

BME fenntarthatósági szeminárium 2023.11.07.

# FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS?

Kihívások és válaszok egy példán keresztül

Szépvolgyi János professor emeritus



Cogito ergo sum (R. Descartes)



Fenntartható?  
Fejlődés?

# ELŐZMÉNYEK ÉS HELYZETKÉP



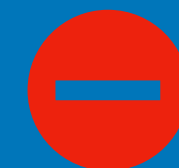
# Föld: űrhajós gazdaság

K.E. Boulding (1966)



Folyamatosan áramlik be külső energia  
Az ökológiai rendszer állandóan megújul

Természetesnek tekintjük

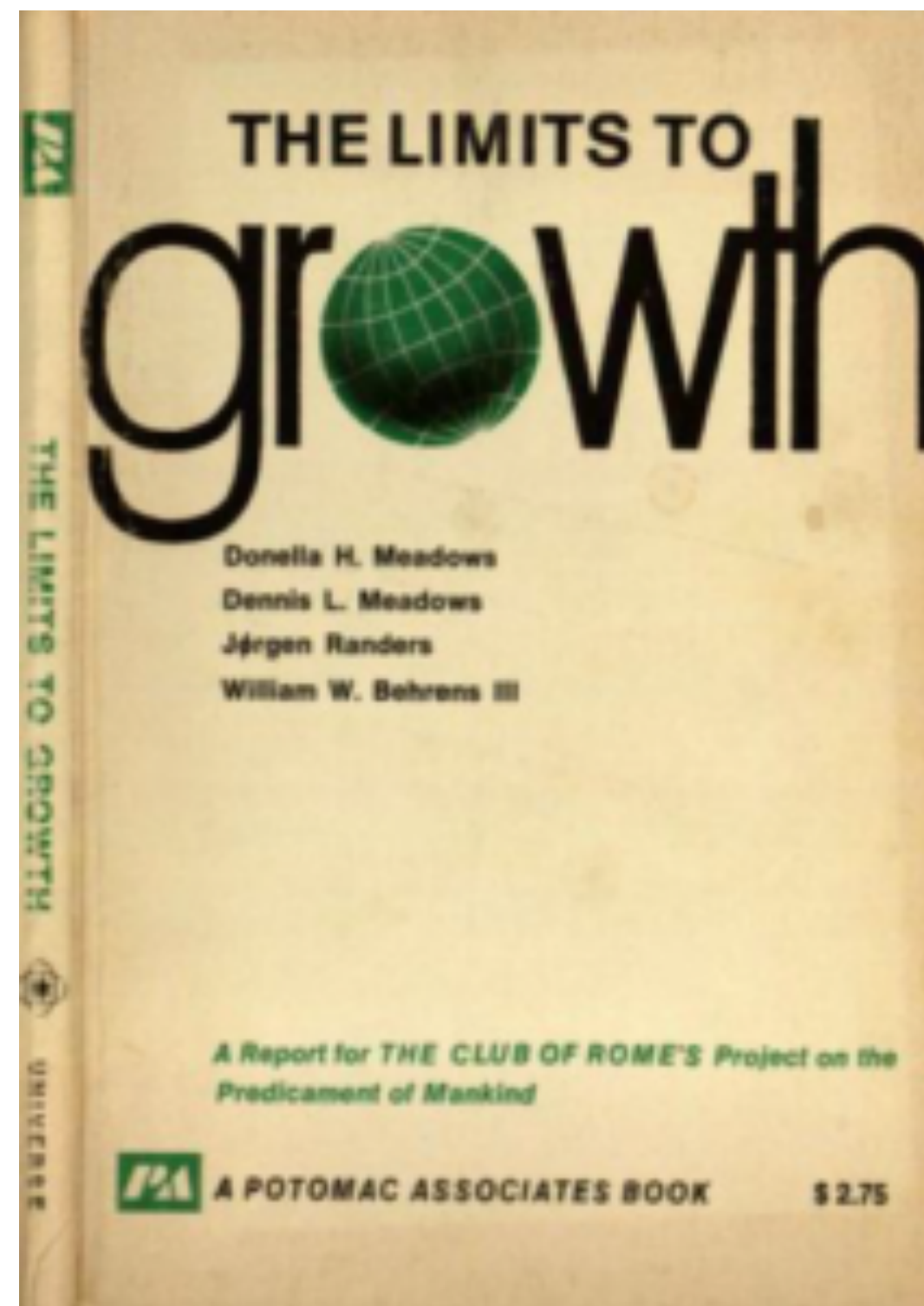


Erőforrásaink végesek  
Környezetünk nem terhelhető korlátlanul

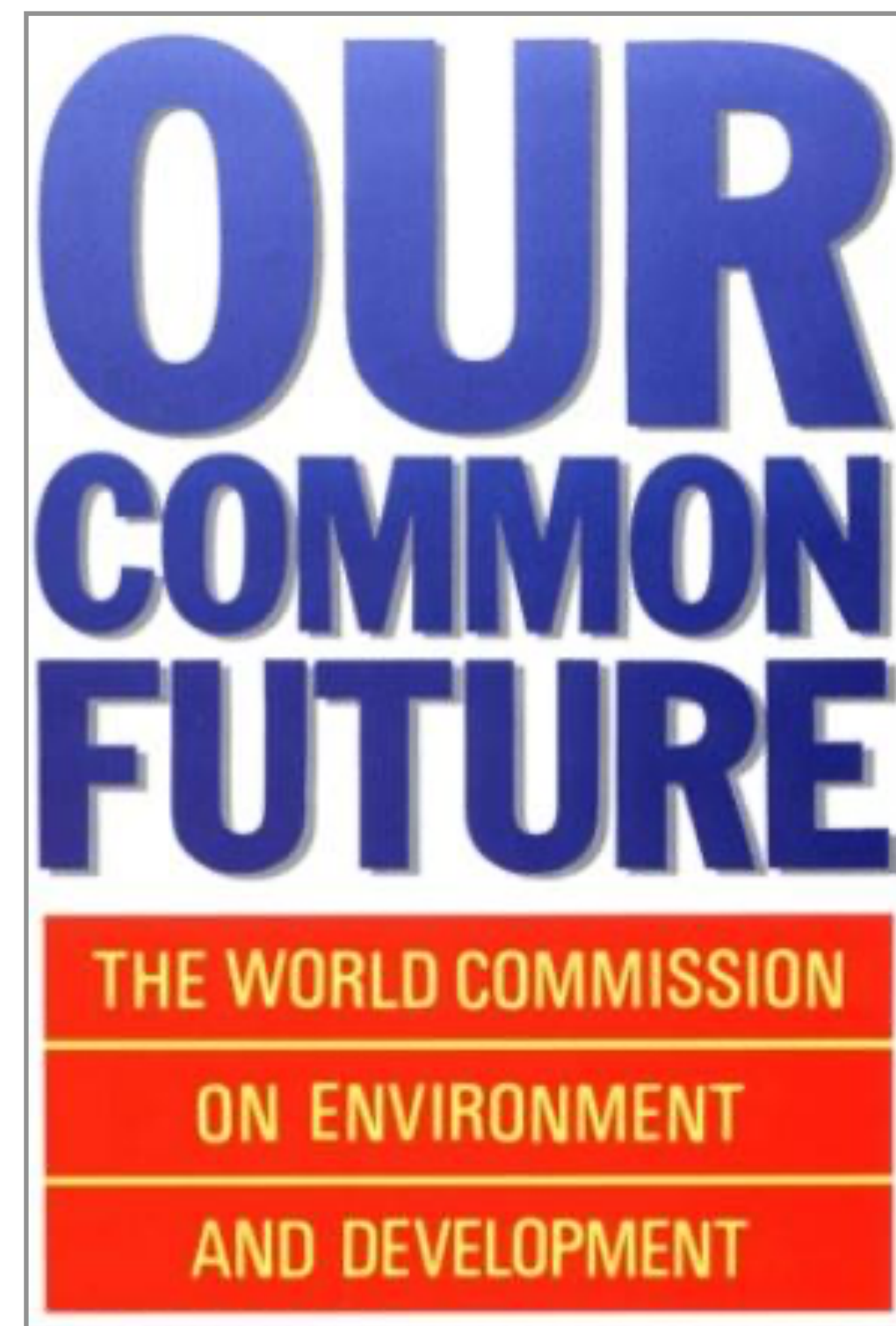
Könnyen elfelejtjük

# Két alapvető munka

A Római Klub és az ENSZ kezdeményezései



Meadows (1972)



Brundtland (1987)

## Sustainable Development

Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

# Fenntartható fejlődési célok (SDGs)

ENSZ (2015) -Tennivalók a fenntartható fejlődésért 2015-2030



# SDGs helyzetkép (2023)

Félúton 2015 és 2030 között



“All 17 Sustainable Development Goals are far from being on track to be met by 2030. Only a handful of subsidiary targets for any goal are even close.”

**“Without accelerated action, the ambitious plan the world signed up to in 2015 will fail.”**

# Reálisak voltak a 2015-ös fenntartható fejlődési célok?

## Még mindig vágyálmokat kergetünk ...

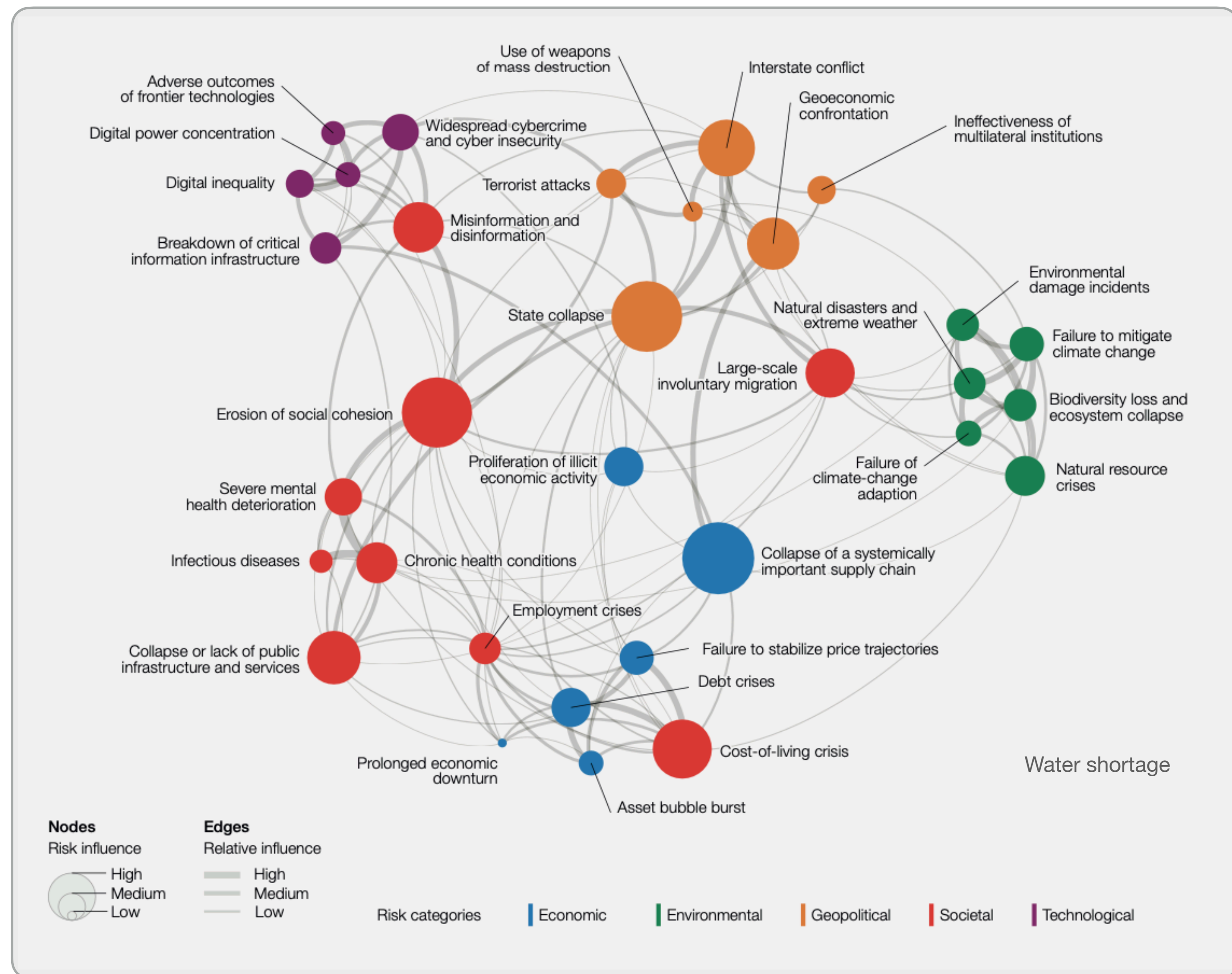
A 2023.11.30. - 12.12. között rendezendő COP28 UAE klímacsúcs elnöksége és két megújuló energiával foglalkozó szervezet 2023.10.30-án felszólították a világ kormányait: 2030-ig háromszorozzák meg megújuló energiatermelési kapacitásaikat az 1,5°C-t meghaladó globális felmelegedés megelőzése érdekében



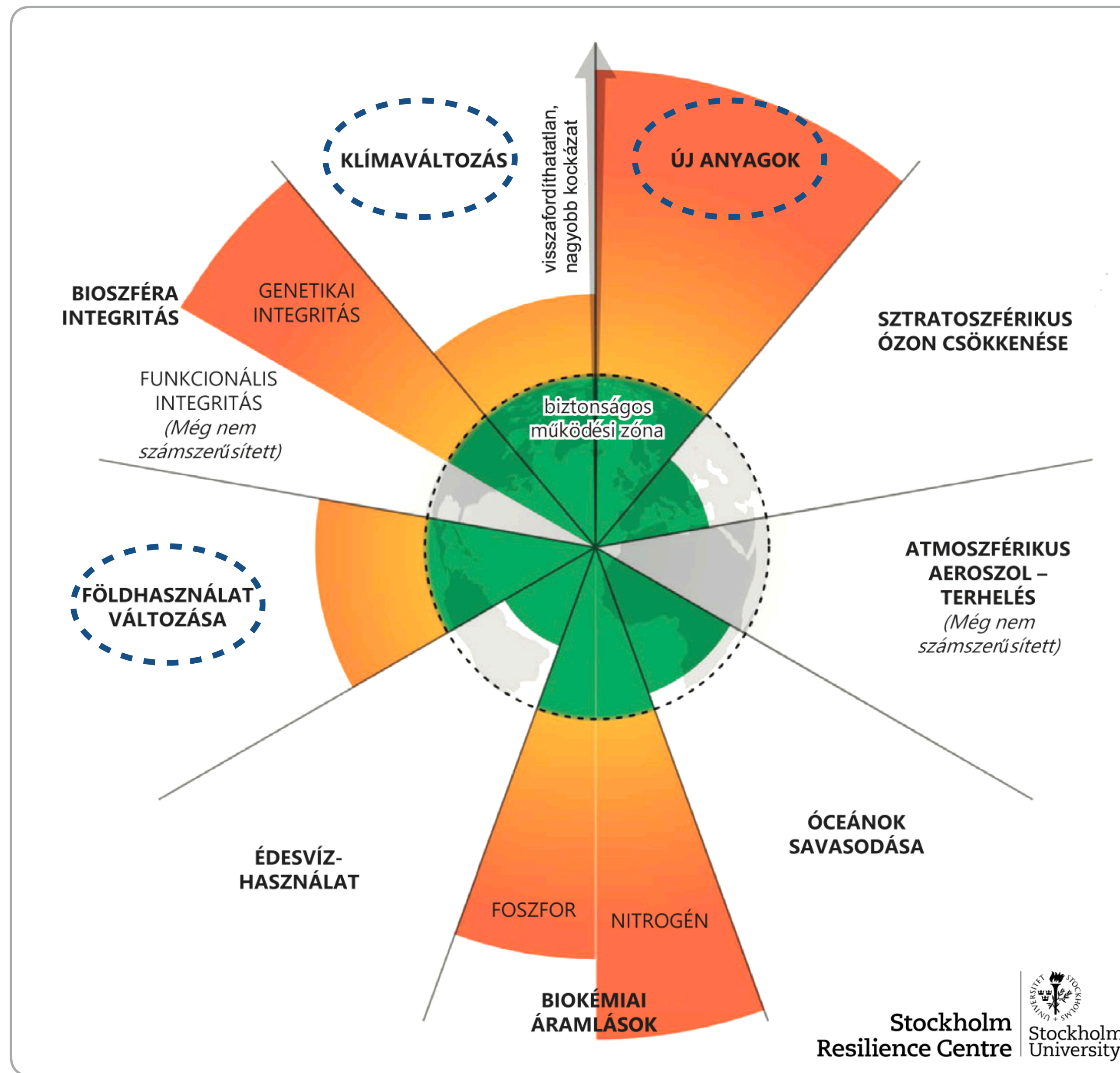


# Fenntarthatóság: komplex problémakör

Globális technológiai, környezeti,  
gazdasági, geopolitikai és  
társadalmi veszélyek (2023)



# Meddig terhelhetjük környezetünket?





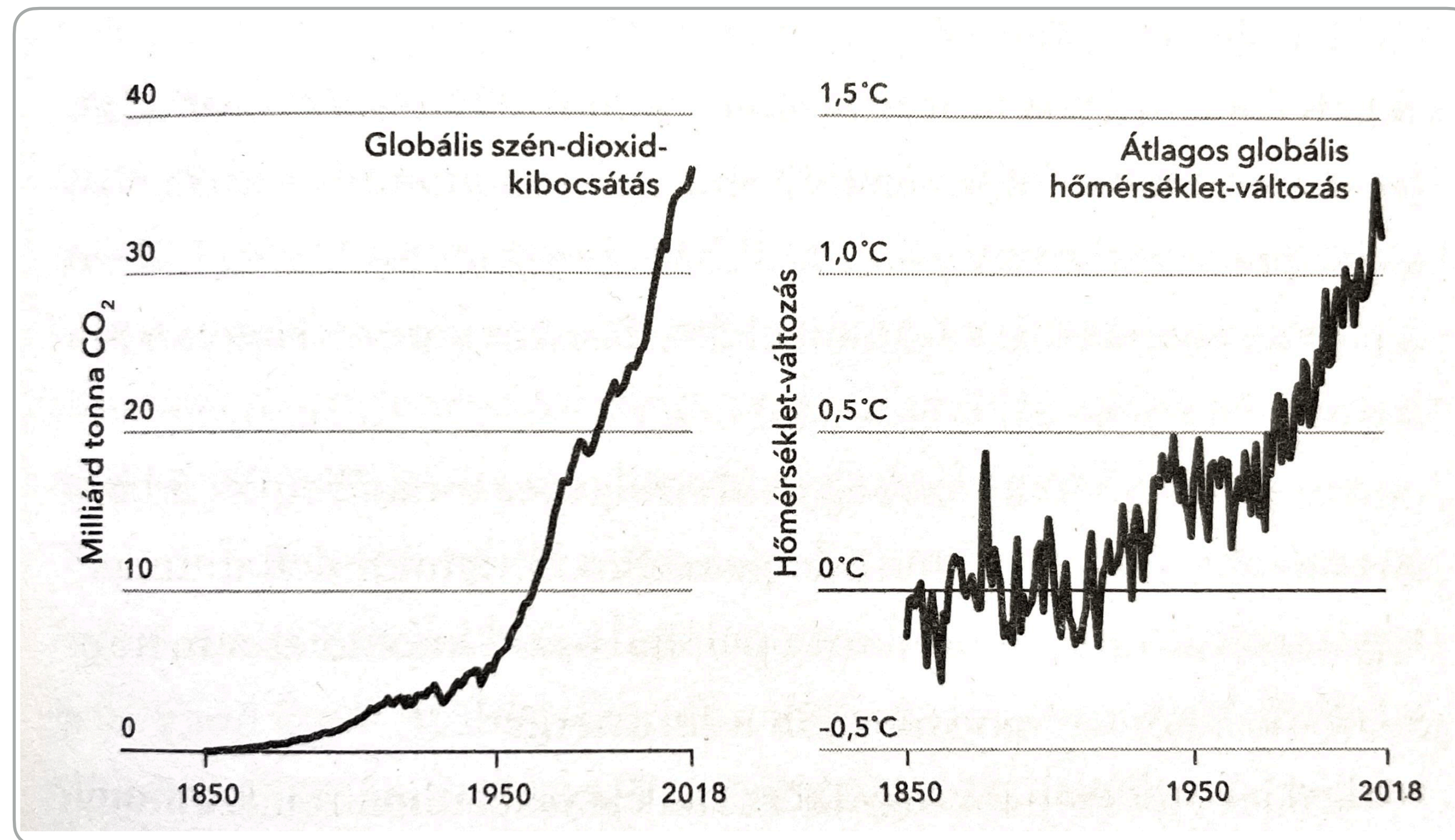
## Klíímaváltozás: korunk valósága

Itt az ideje, hogy megfelelő módon beszéljünk az időjárásról

# Egy világunk van

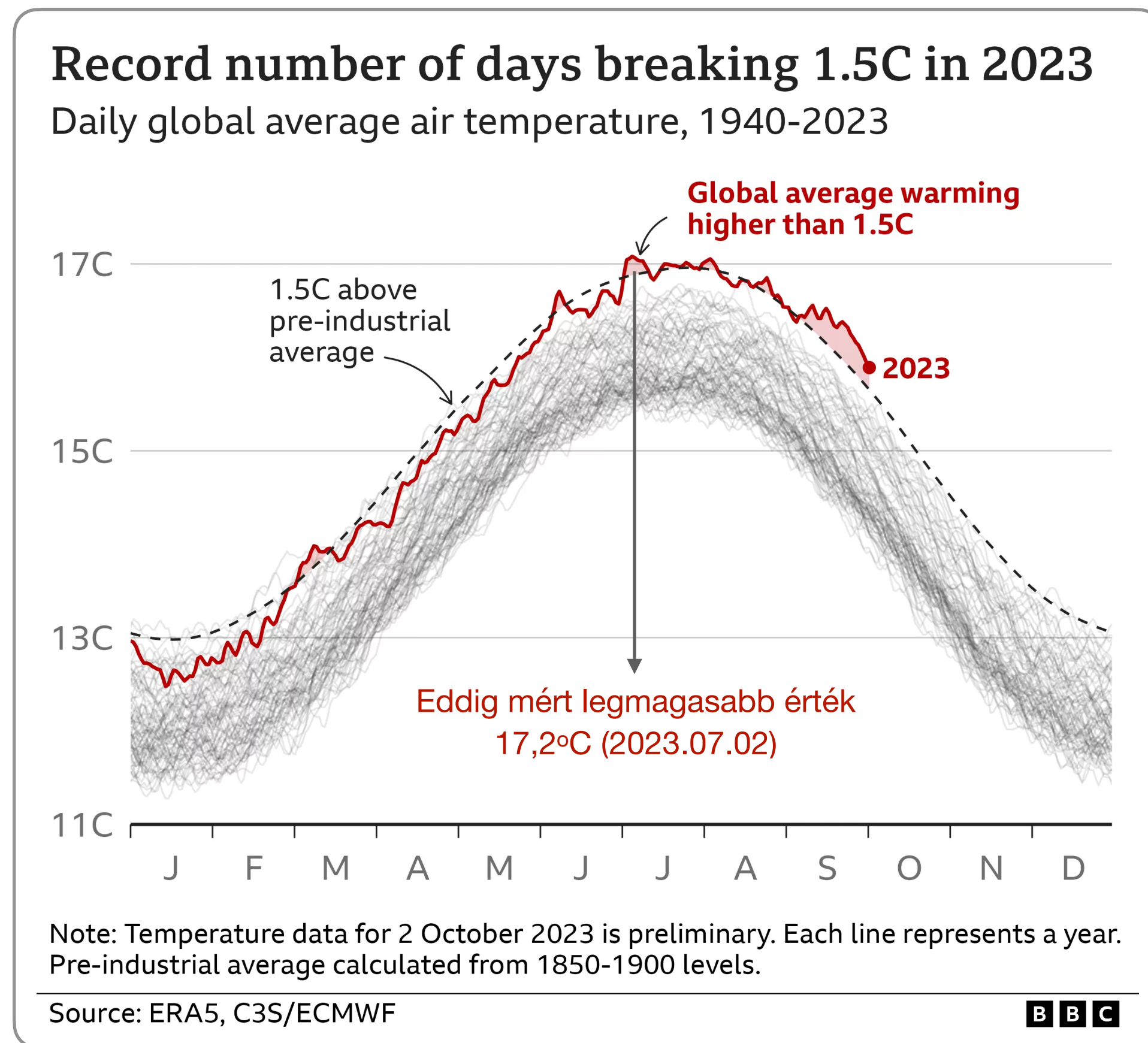
Minden mindennel összefügg (akkor is ha nem értünk minden részletet)

Global Carbon Budget 2019, Berkley Earth



# Az idő szorít bennünket

Mennyi időnk van az évi globális átlaghőmérséklet 1,5°C-os emelkedéséig?



**IPCC** (2023. januári adatok alapján)

- A határérték eléréséig még **500 Gt CO<sub>2</sub>** bocsátható ki
- A jelenlegi kibocsátási szint kb. 50 Gt CO<sub>2</sub>/év
- Hátralévő idő: kb. 10 év (2030-as évek közepe)

**Landoll** (2023. januári adatok alapján)

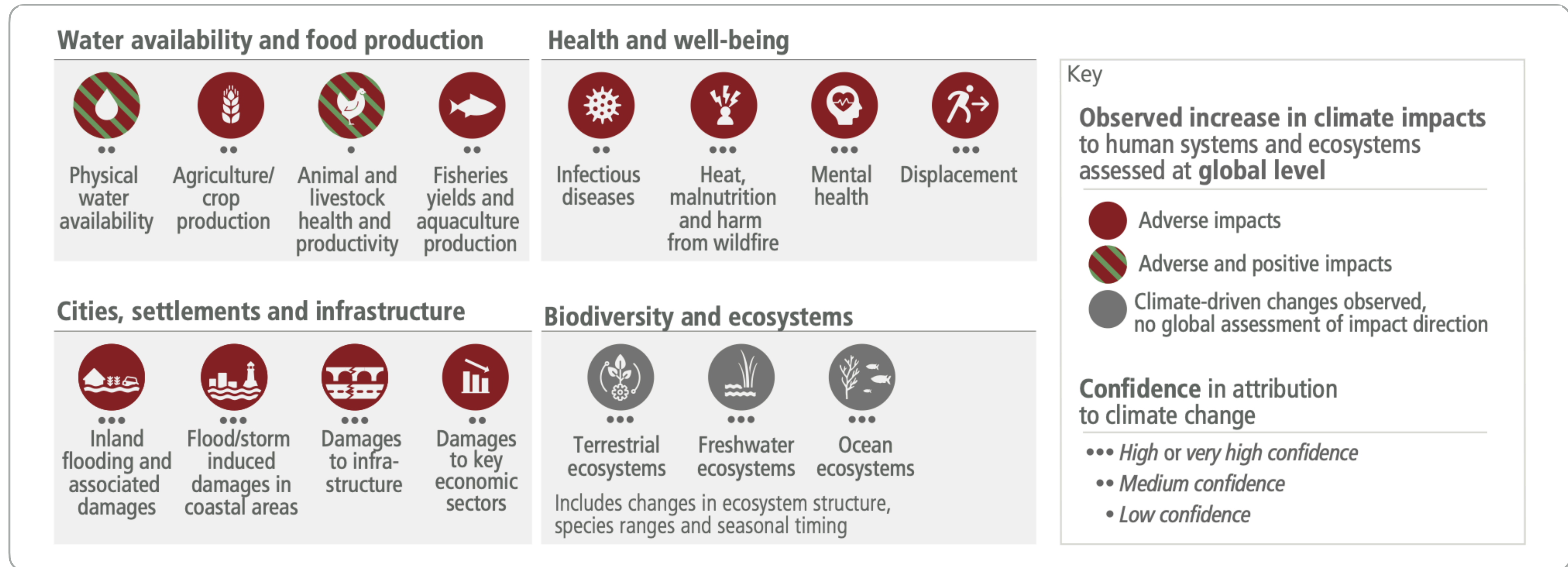
- A határérték eléréséig még **250 Gt CO<sub>2</sub>** bocsátható ki
- A jelenlegi kibocsátási szint kb. 50 Gt CO<sub>2</sub>/év
- Hátralévő idő: kb. 5 év **(2029!)**

IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

R.D. Lamboll et al.: Nature Climate Change (2023) <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01848-5>

# A klímaváltozás hatásai

Helyzetkép 2023



**A légkör most egyszerre a veszély és az élet forrása!**

# Klíímaváltozás vs. emberi tevékenység

Nehéz tagadni hogy szerepünk van benne

Attribution of observed physical climate changes to human influence:

*Medium confidence*



Increase in agricultural & ecological drought



Increase in fire weather



Increase in compound flooding

*Likely*



Increase in heavy precipitation

*Very likely*



Glacier retreat



Global sea level rise

*Virtually certain*



Upper ocean acidification



Increase in hot extremes

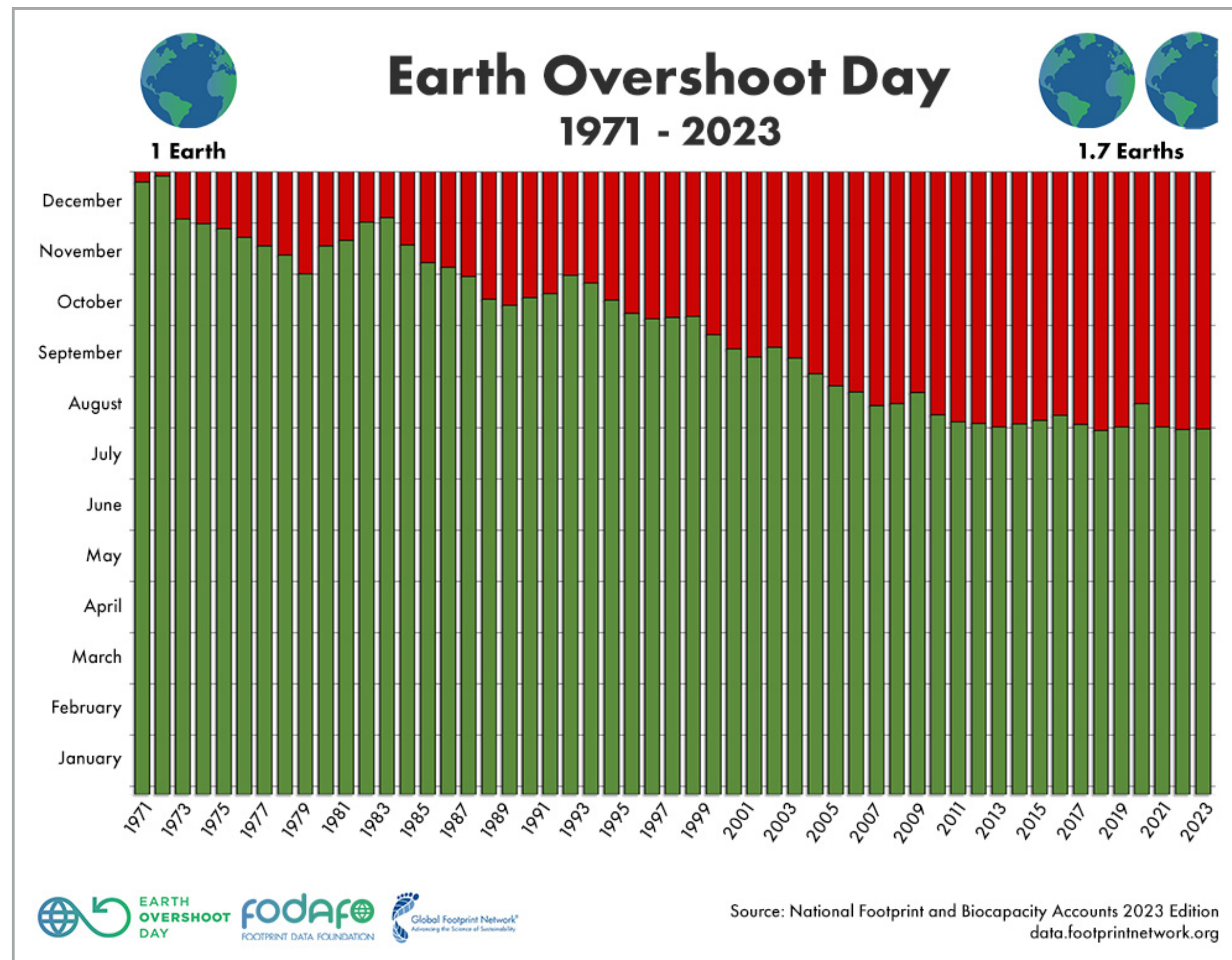
# Földhasználat: túlterheljük bolygónkat

## Túllövés (túlfogyasztás) napja

Az év azon napja, amikor az emberiség erőforrás igénye meghaladja a Föld adott évi biokapacitását

**2023-ban: világ 08.02, HU 05.30**

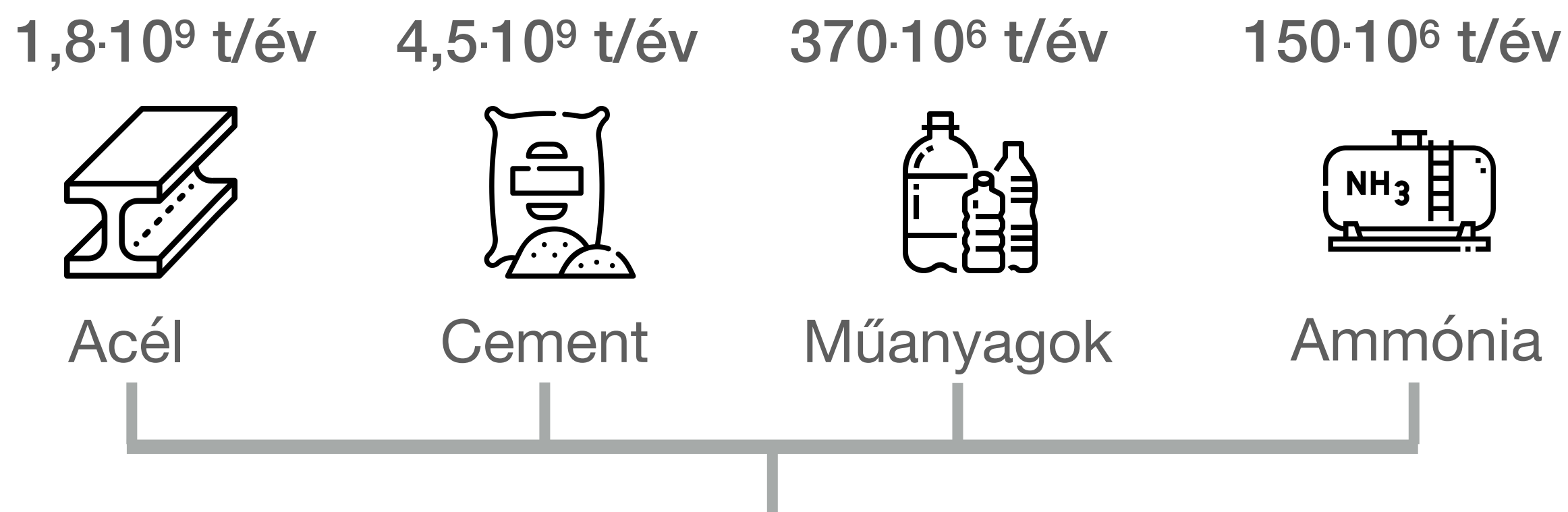
Saját túllövési nap számítása:  
<https://okolabnyom.kovet.hu/>





# Új anyagok, mint veszélyforrások

A modern társadalom 4 legfontosabb anyaga



**Előállításuk: döntően fosszilis energiaforrásokból**

**A világ energiaigényének 17%-a**

**Energiatermelésből származó CO<sub>2</sub> kibocsátás 25%-a**

Mesterséges anyagok  
össztömege > száraz  
biomassza össztömege

**A szénmentesítéshez új technológiákra van szükség**

**Átállás hosszú folyamat**

**Nem élünk fenntartható módon!**

**Fejlődés  $\neq$  növekedés**

**Fenntartható fejlődés ► fenntarthatóság**



# KIHÍVÁSOK ÉS VÁLASZOK



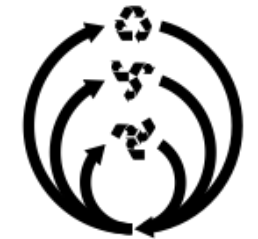
# Egy kiválasztott példa



Hulladékképződés,  
környezetterhelés



Feldolgozás,  
Körkörös gazdaság



# Egy akut probléma: a túlzott hulladékképződés

A világon évente 2 Mrd tonna települési szilárd hulladék képződik

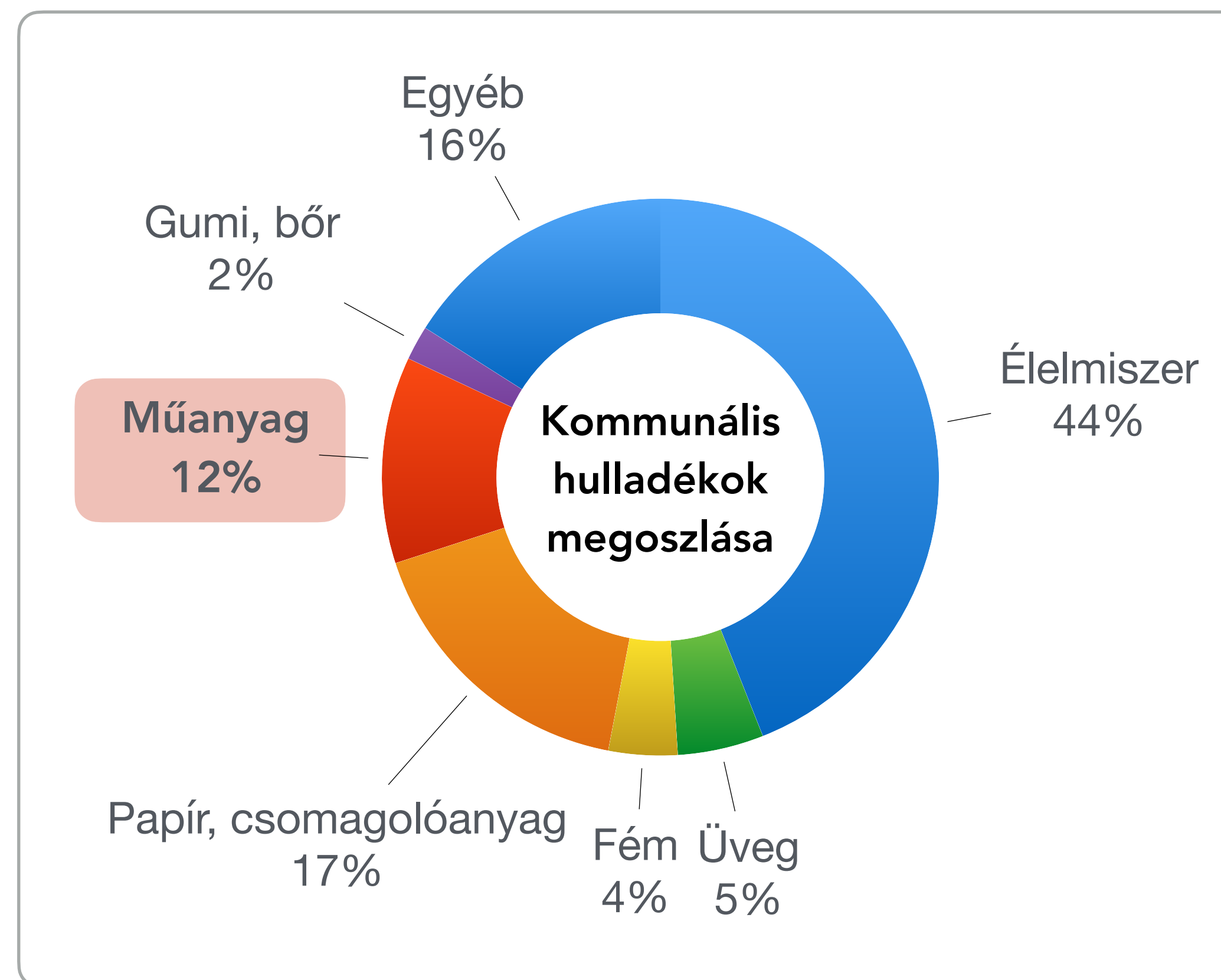
Ha ezt a mennyiséget Budapest közigazgatási területén (530 km<sup>2</sup>) helyeznénk el, 16 m-nél magasabb „hulladékdomb” alakulna ki.



Települési szilárd hulladékban levő műanyag hulladék a világon: 240 Mt/év



**Magyarország: 100 et PET hulladék/év**



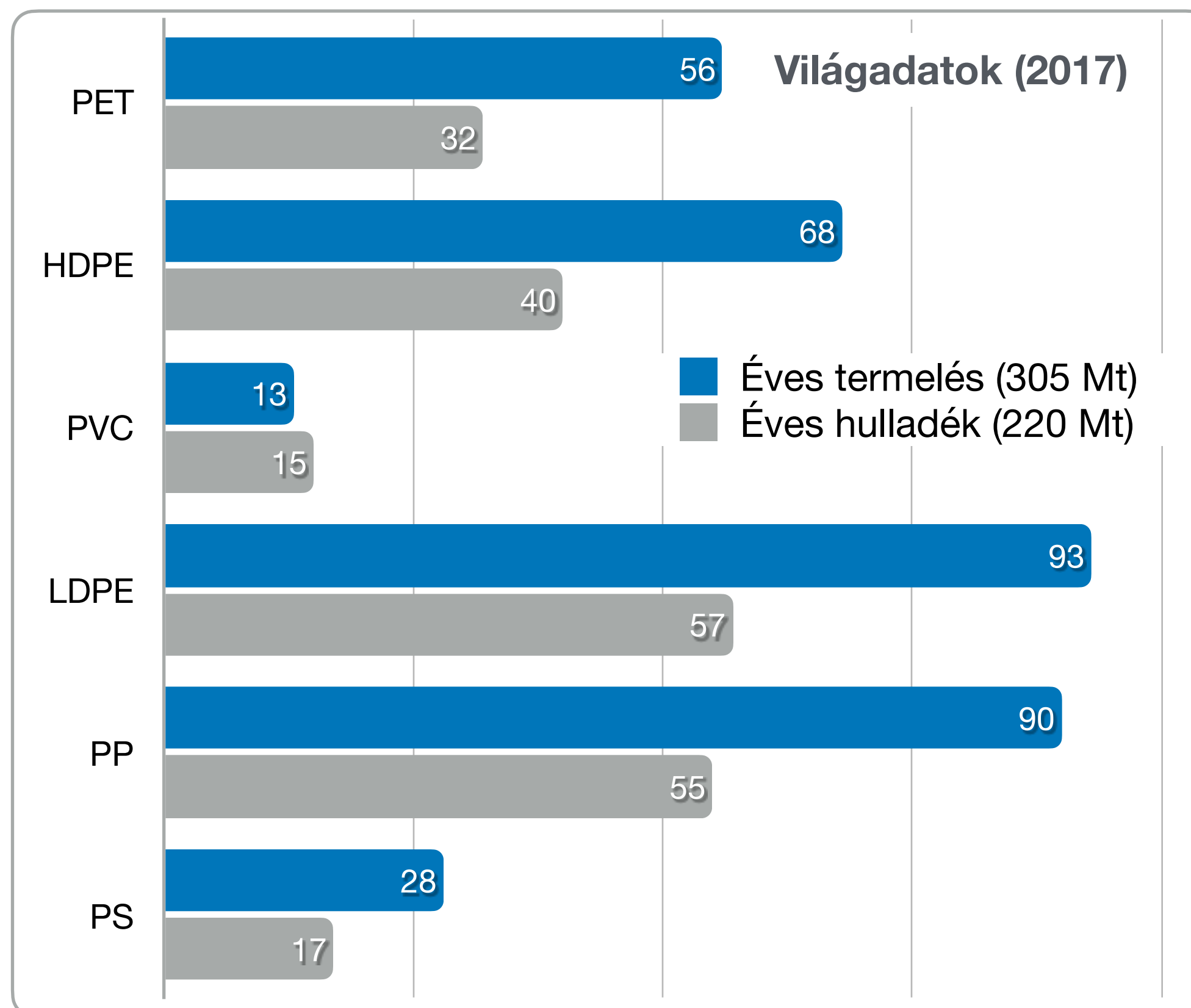
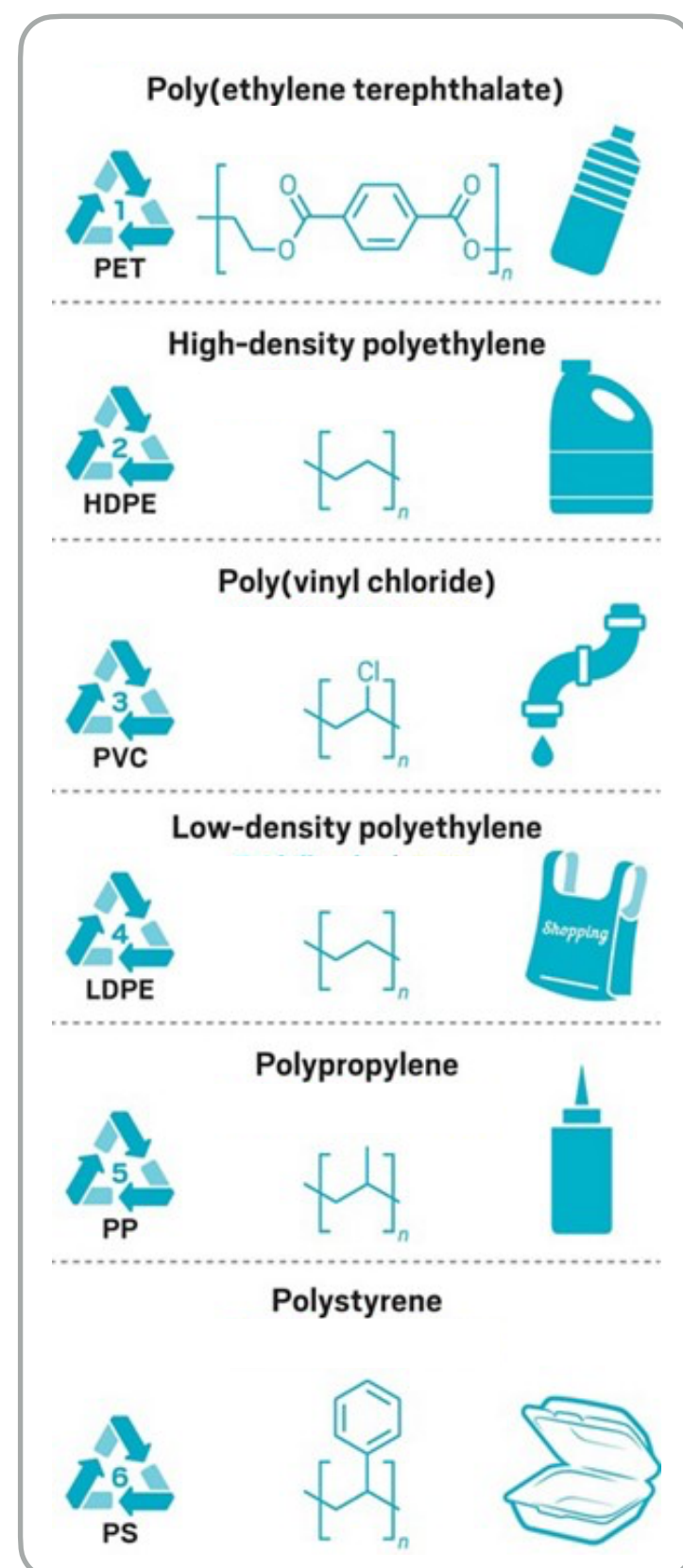
# Továbbiakban a műanyag hulladékokkal foglalkozunk

A világon gyártott műanyag 80%-a rövid időn belül hulladékba kerül!



# Kihívás: sokféle műanyagtípus

Különböző fizikai és kémiai tulajdonságok, eltérő lebonthatóság



Műanyag típus	UH (%)	LI (év)
PET	19,5	5-10
HDPE	10,3	100
PVC	0	Soha
LDPE	5,3	500-1000
PP	0,6	20-30
PS	0,9	50

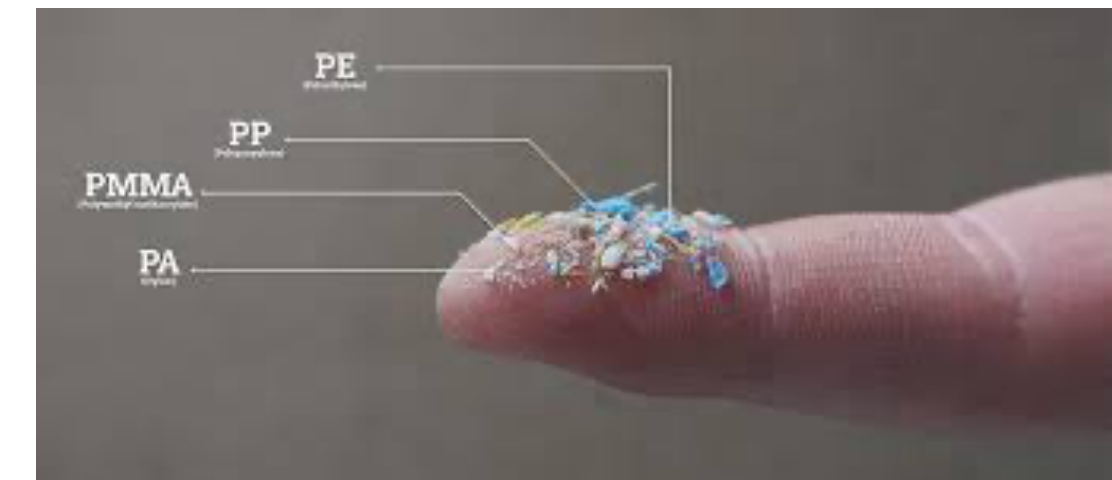
UH - újrahasznosítási arány

LI - lebomlási idő optimális körülmények között

Saját szerkesztés (S. Lemonich: C&EN **96**, 25 (June 15, 2018) alapján)

# Műanyagok okozta környezetterhelés

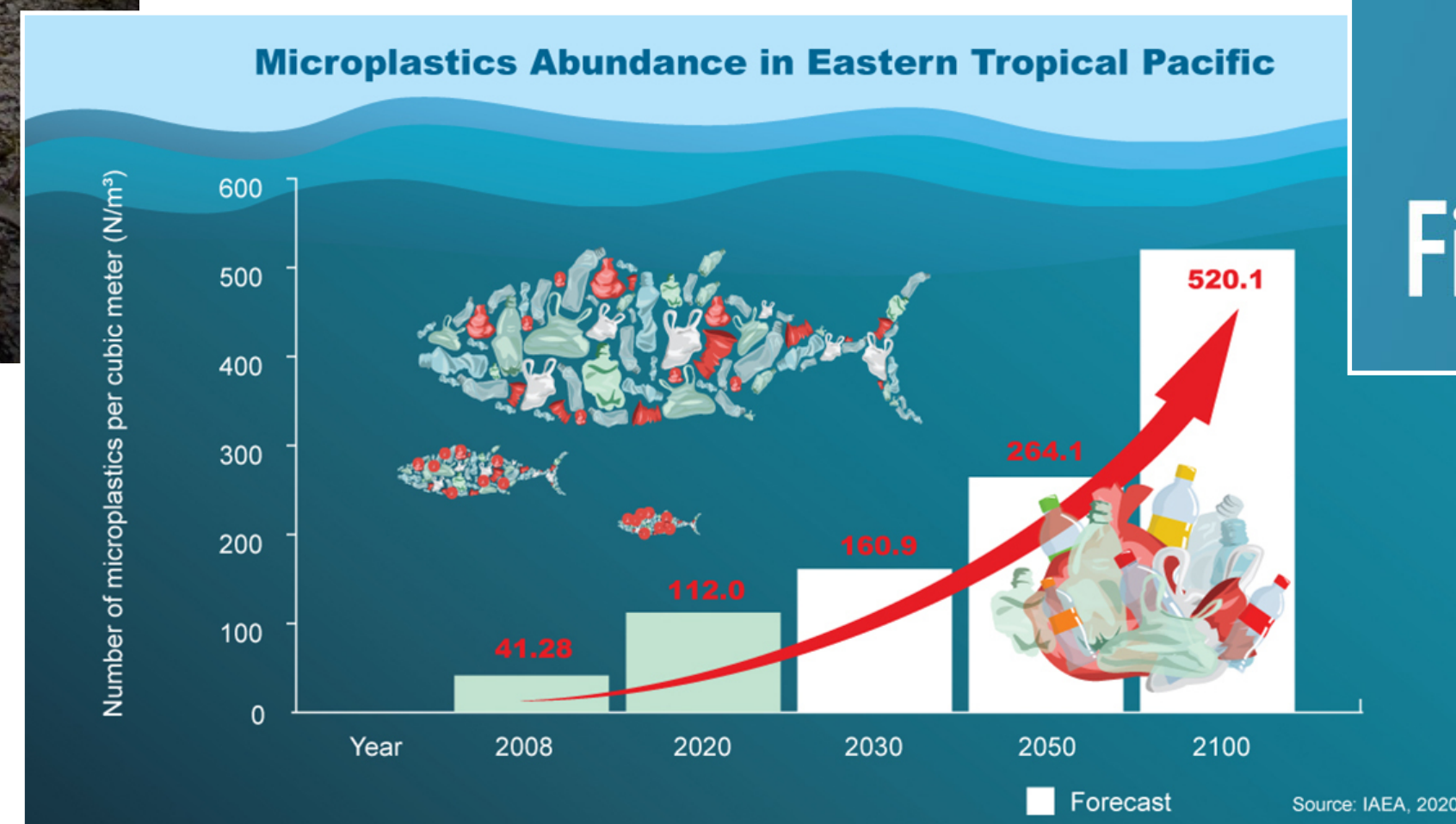
Makro- és mikro-szinten - egy példa sok közül



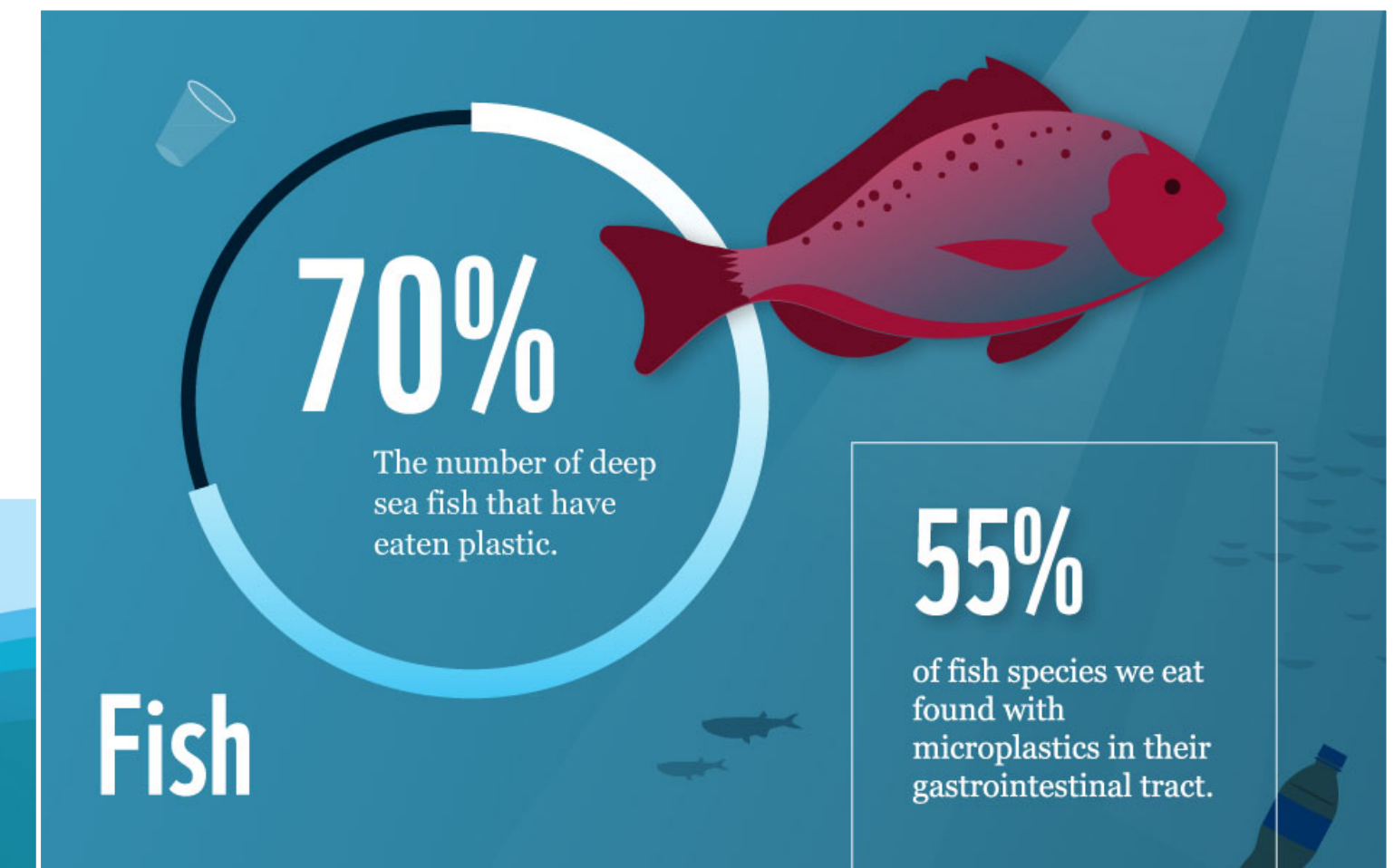
## Csendes Óceán

a 3 legnagyobb hulladéksziget  
összterülete = India területével

Már a tenger-  
fenéken is!



<https://www.iaea.org/newscenter/news/world-oceans-day-2020-new-iaea-research-records-dramatic-increase-in-microplastic-pollution-in-eastern-tropical-pacific-ocean>

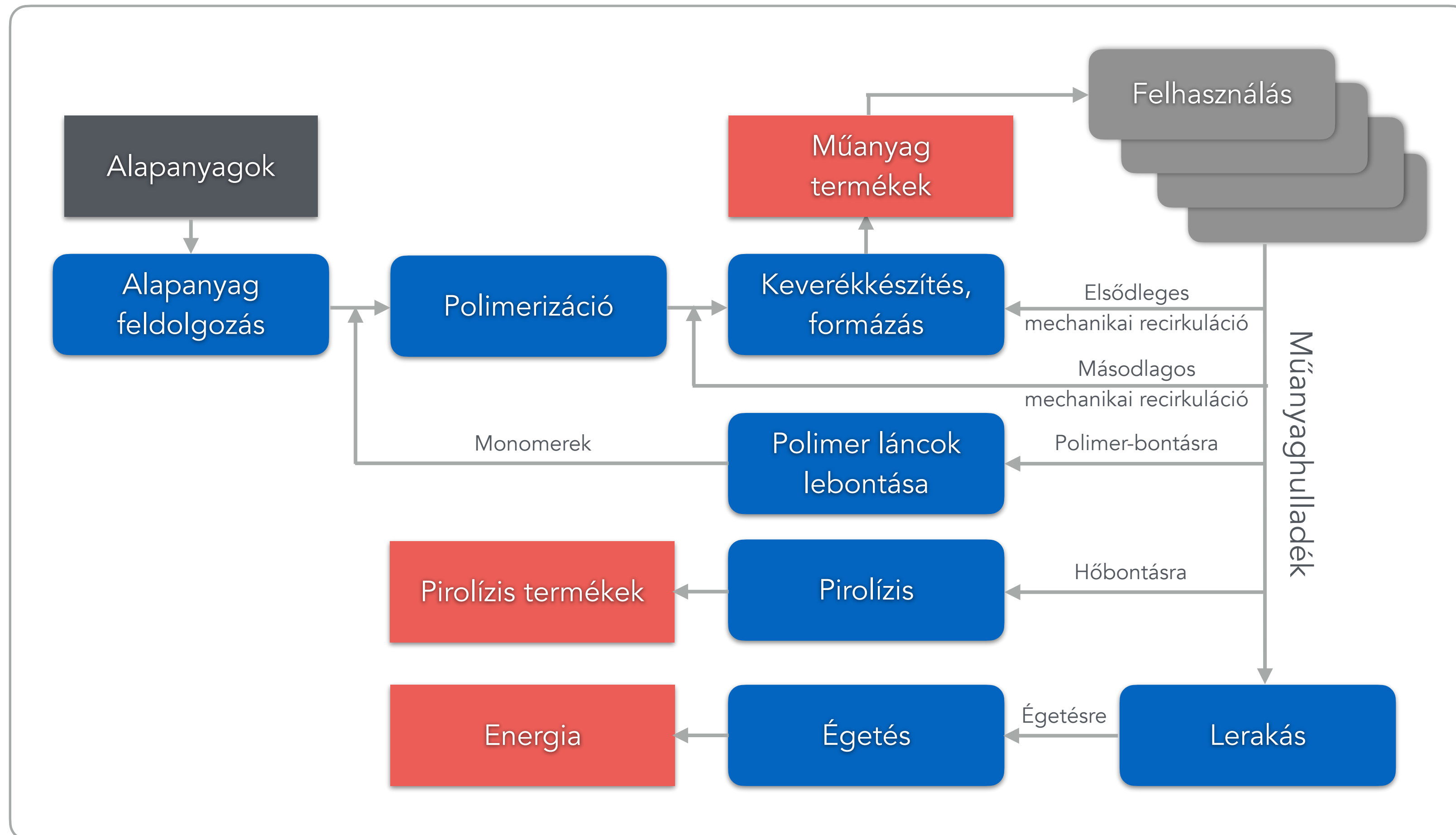


A mikro-műanyagok bekerülnek a táplálékláncba



# Válasz: műanyag hulladékok feldolgozása

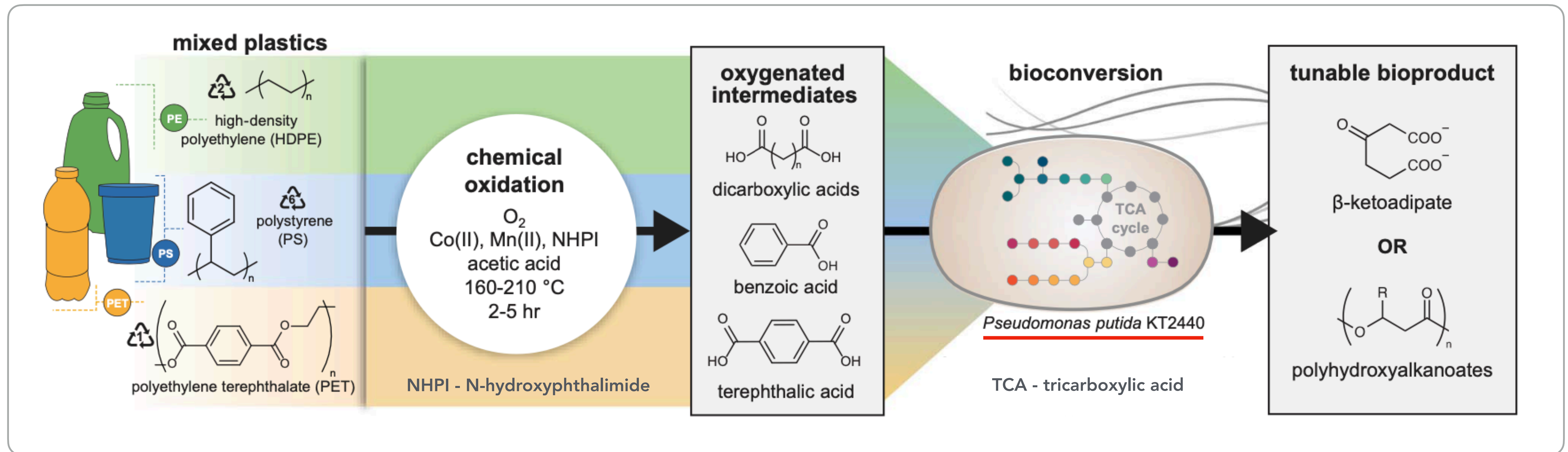
Ez a séma csak egyféle hulladéktípusra alkalmazható!



Saját szerkesztés (I.A. Ignatyev et al.: ChemSusChem Rev. DOI: 10.1002/cssc.201300898 alapján)

# Válasz: vegyes műanyag hulladék feldolgozása

Kezdeti lépések: tandem kémiai oxidáció és biológiai átalakítás

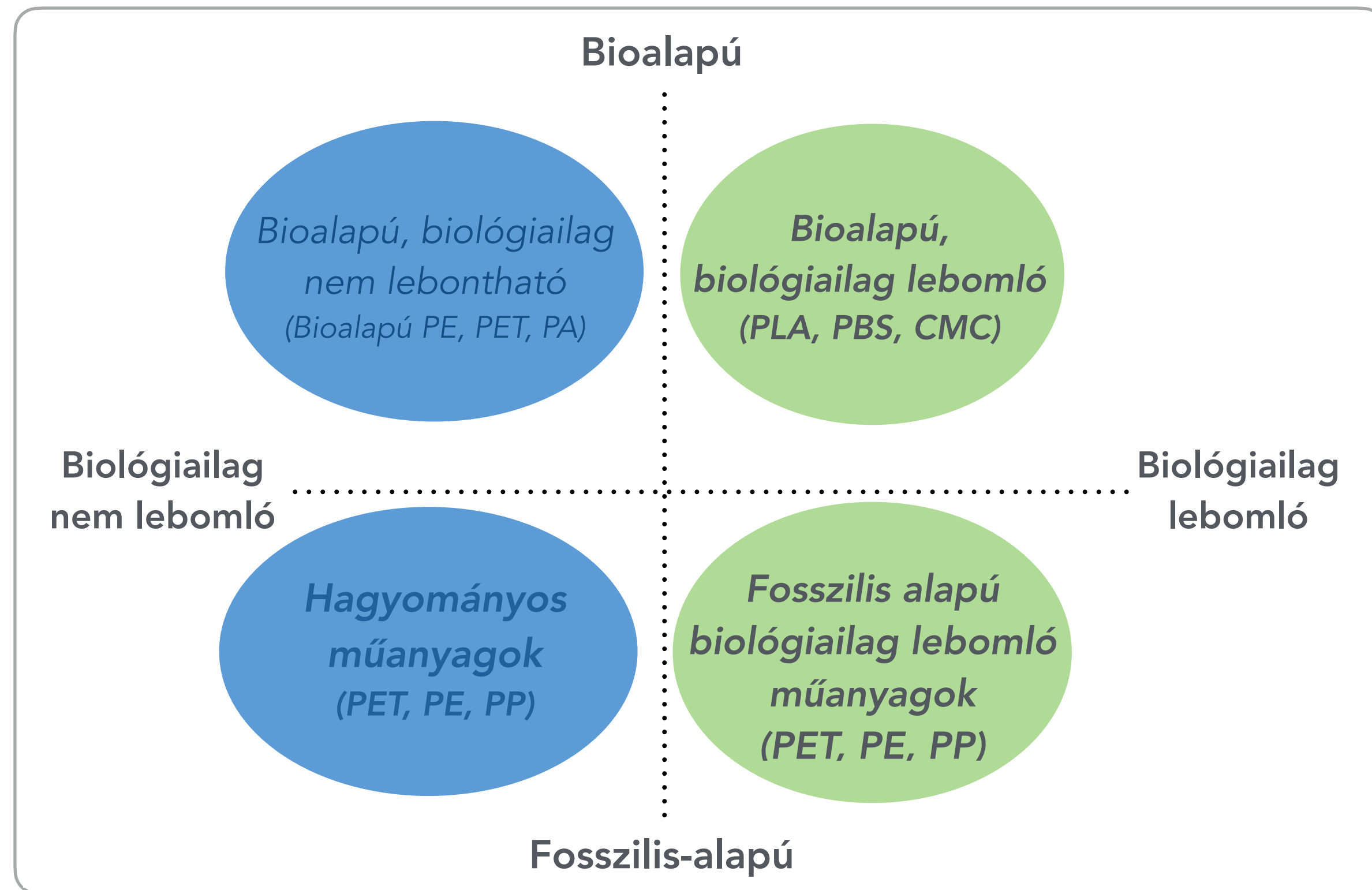


*Pseudomonas putida*: az első szabadalmaztatott élő szervezet

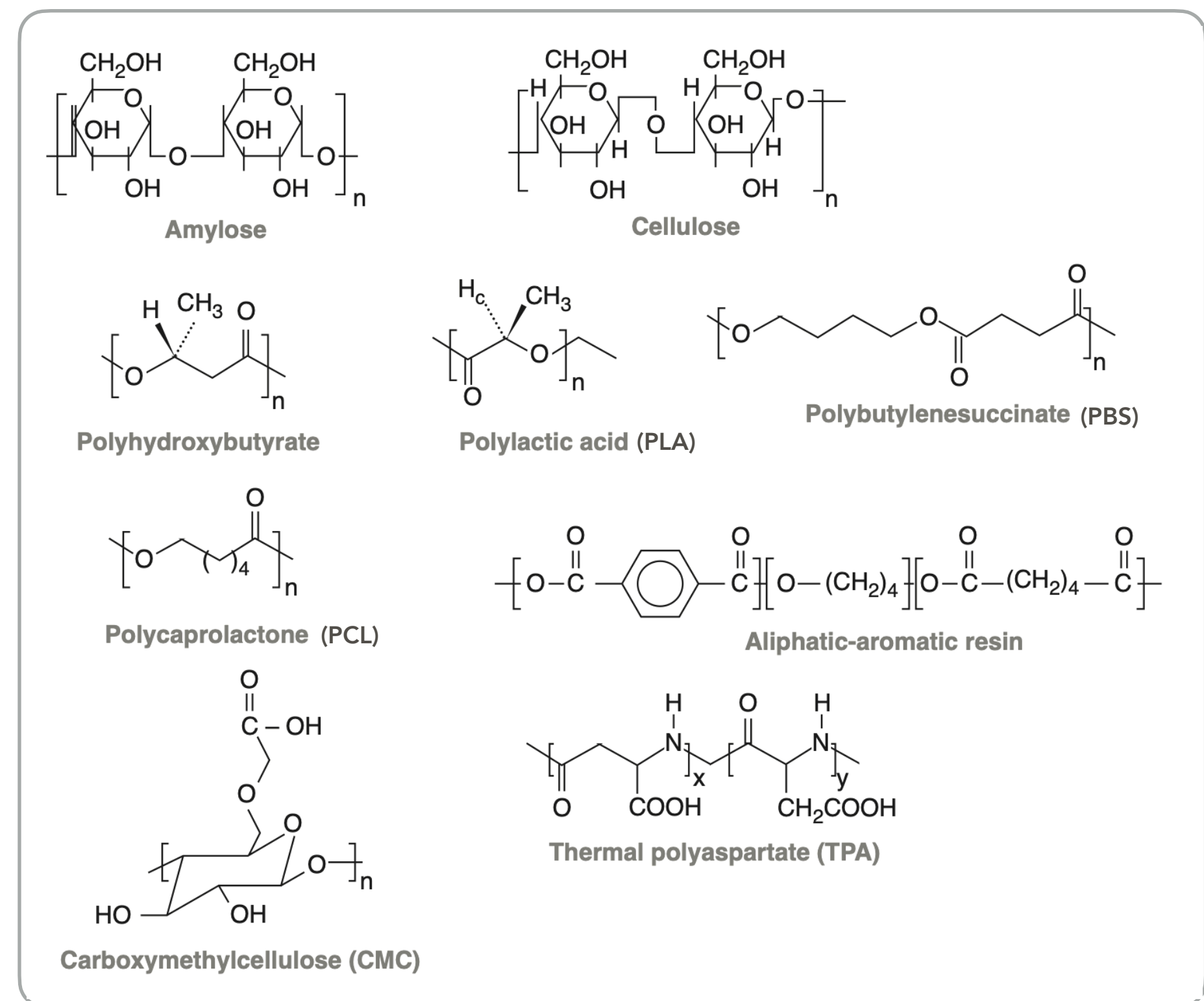
# Válasz: biológiailag lebomló műanyagok

Hulladéklerakás elkerülése - környezetterhelés csökkentése

## Alaptípusok



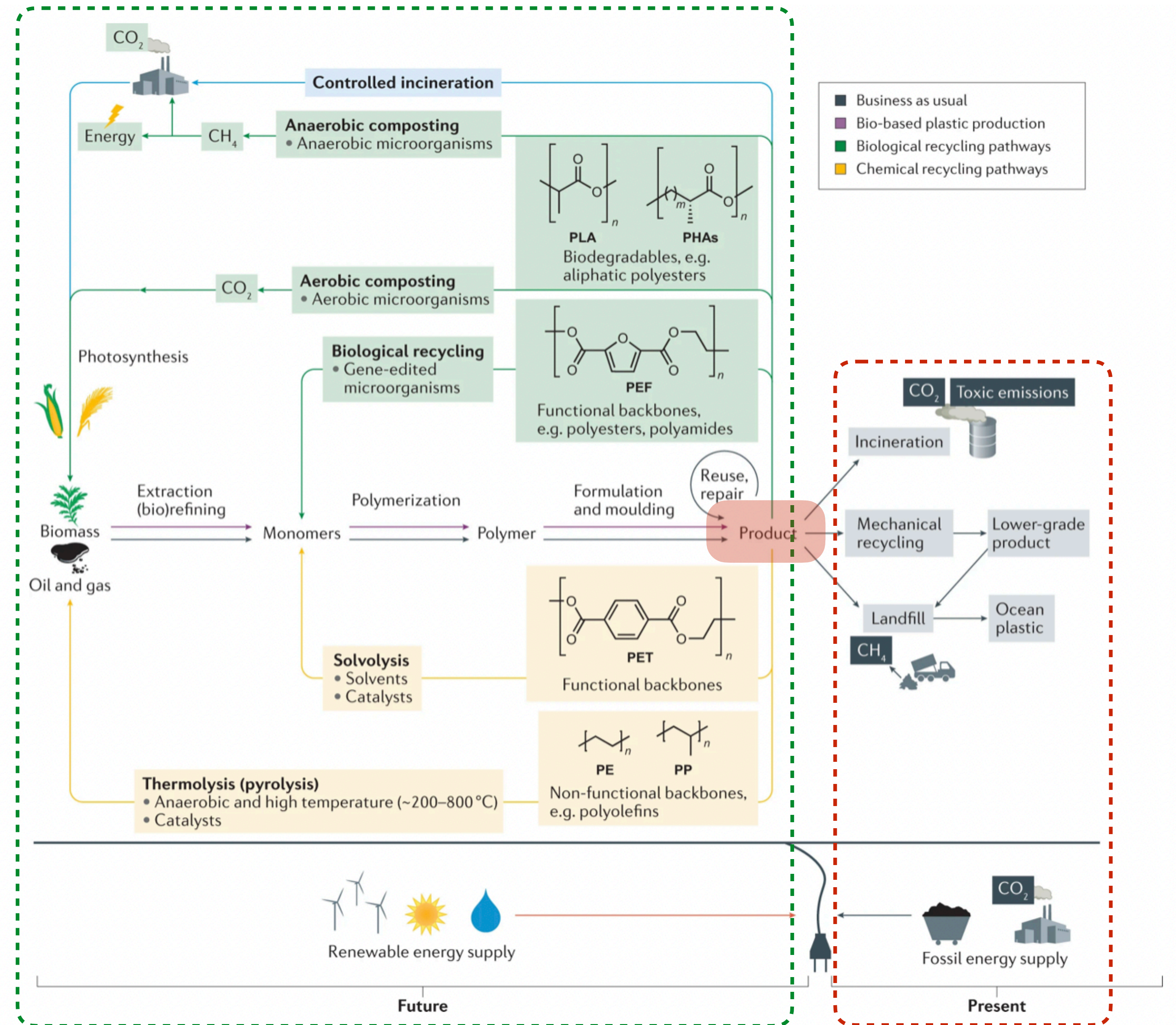
## Fontosabb vegyületek



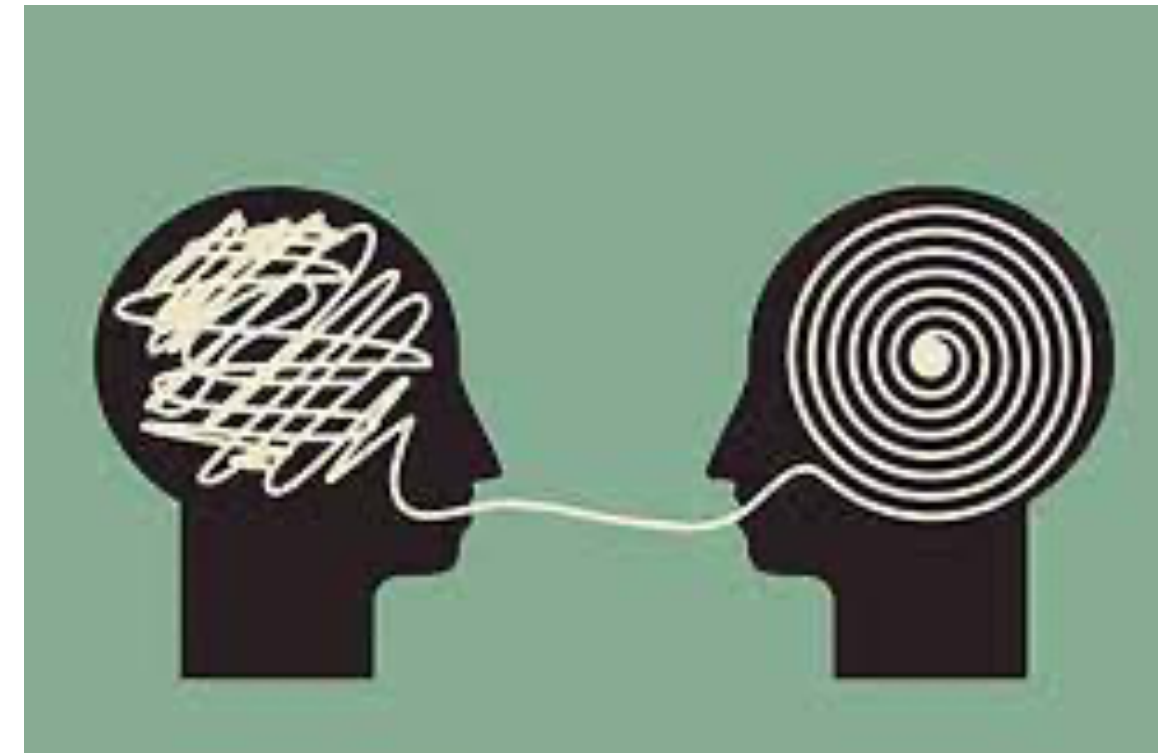
Saját szerkesztés (R.A. Cross et al.: Science **297**, 803-807 (2002) alapján)

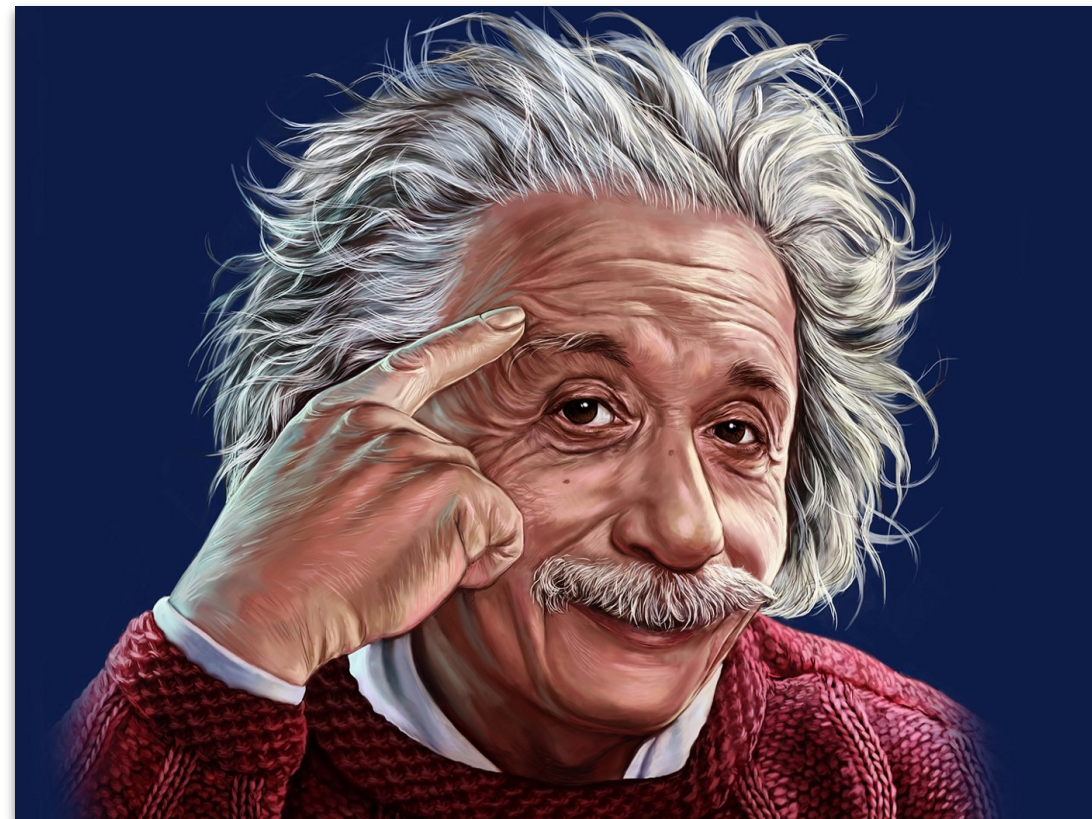
# Válasz: körkörös műanyaggazdaság

Kutatás, fejlesztés, gyártás, felhasználás, összegyűjtés, újrahasznosítás



# KÖVETKEZTETÉSEK





**A problémákat nem lehet megoldani  
ugyanazzal a gondolkodásmóddal,  
amivel létrehoztuk azokat.**

**Fenntarthatóság**



**Innováció**

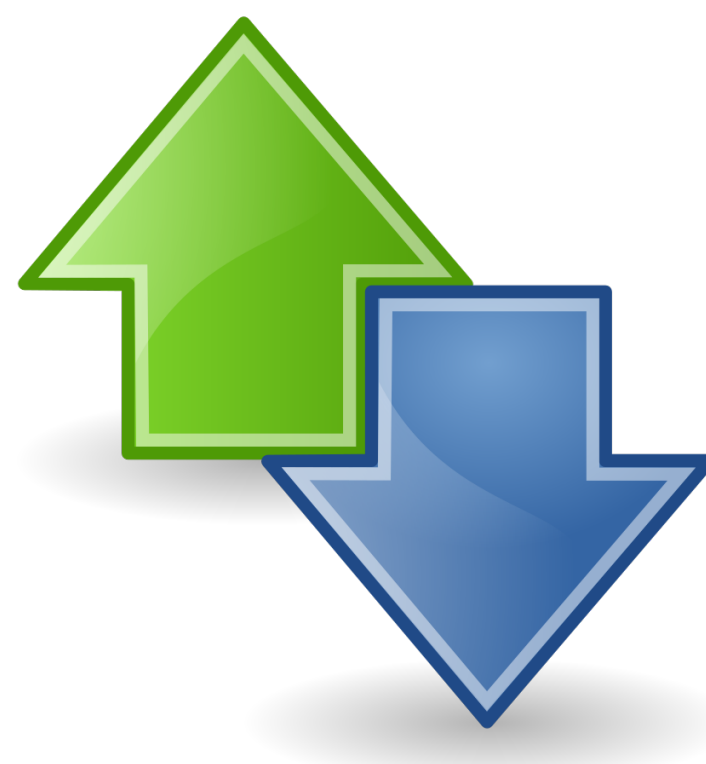
Szirmai Mónika: Összekapcsolódás



**FENNTARTHATÓ?  
FEJLŐDÉS?**

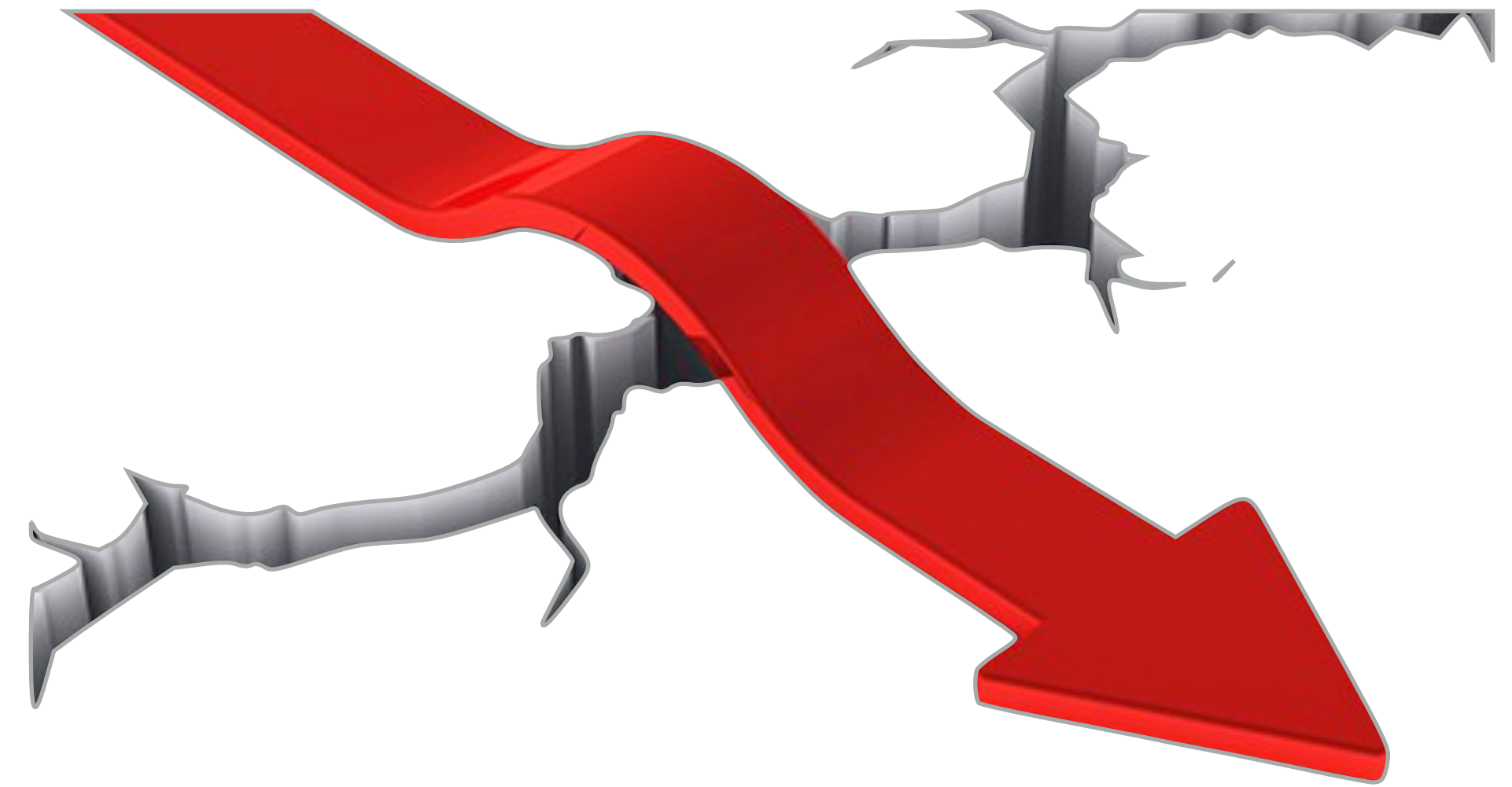


**IGEN: DE MÁS SZEMLÉLETBEN!  
IGEN: DE FŐKÉNT MINŐSÉGI!**



**KÉTIRÁNYÚ KÖZELÍTÉSRE VAN SZÜKSÉG**

# Zárógondolatok



1

Súlyos környezeti,  
gazdasági,  
társadalmi  
problémákat kell  
megoldanunk

2

Egyre kevesebb  
időnk van a  
cselekvésre

3

A fenntarthatósághoz a  
törvények és a politikai elvek  
teljes összhangjára van  
szükség  
(E. Holthaus, 2020)

4

Nem lehet megmenteni a  
bolygót anélkül, hogy előtte  
mi magunk is  
megváltoznánk  
(A. Ocasio-Cortez, 2019)