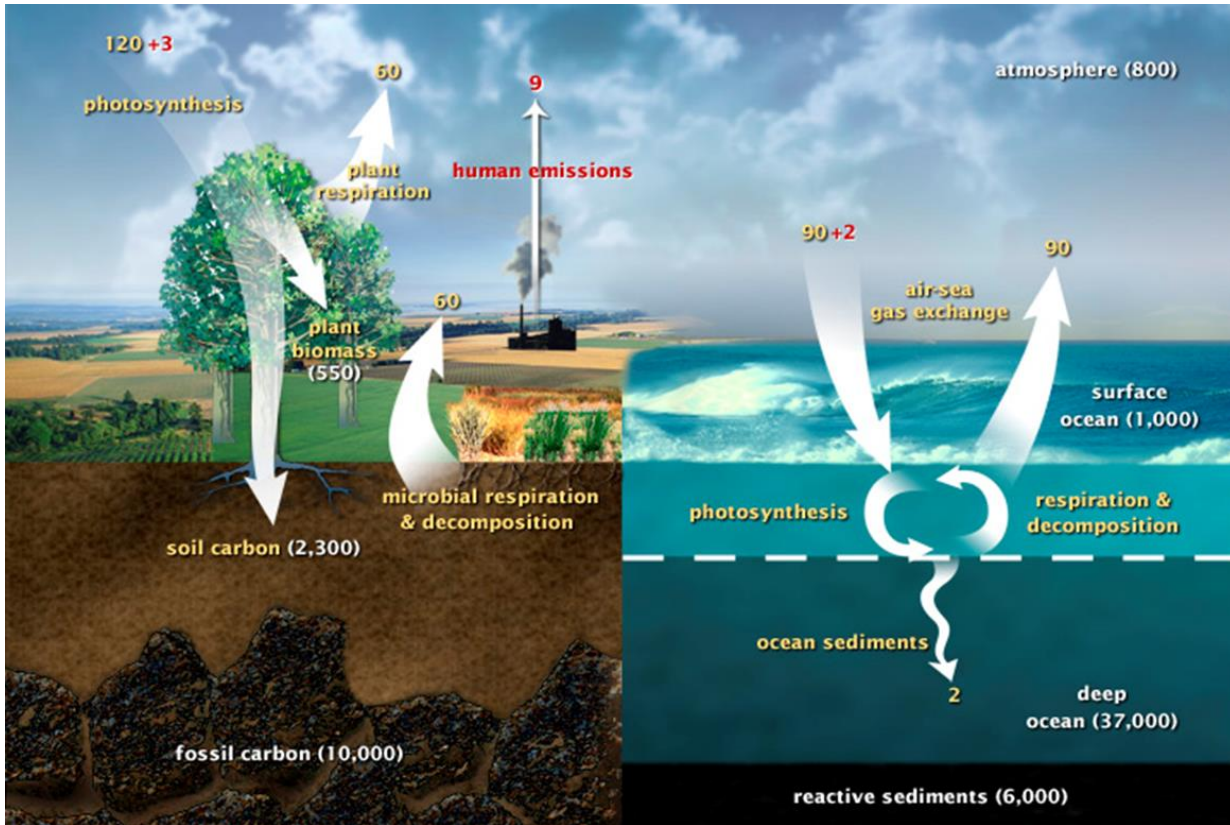


Ciklusidők:

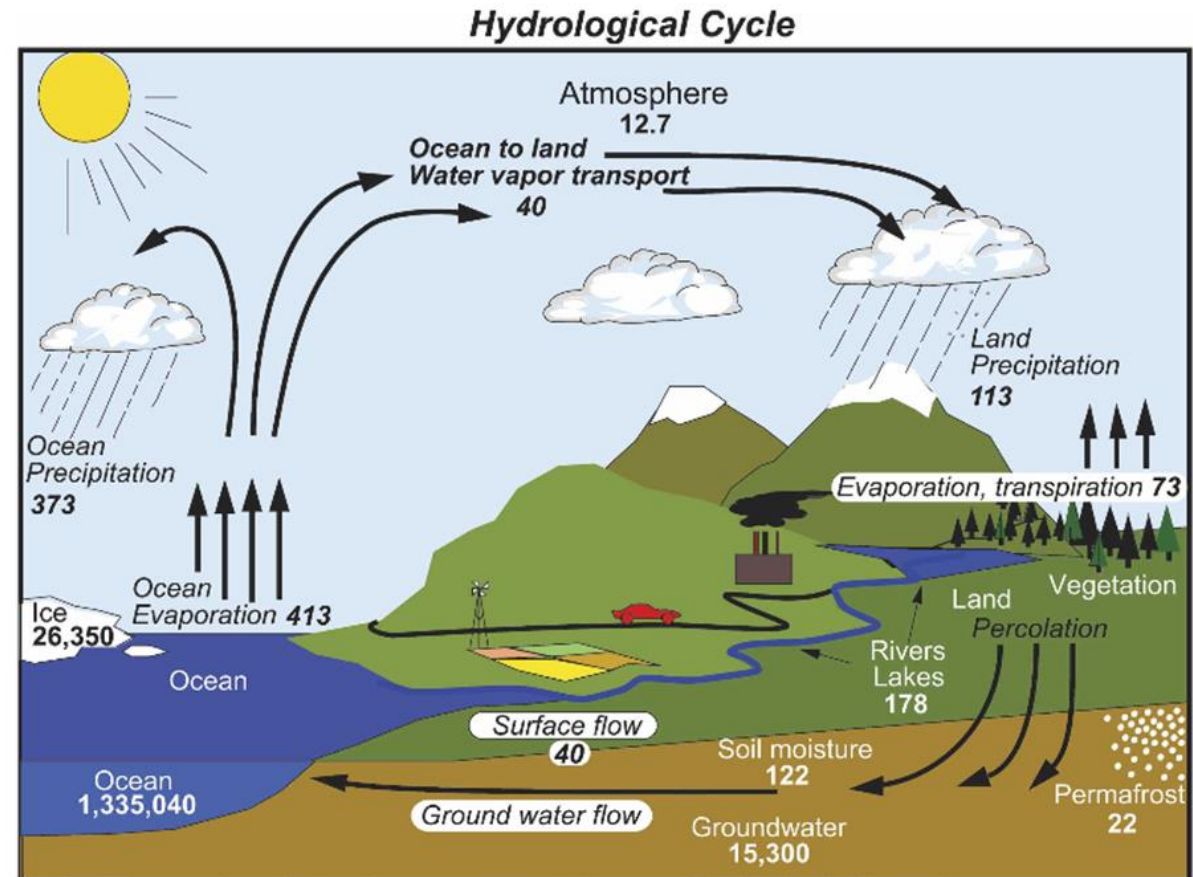
- Földpálya ellipszise: 100-413 e. év
- Föld tengelye: 41 e. év
- Tengely bolyongó mozgása: 19-24 e. év

1.3.4 ANYAG KÖRFORGÁSOK A FÖLD ÉS A LÉGKÖR KÖZÖTT

I. Karbon körforgás [Gt/év]



II. Vízkörforgás



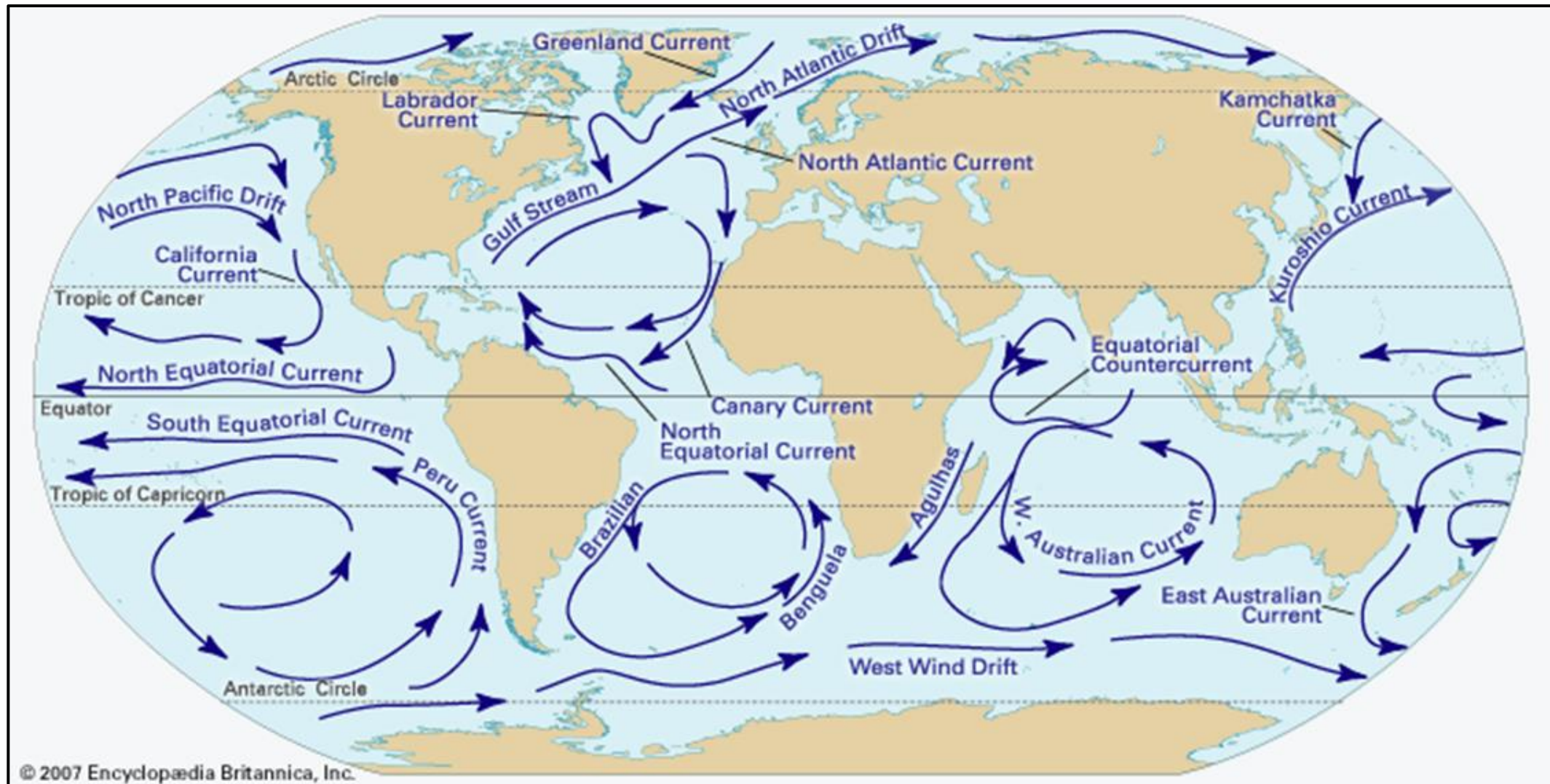
Units: Thousand cubic km for storage, and thousand cubic km/yr for exchanges

FIG. 1. The hydrological cycle. Estimates of the main water reservoirs, given in plain font in 10³ km³, and the flow of moisture through the system, given in slant font (10³ km³ yr⁻¹), equivalent to Eg (10¹⁸ g) yr⁻¹.

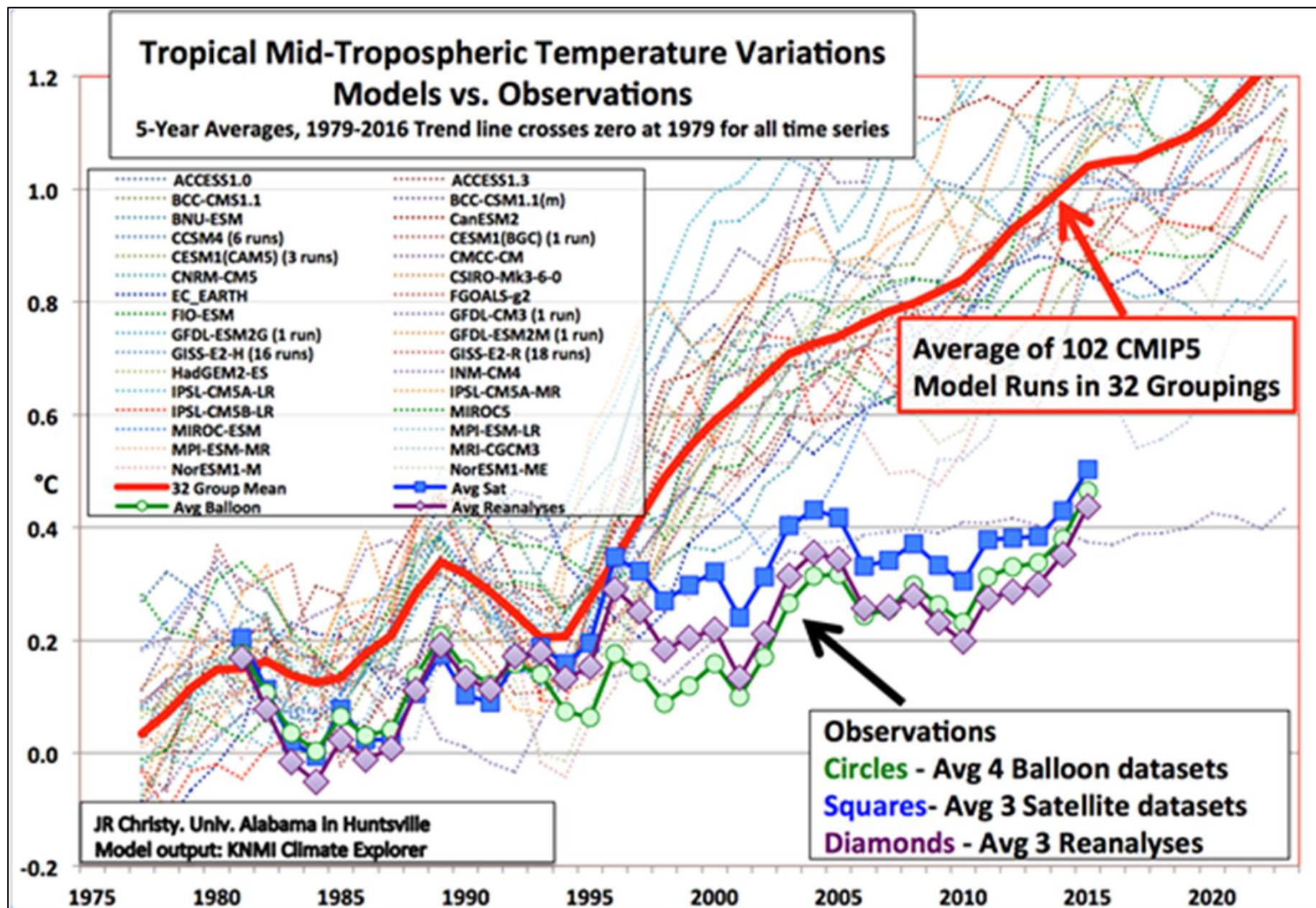
. (Diagram from U.S. DOE, [Biological and Environmental Research Information System](#).)

1.3.5 ÉGHAJLATOT BEFOLYÁSOLÓ TENGERÁRAMLÁSOK

A felszíni (50-150 m) tengeráramlások főleg a szél, a mélyáramlások pedig a változó hőmérséklet és sótartalom miatti sűrűségkülönbségek, a Coriolis és centrifugális erők és a tengerfenék domborzata hatására alakulnak ki. Vannak állandó, ciklikus és időleges áramlások.



1.5 Trópusi középső troposzféra hőmérsékletei – 102 modellszámítás és mérések



Mérési
magasság:
kb. 5 km

1.9 A VILÁG LEGNAGYOBB FOSSZILIS ENERGIAHORDOZÓ TERMELŐI – 2021. év

- 7 ország termelése >50%. - USA, Kína, Oroszország, Szaud-Arábia, Kanada, Irán, Irak.
- 9 ország (egyenként >5% részesedéssel) termelte a fosszilizsek 70%-át.

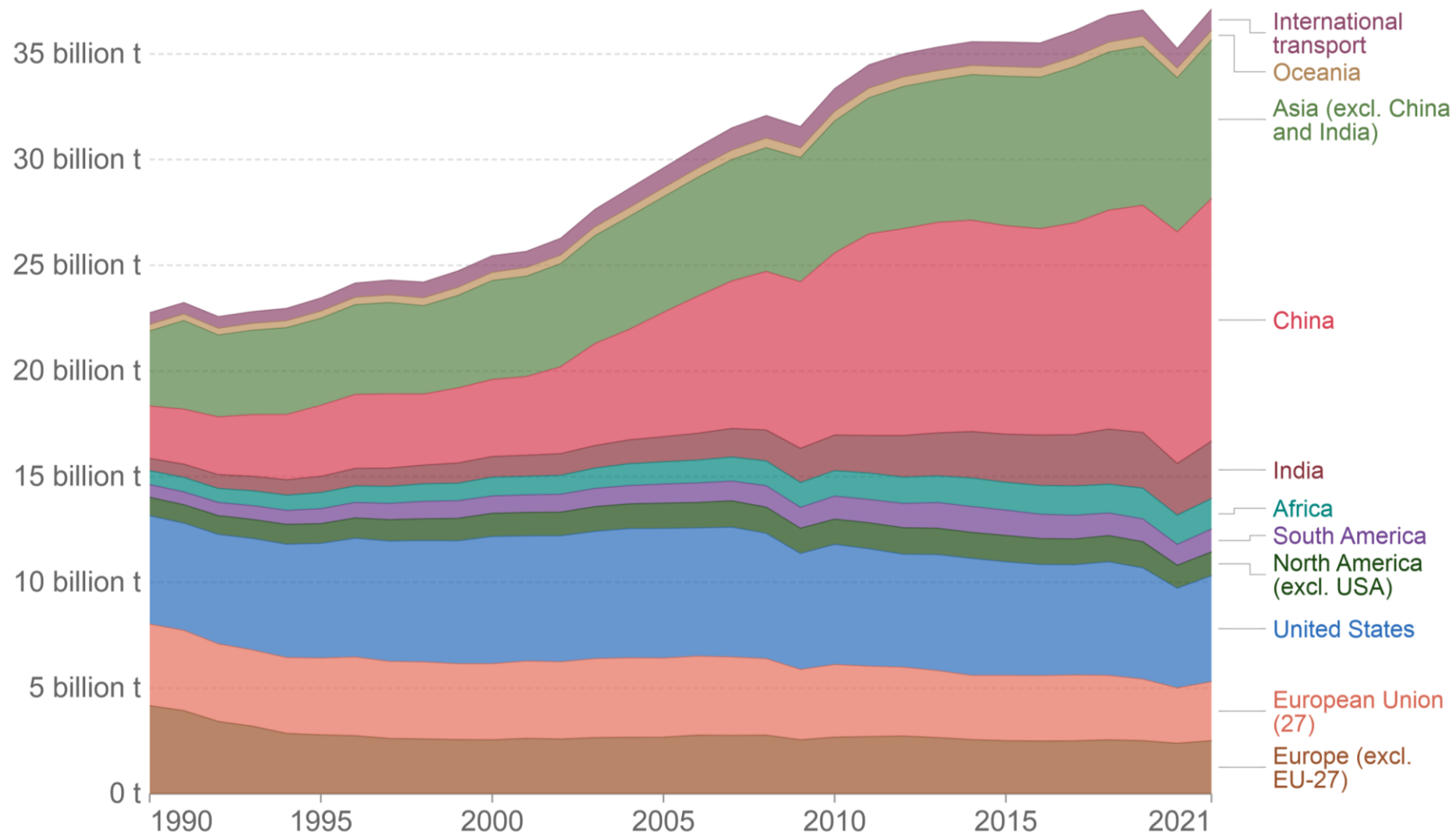
Country	Coal	Oil	Gas
China	50%	4%	4%
India	10%	1%	1%
Indonesia	8%	1%	1%
US	6%	18%	23%
Australia	6%	0%	4%
Russia	5%	12%	17%
Saudi Arabia	0%	12%	3%
Canada	1%	6%	4%
Iran	0%	4%	6%

1.10 CO₂ KIBOCSÁTÁSOK A VILÁG RÉGIÓI SZERINT

Annual CO₂ emissions by world region

This measures fossil fuel and industry emissions¹. Land use change is not included.

Our World
in Data



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project (2022)

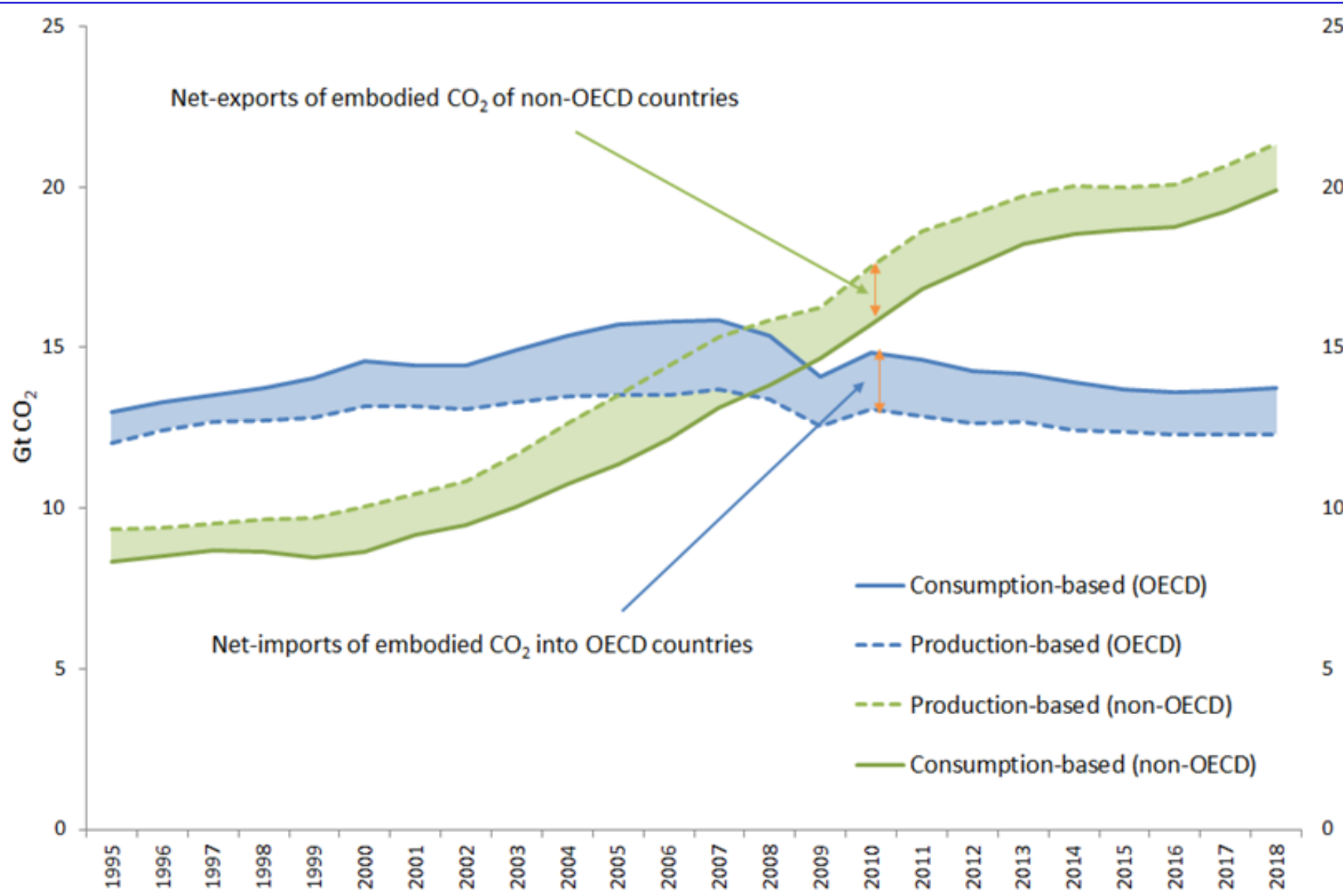
OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

Tartalmazza:

- **Foszilisek égetéséből**
- **Ipari folyamatokból (pl. cement, acél)**

<https://ourworldindata.org/co2-emissions>

1.12 CO₂ KERESKEDELEM ALAKULÁSA A „GAZDAG” és a „SZEGÉNY ORSZÁGOKBAN - 2018



A három legnagyobb keresleti CO₂-kibocsátó (Ausztrália, Szaúd-Arábia, USA):

16,6 tonna CO₂ / fő

A három legalacsonyabb keresleti CO₂ kibocsátó (Brazília, Indonézia, India):

2,0 tonna CO₂ / fő.

<https://www.oecd.org/sti/ind/carbondioxideemissionsembodiedininternationaltrade.htm>

Total production and consumption based CO₂ emitted by OECD and non-OECD countries