



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA
ÉPÜLETGÉPÉSZETI TAGOZAT



„HULLADÉKBÓL A KONNEKTORBA ÉS A RADIÁTORBA”

AVAGY A VÁROSOK ENERGIÁELLÁTÁSA HULLADÉKBÓL NYERT ENERGIÁBÓL

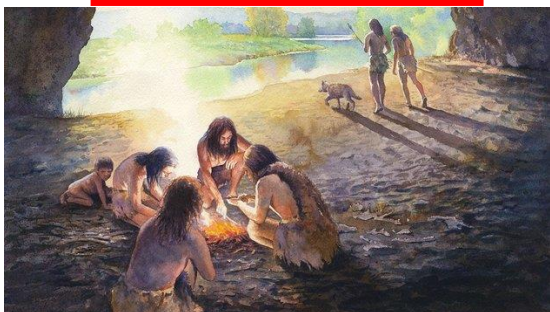
CONSTRUMA Szakkiállítás és Vásár
2022. április 6.
Molnár Szabolcs

*„A hulladék létrehozása nem feltétlenül rossz dolog.
Az a helytelen, ha nem kezdünk vele semmit.”*

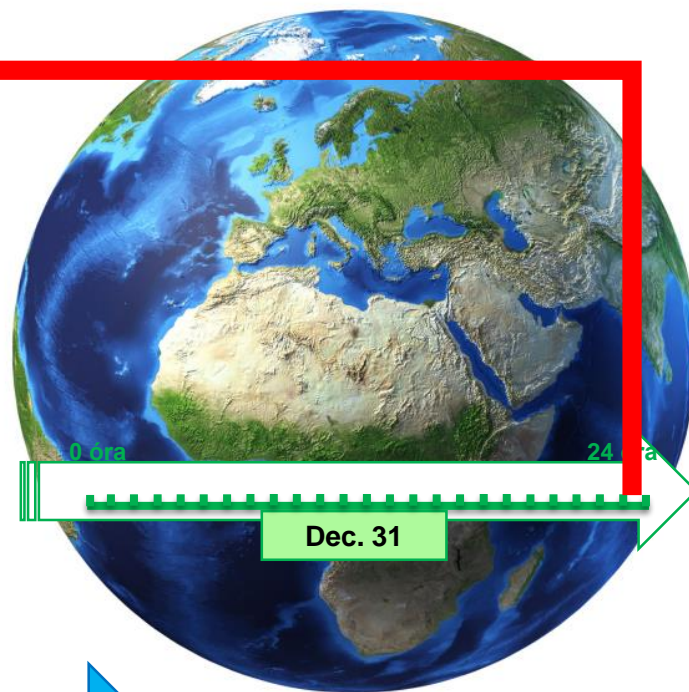
Marc Stevenson

14 PERC...

**23 óra 46 perc:
A tűz használata**



A tűz feletti uralom univerzális és egyben kizárólagos jellemzője az emberiségnek!



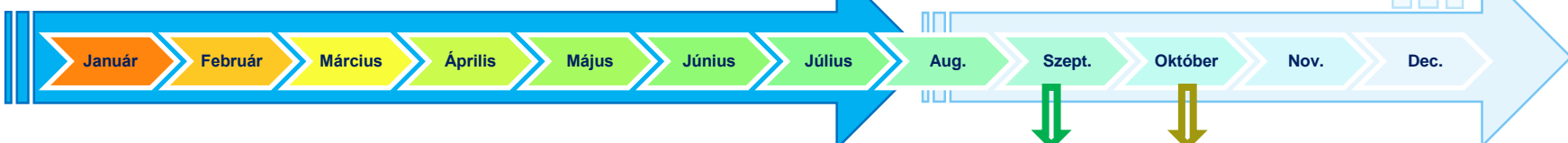
Dec. 19.
Az első gerincesek

Dec. 20.
Az első növények a szárazföldön

Dec. 26.
Az első emlősök

Dec. 31

A világmindenség kialakulása

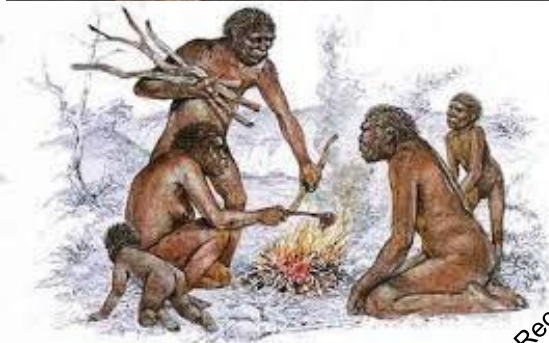


15 milliárd éve

5 milliárd éve

Szept. 13. A Naprendszer és a Föld	Okt. 11. A földi élet első jelei
---------------------------------------	-------------------------------------

A HULLADÉKÉGETÉS FEJLŐDÉSE EURÓPÁBAN



"Homo Recyclicus"

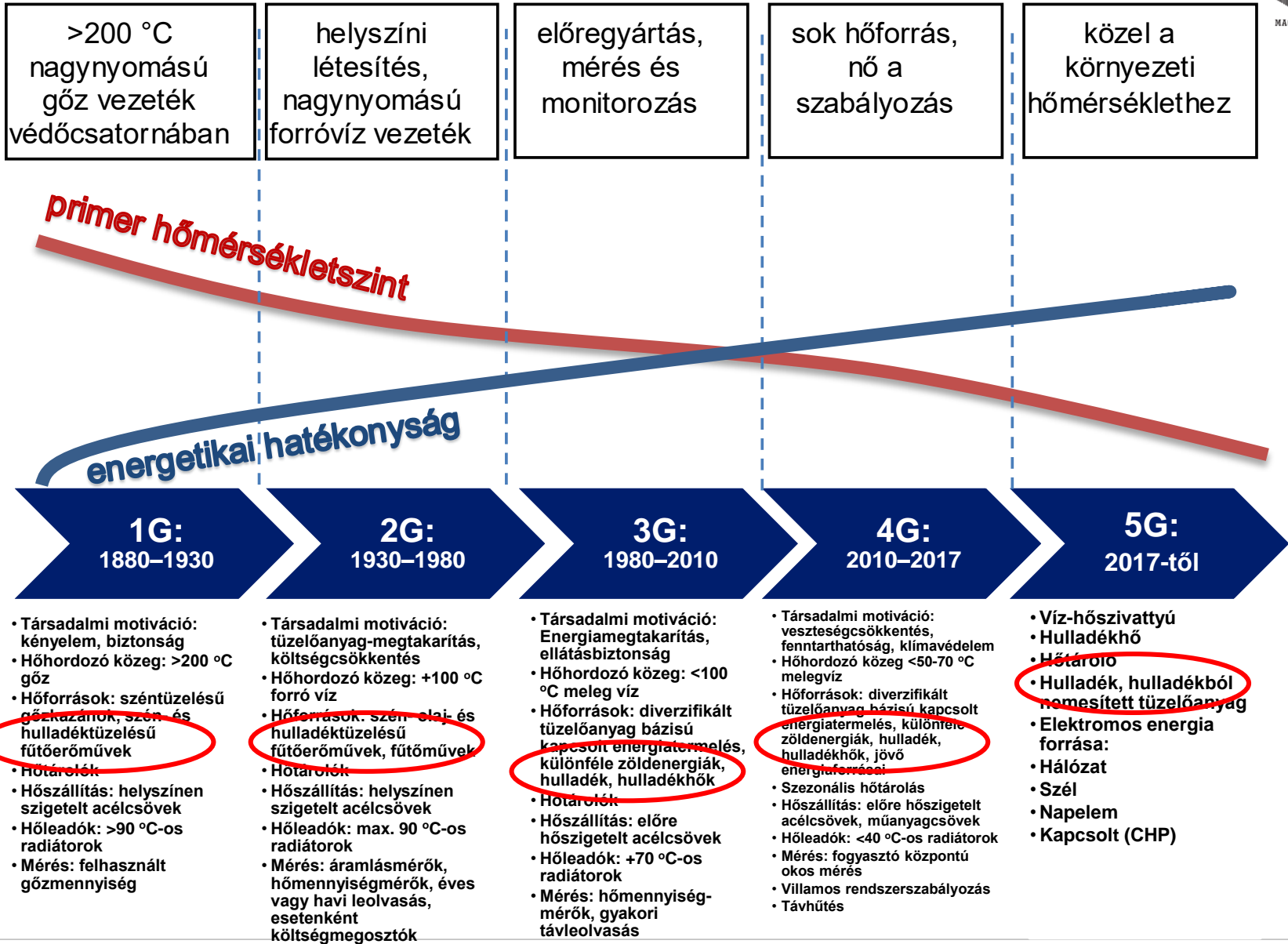
Kr.e. 1000 az első írásos emlékek
Kr.e. 500 Athéni hulladékos törvény
i.sz. 500 Nyugat-Római birodalom bukása

1500 Középkor
1600 Középkor
1700 Középkor
1856 Az első hulladékégetési kísérletek Angliában
1874 Az első üzembhelyezett hulladékégető mű...

1800-1910 Az első kereskedelmi hulladékégető mű...
1910 A hulladékégető művek bezárásra kerülnek
1914-1918 I. Világháború
1939-1945 II. Világháború

1960-as évek visszatérés az égetéshez
1970-es 1980-as évek alternatív technológiák
A hulladékégetés bevett, elterjedt módszer

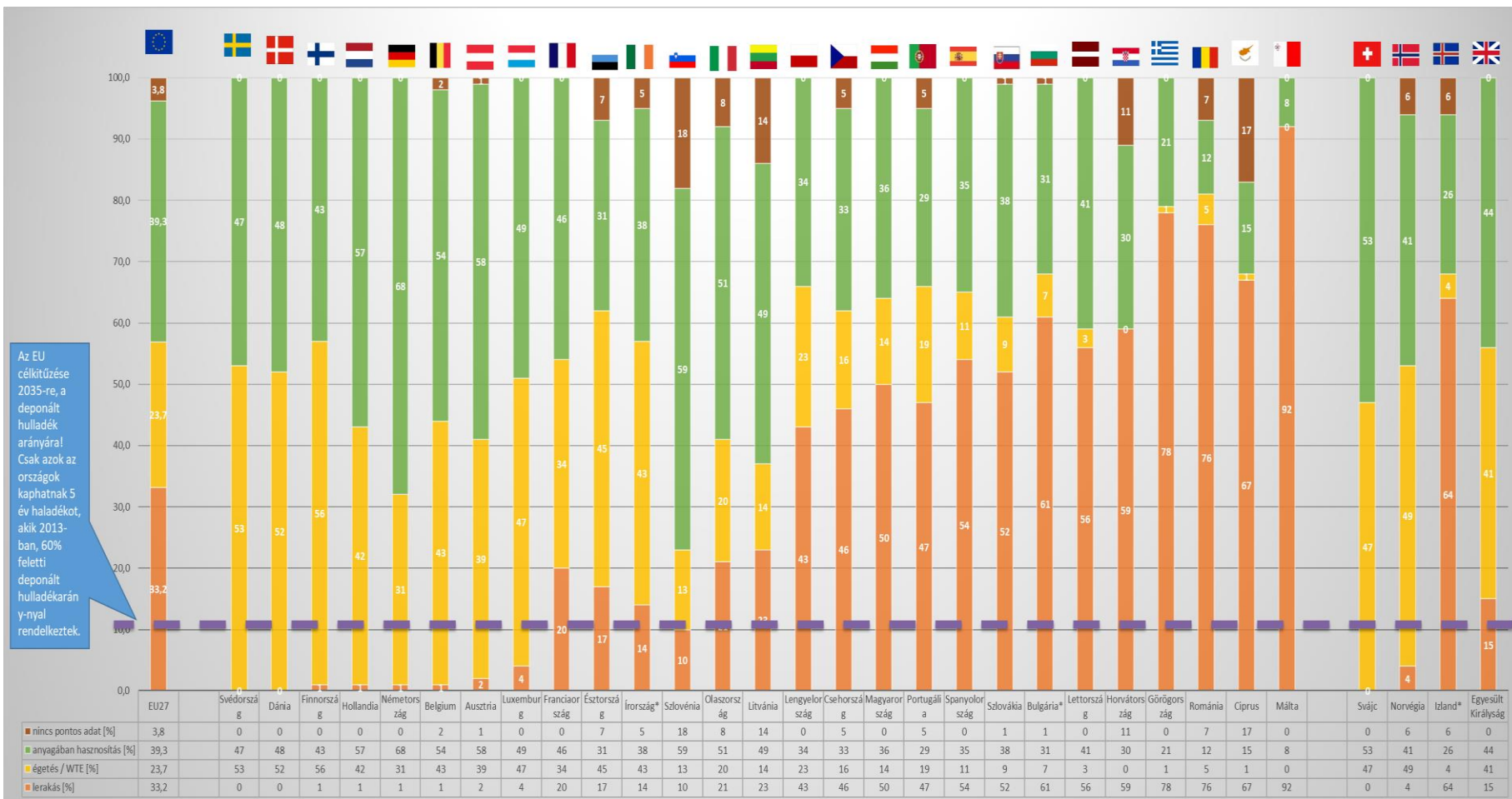
A TÁVHŐSZOLGÁLTATÁS ÖT GENERÁCIÓJA



HULLADÉKGAZDÁLKODÁS AZ EGYES ORSZÁGOKBAN

„A hulladék létrehozása nem feltétlenül rossz dolog.

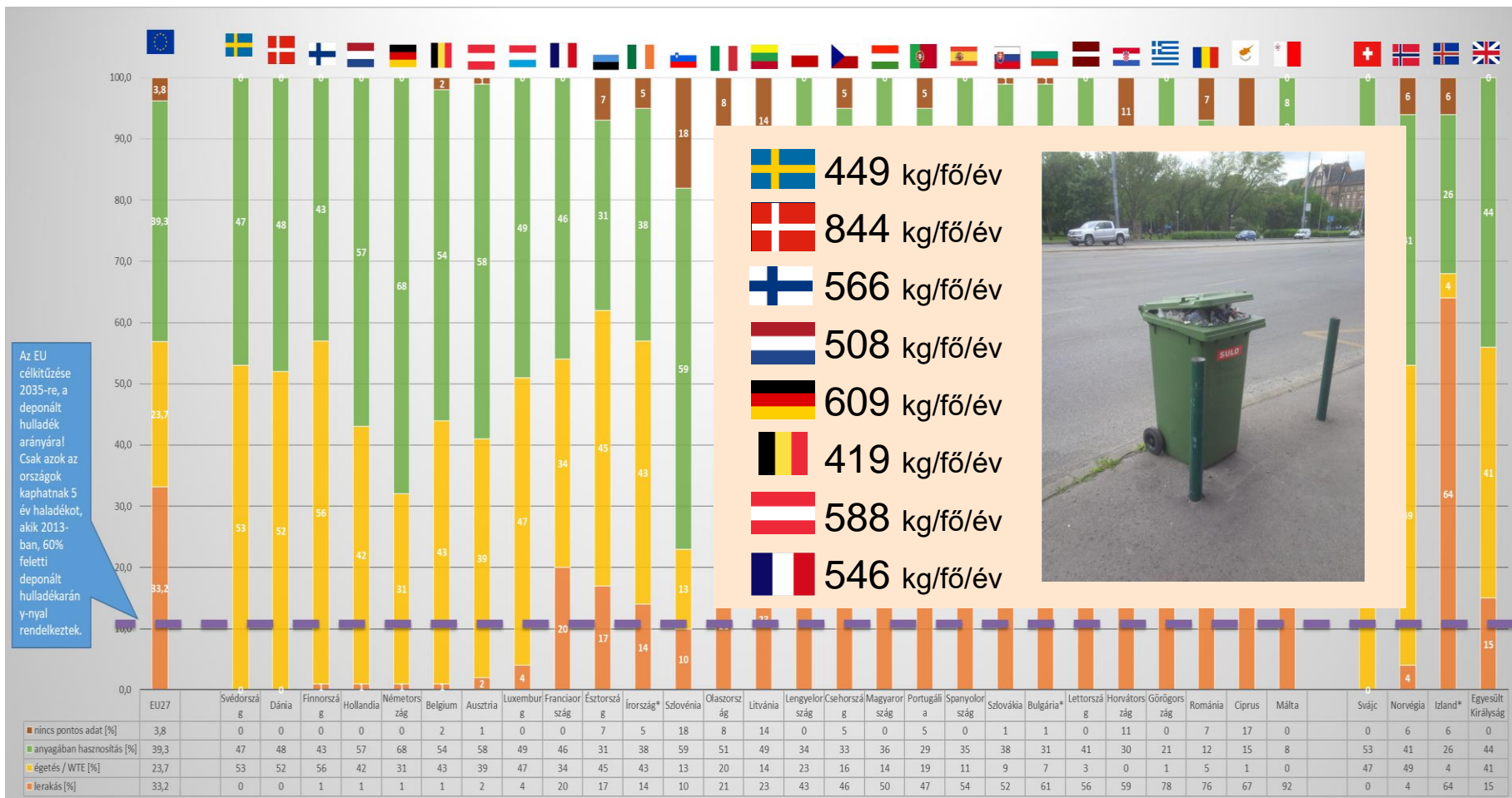
Az a helytelen, ha nem kezdünk vele semmit.”



HULLADÉKGAZDÁLKODÁS AZ EGYES ORSZÁGOKBAN

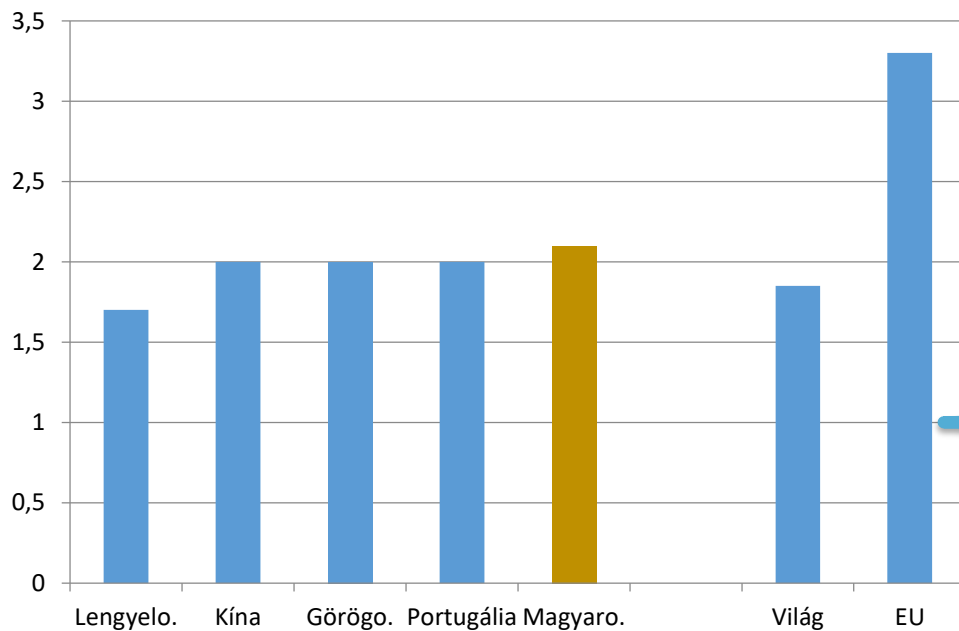
„A hulladék létrehozása nem feltétlenül rossz dolog.

Az a helytelen, ha nem kezdünk vele semmit.”

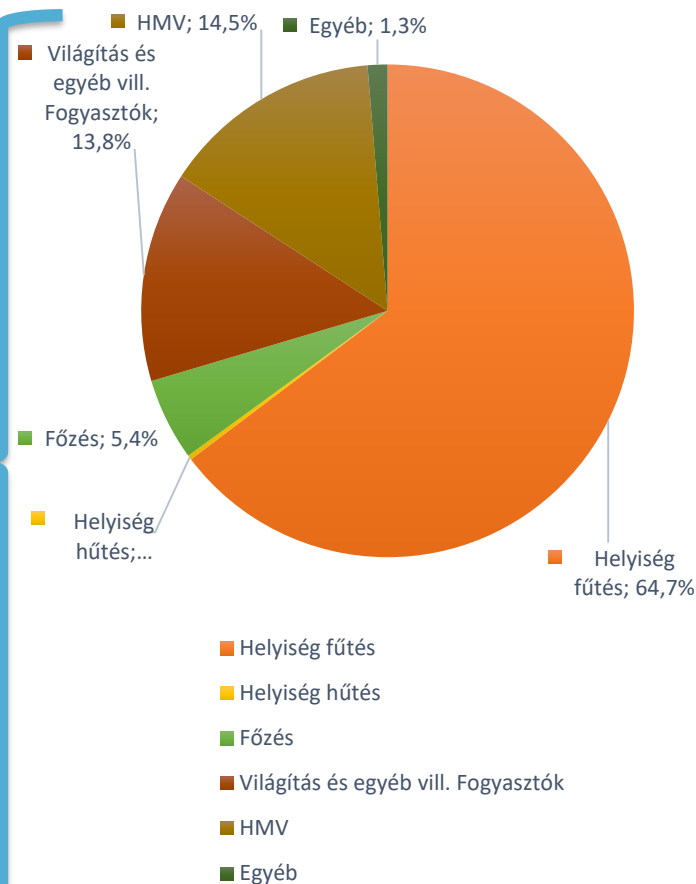


ENERGIA FOGYASZTÁSUNK

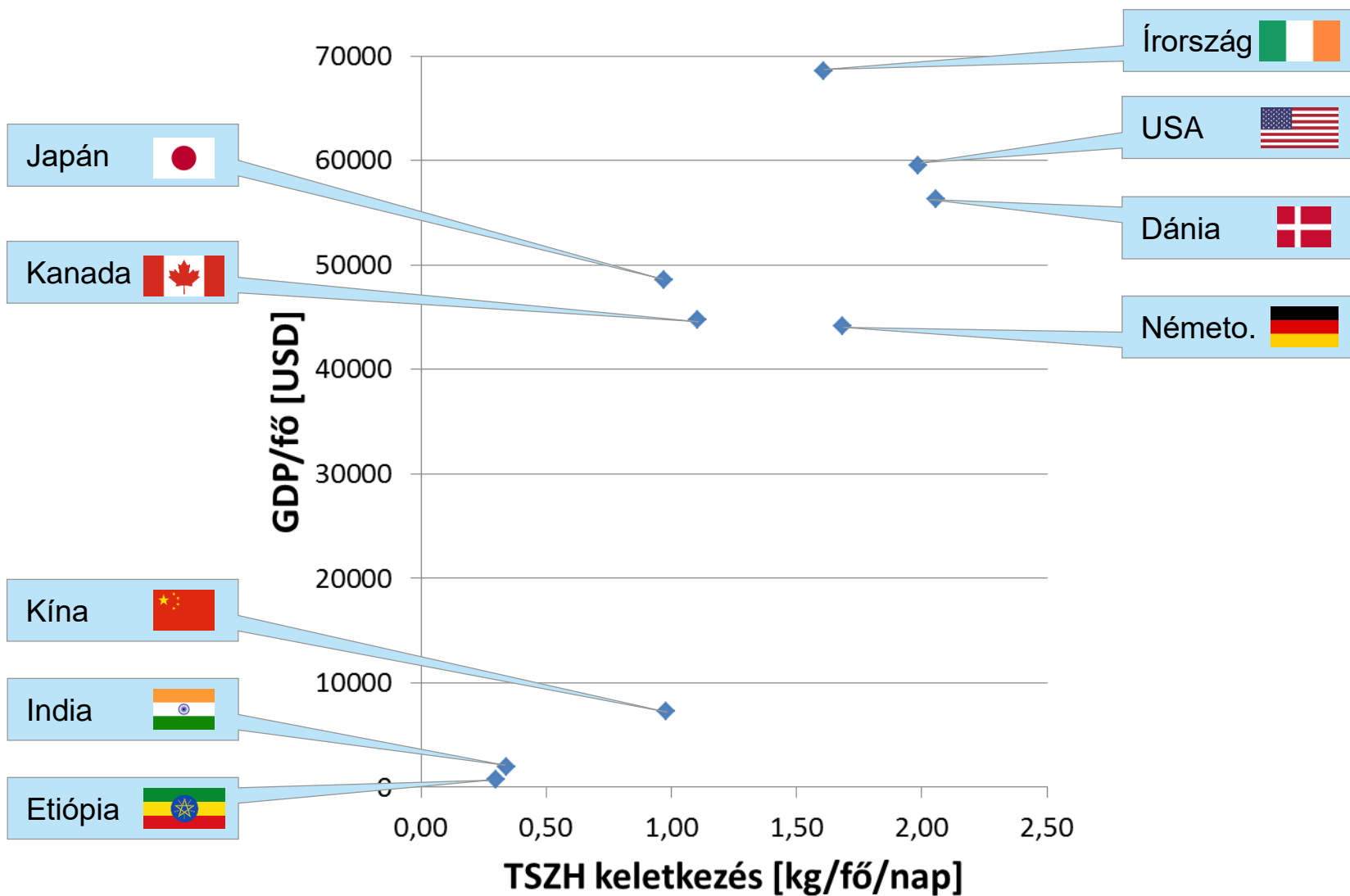
Energia fogyasztás
[ktoe egyenérték / fő]



Energia felhasználás megosztása háztartásonként (EU27)



„EMBERT BARÁTJÁRÓL, NEMZETET HULLADÉKÁRÓL”





MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA
ÉPÜLETGÉPÉSZETI TAGOZAT

ENERGETIKAI MEGATRENDEK AVAGY MI LEGYEN A STRATÉGIA A HULLADÉKKEZELÉSBEN?

1. **Dekarbonizáció:** Klímapolitikai prioritások
2. **Elektrifikáció:** Villamos energia erősödő dominanciája, e-mobilitás, hűtés/fűtés
3. **Energiarendszerek konvergenciája:** Energiarendszerek közti határok elmosódása, rugalmas és költséghatékony energiarendszerek létrejötte
4. **Decentralizáció:** Elosztott termelés bővülése
5. **Digitalizáció:** IT megoldások széles körű terjedése (épületautomatika),
6. **Demokratizáció:** Ügyféltudatosság

Témaválasztás indoklottsága:

- Túlnépesedés
- Népsűrűség, városiasodás
- Hőenergiára való igény
- Energiahatékonyság, KNE, H2
- Cél: emisszió mentes városok

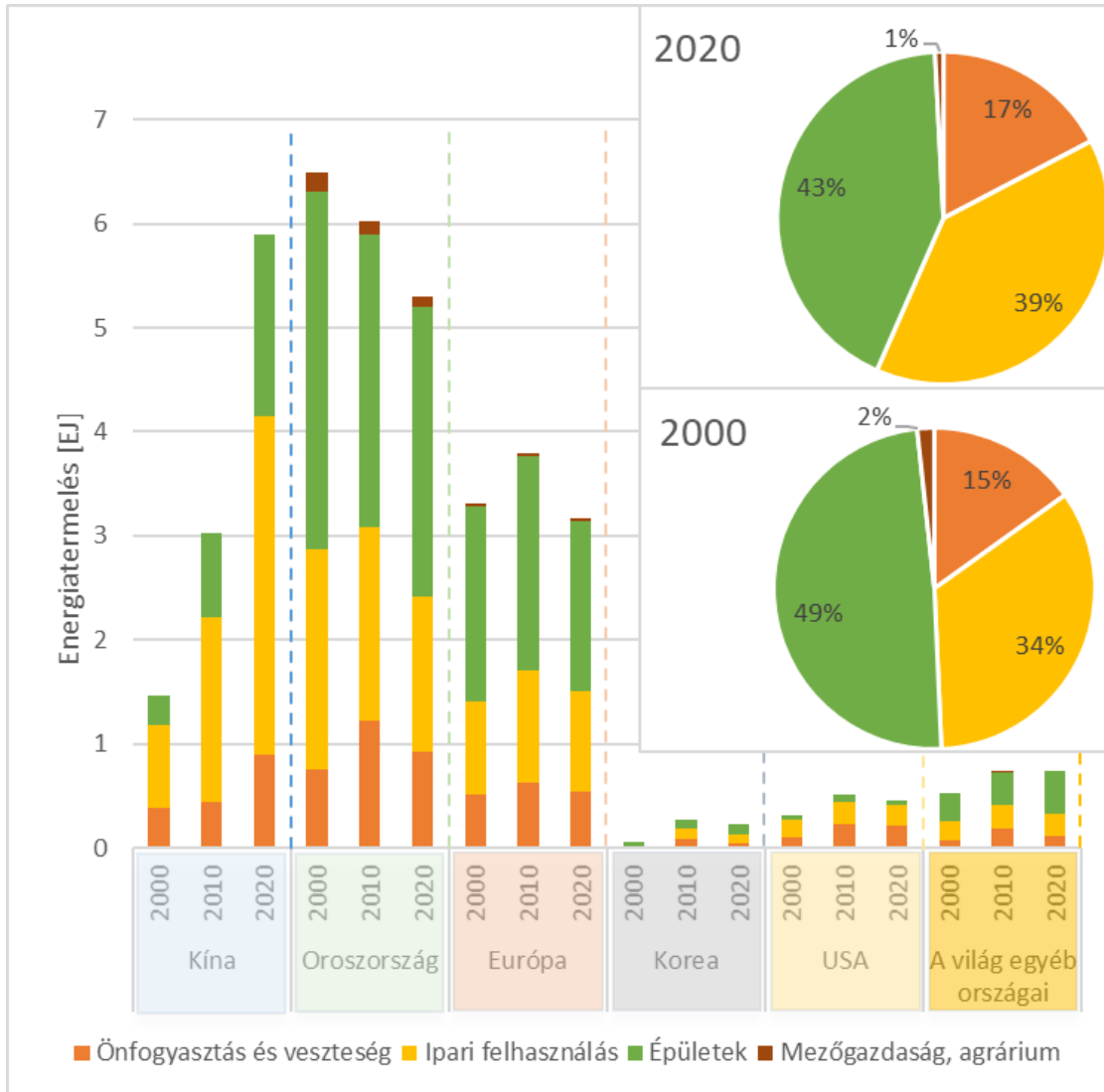
1. **Dekarbonizáció:** Klímapolitikai prioritások
2. **Elektrifikáció:** Villamos energia erősödő dominanciája, e-mobilitás, hűtés/fűtés
3. **Energiarendszerek konvergenciája:** Energiarendszerek közti határok elmosódása, rugalmas és költséghatékony energiarendszerek létrejötte
4. **Decentralizáció:** Elosztott termelés bővülése
5. **Digitalizáció:** IT megoldások széles körű terjedése (épületautomatika),
6. **Demokratizáció:** Ügyféltudatosság

Ezek eredményei, hogy:

- Átmenet a tisztaenergia-rendszerbe. (Cél.)
- DE! Ez nem úgy fog megvalósulni, hogy minden eszközt lecserélünk egy hasonló emissziómentesre, hanem egy nagyon mély átalakulás fog végbemenni.
- A közlekedés és szállítás villamosítása a legígéretesebb lehetőség.
- Az épületállomány energiahatékonyágának fontossága.
- Nehézipar, amely a világ szén-dioxid-kibocsátásának egyharmadát adja.

TÁVHŐPIAC NAPJAINKBAN

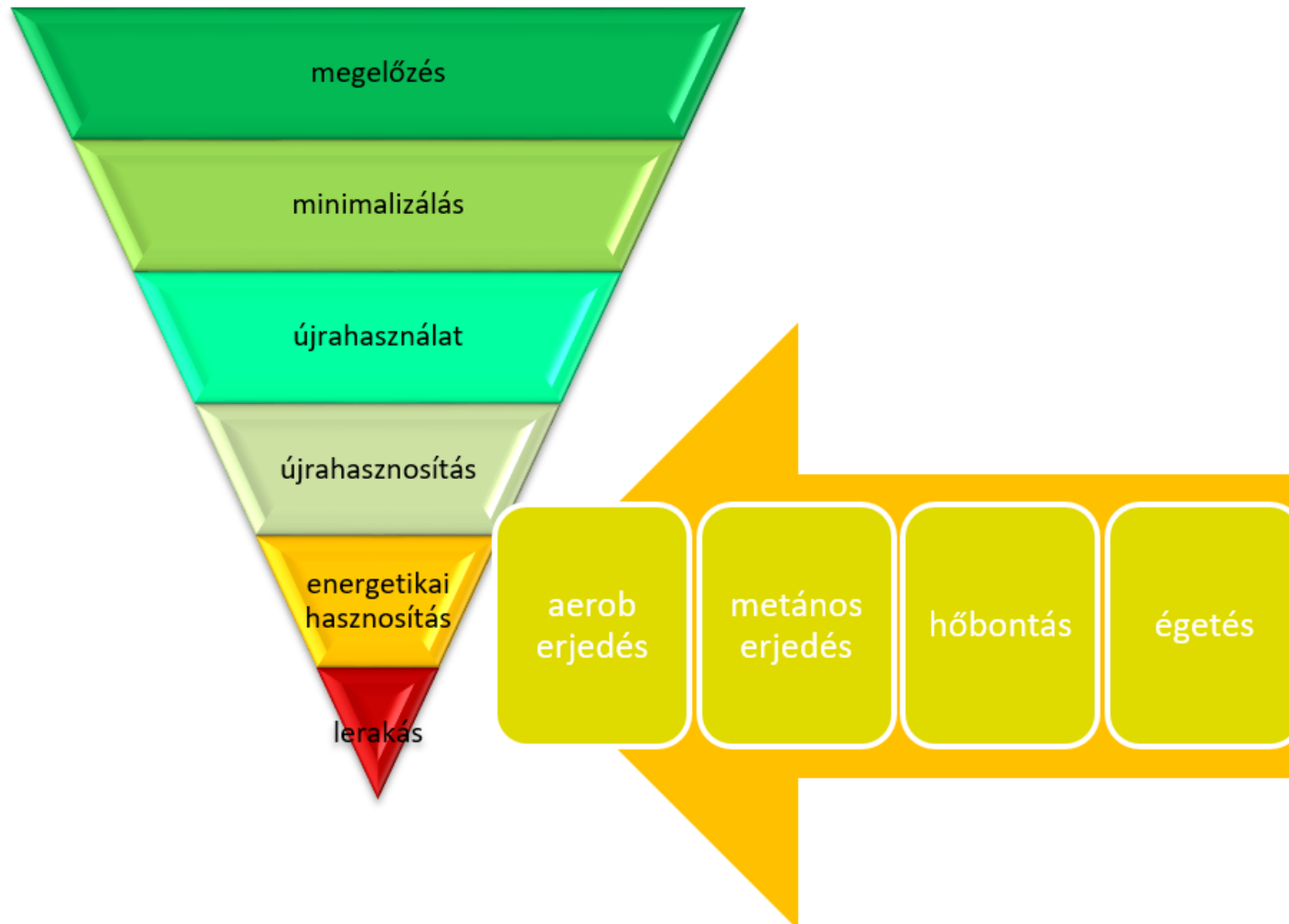
A globális távhőtermelés 2020: 16 EJ



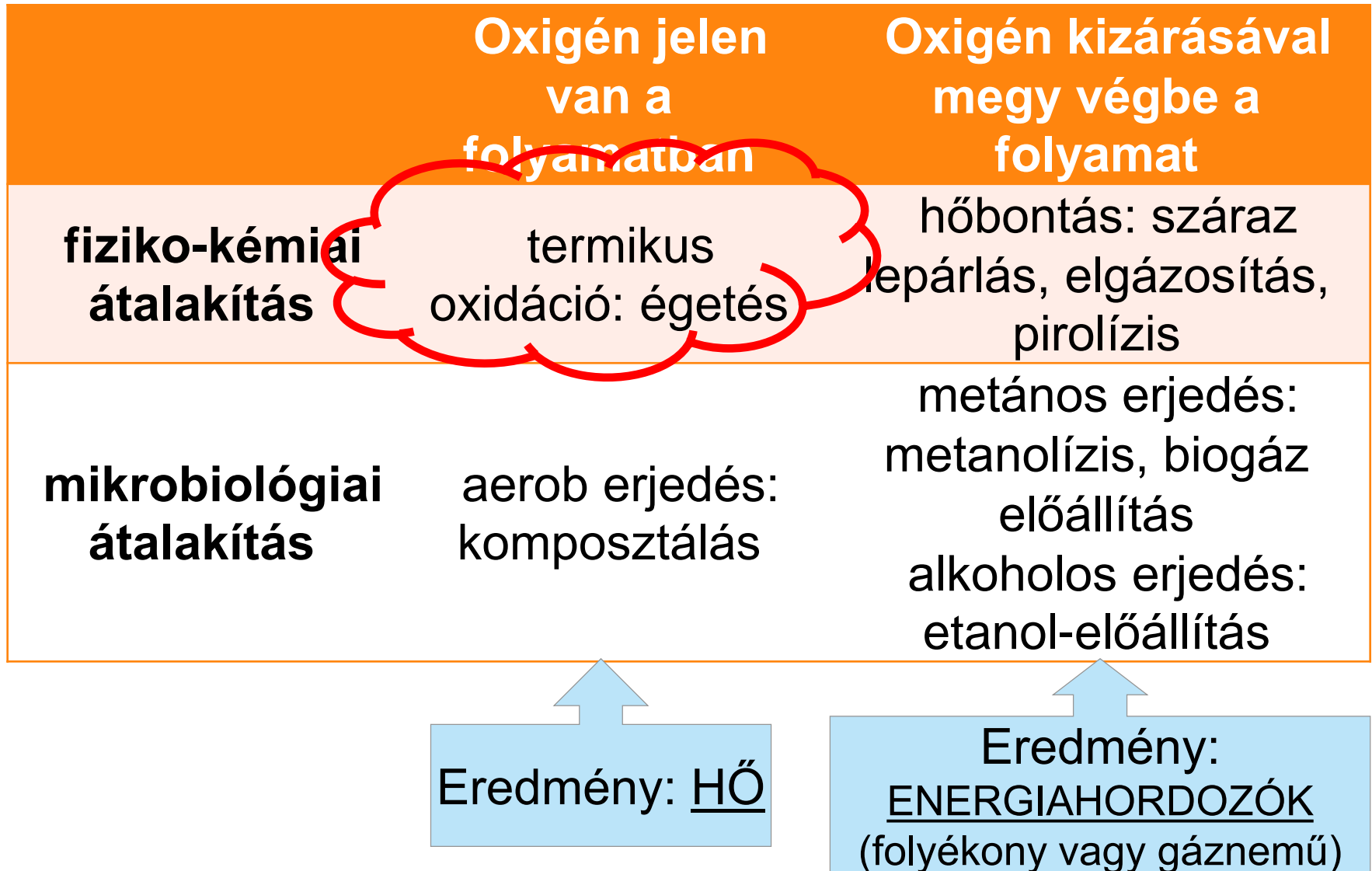
2000 2020
30%

- Számos ma működő hálózat 80 °C-ot meghaladó előremenő hőmérsékletű
- A veszteség pedig 10%-tól 30%-ig terjedhet
- A távfűtőművekben globálisan megtermelt hő közel 40%-a az ipari szektorba kerül
- Az ipari felhasználók gyakran magas hőmérsékletű hőt igényelnek
- A világon beépített épületek alapterülete 65%-kal nőtt

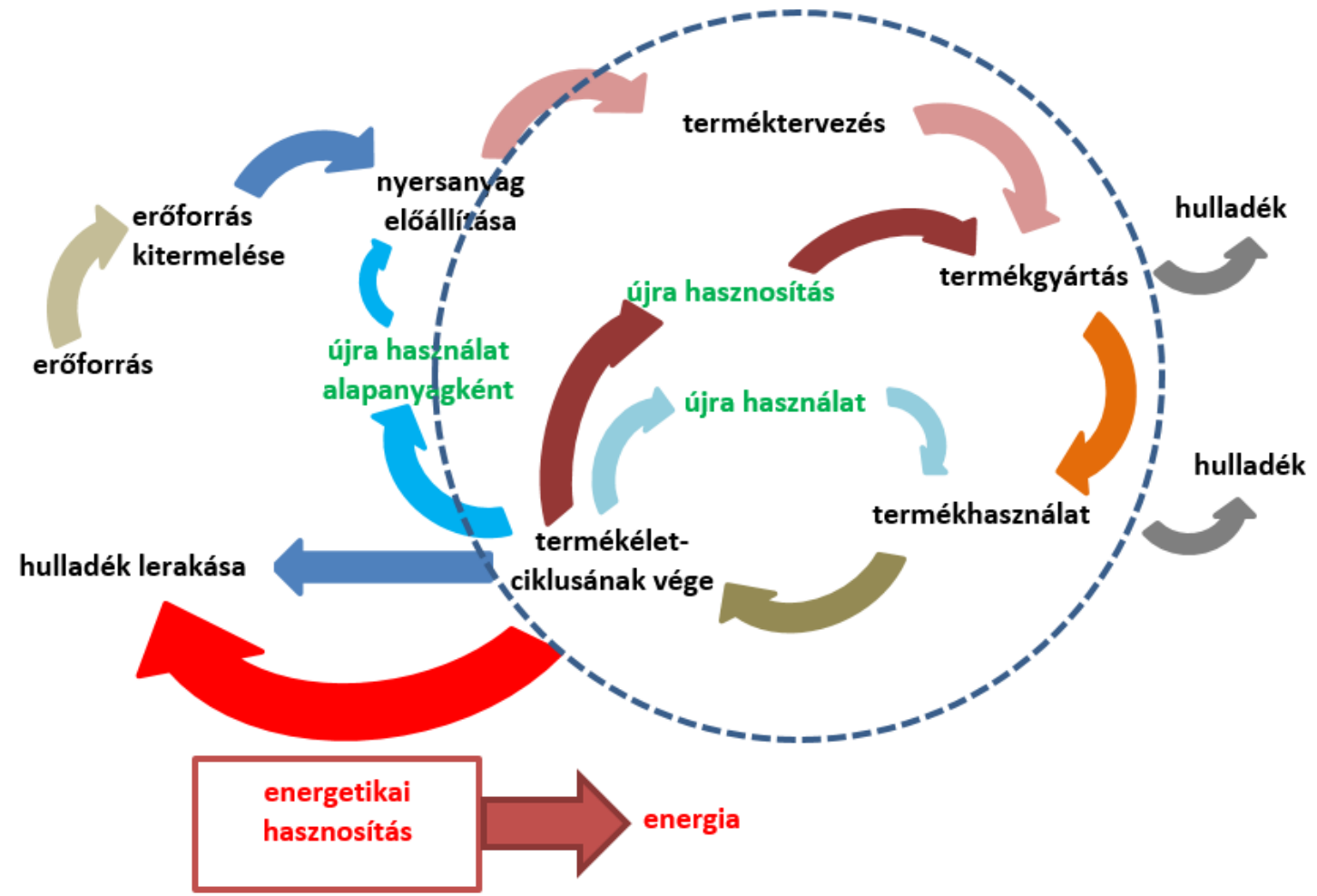
A HULLADÉKPIRAMIS – KOMPLEX HULLADÉKGAZDÁLKODÁS



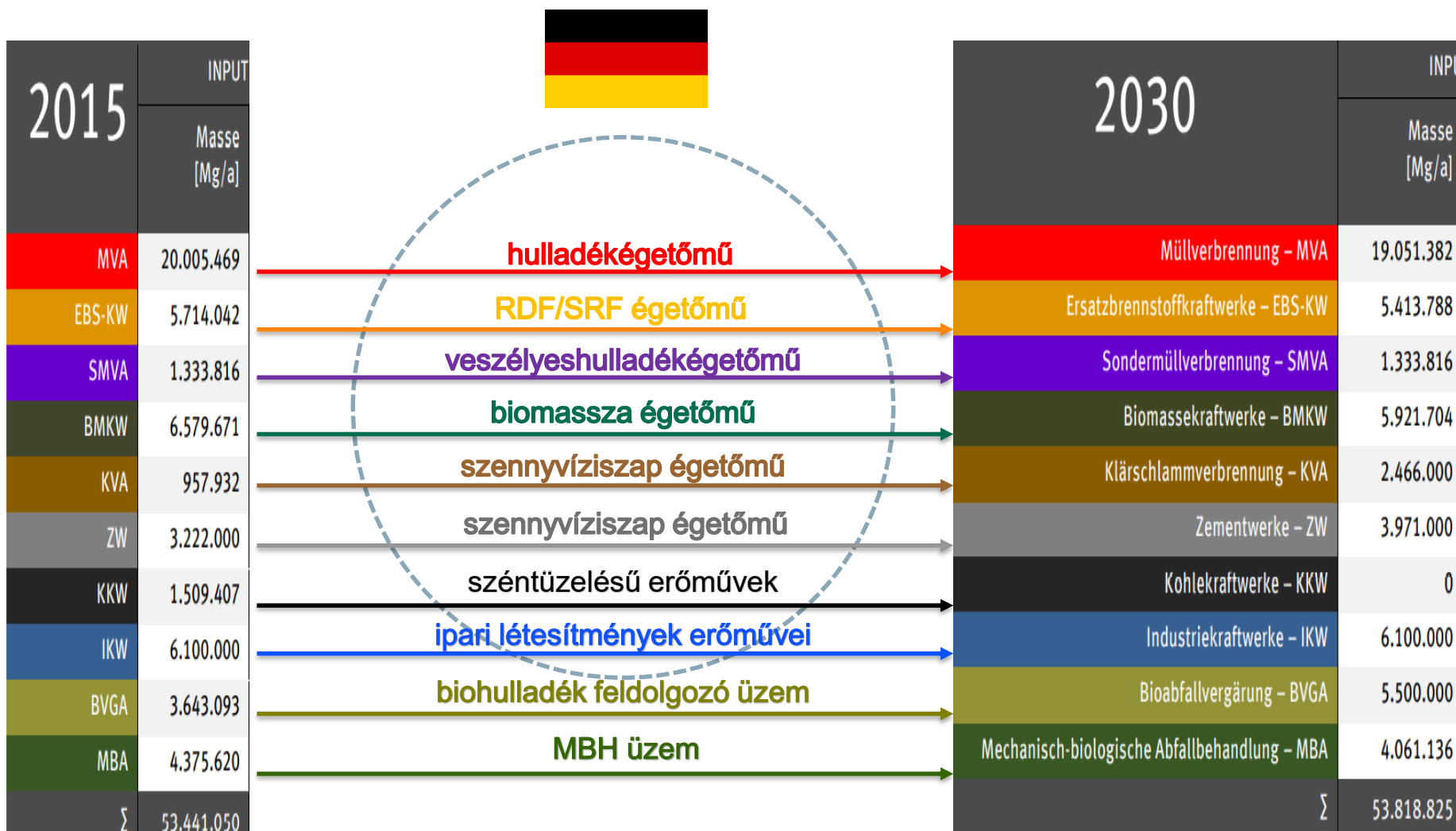
AZ ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSOK JELENTŐSÉGE



A KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG – AZ ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁS HELYE



A KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG – AZ ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁS HELYE



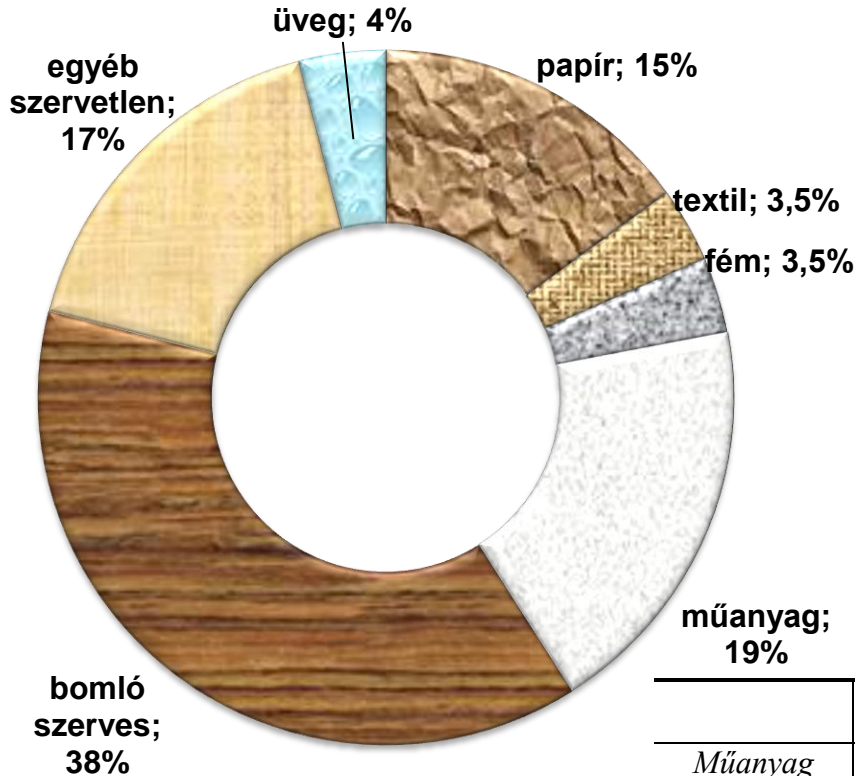


MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA
ÉPÜLETGÉPÉSZETI TAGOZAT

MIÉRT ÉGETHETJÜK A HULLADÉKOT?

A KALORIKUS TULAJDONSÁGOK ÖSSZEFÜGGÉSEI

Anyagi összetétel



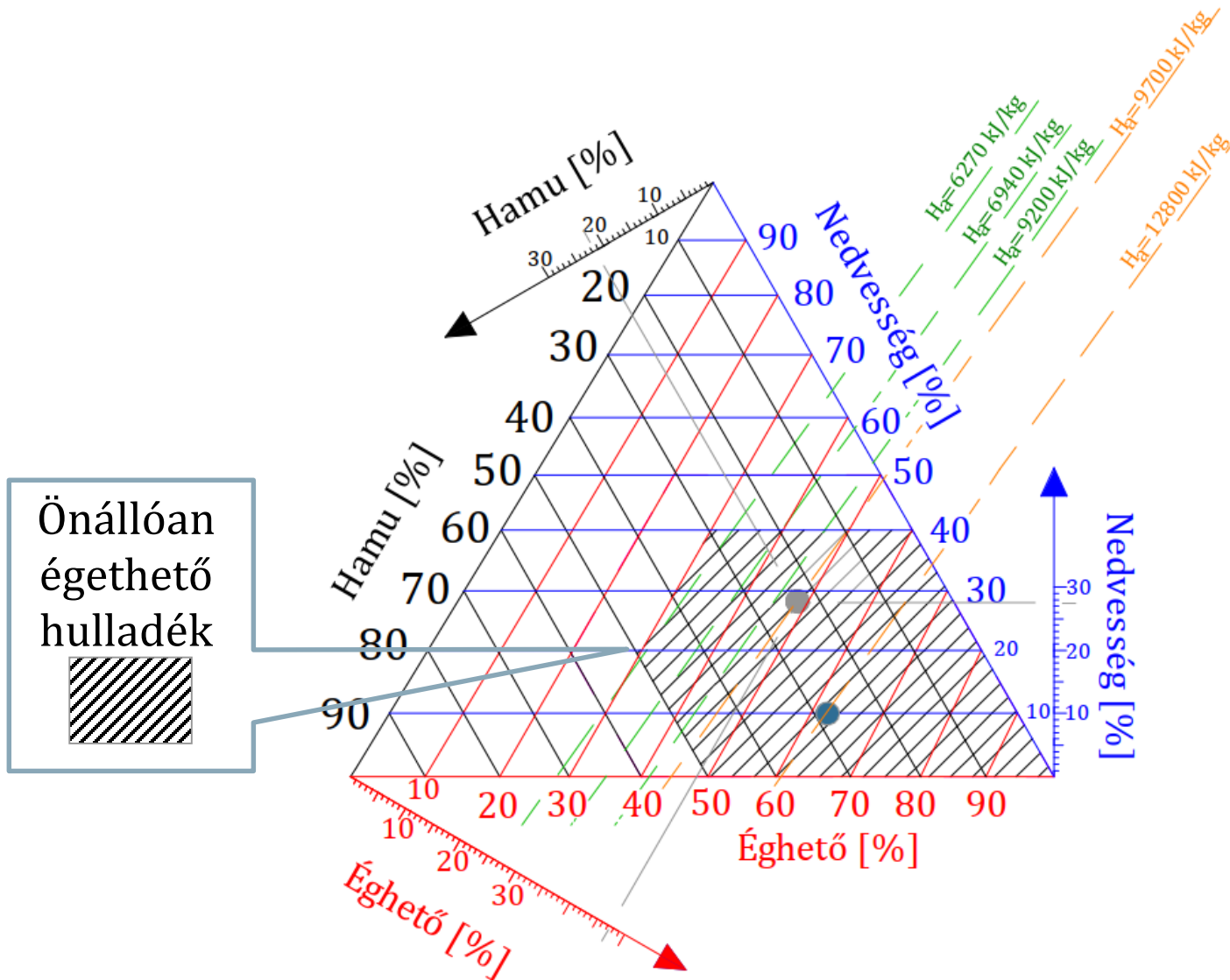
A hulladék minősége

Befolyásolja:

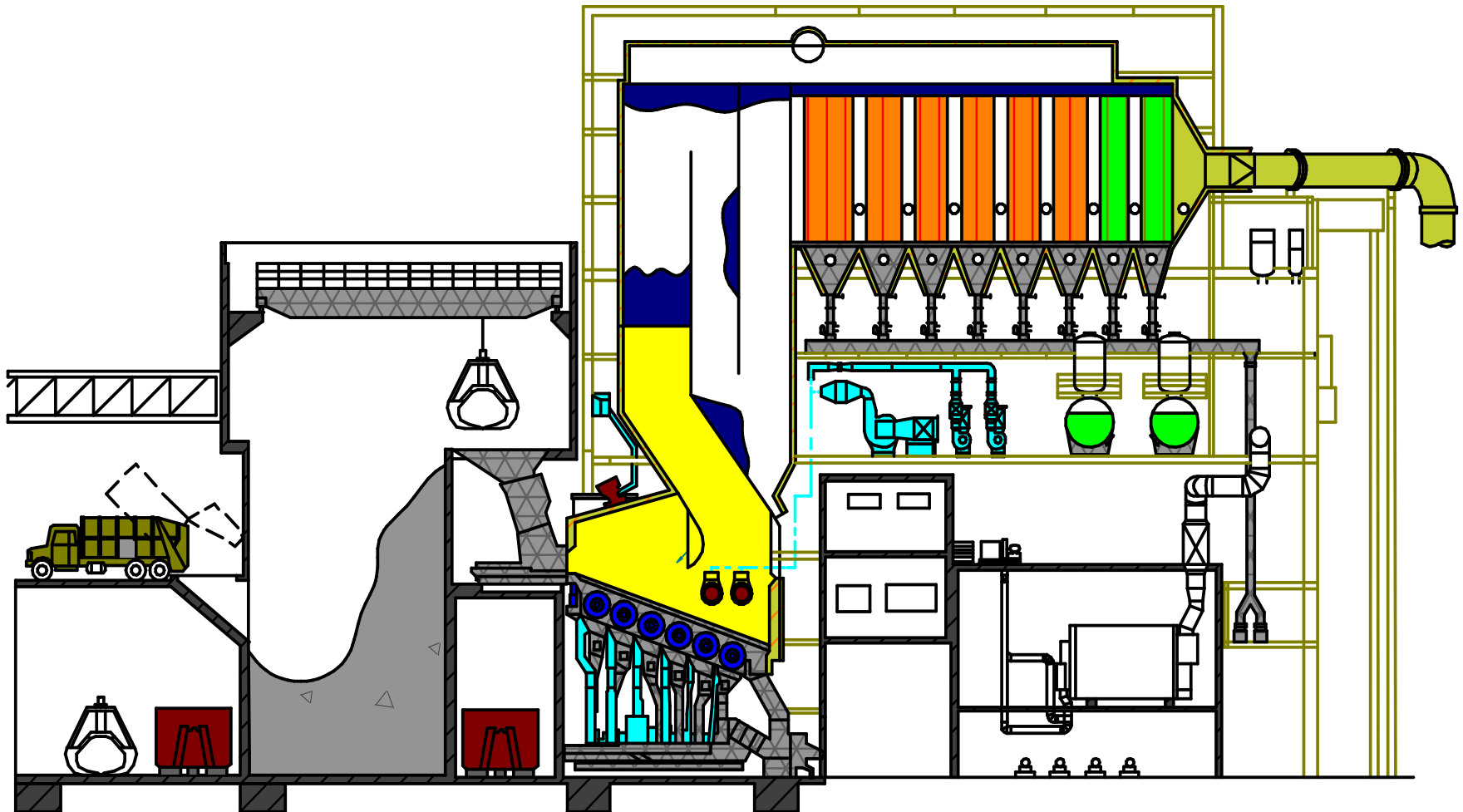
- Életszínvonal emelkedése (fűtőérték nő)
- Műanyag frakció aránya
- A begyűjtési terület társadalomban elfoglalt helye
- Az adott ország és részterület életviszonyaitól
- A termelési kultúrától...

	1980	1990	1998	2002	2005	2006	2007	2009
Műanyag hulladék százalékos mennyisége, [%]	4,5	4,6	9,3	11	12,1	13,0	13,9	19,8

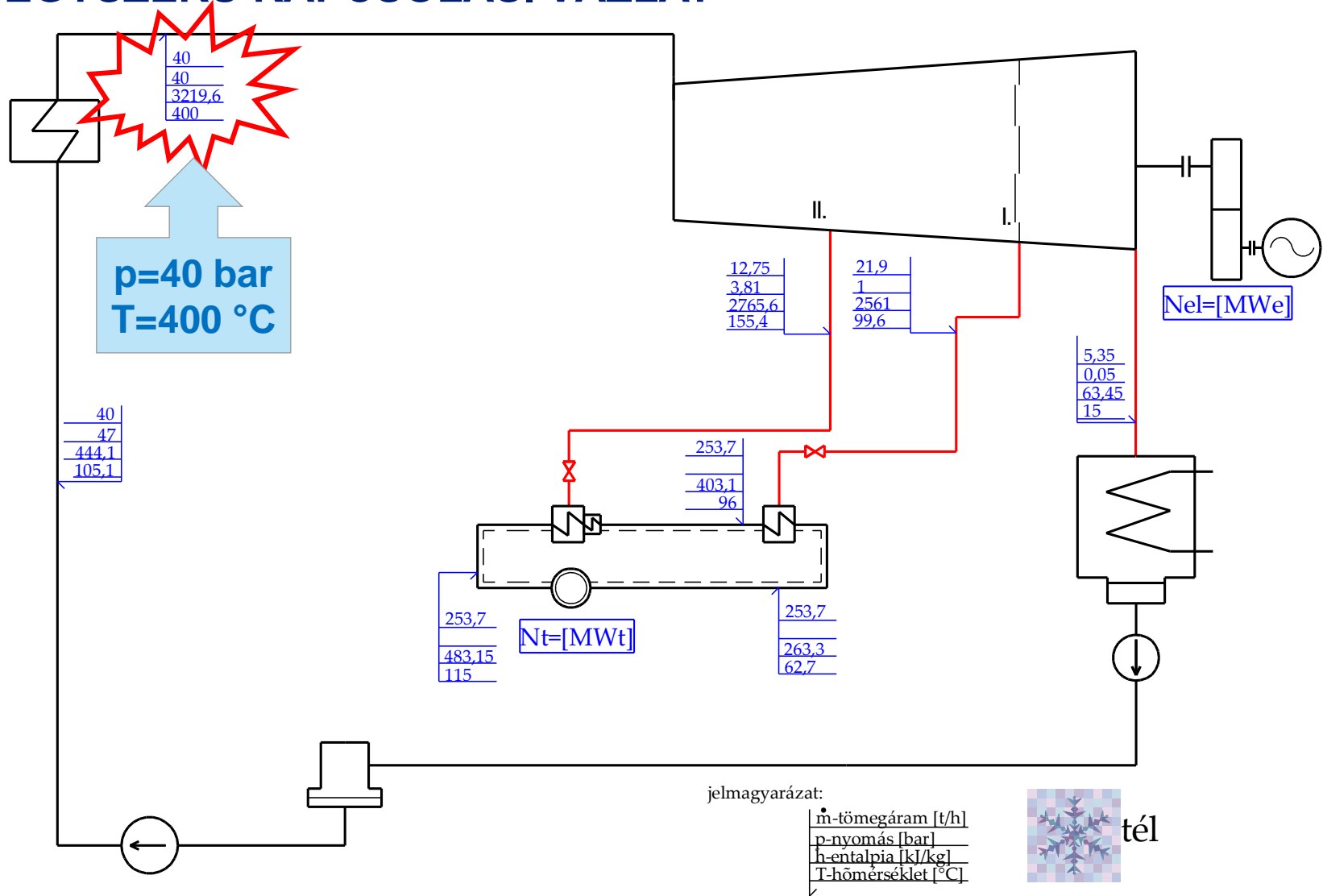
TANNER-FÉLE DIAGRAM – TERVEZÉSI GYAKORLAT, PÉLDA



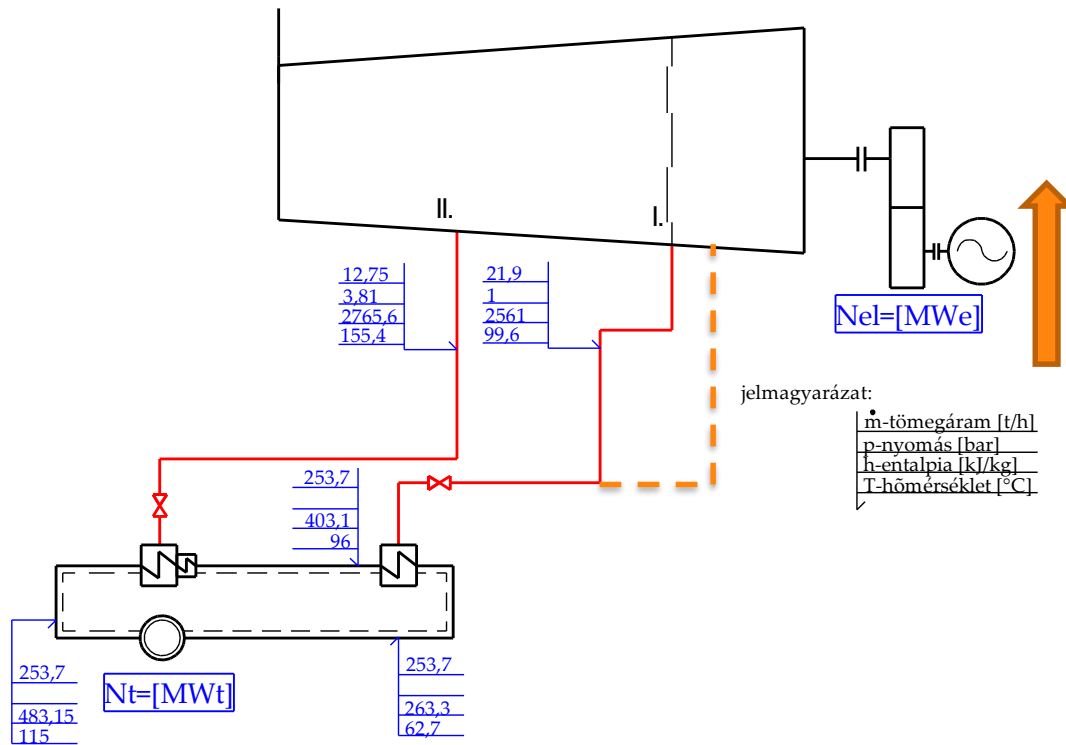
HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰ FELÉPÍTÉSE



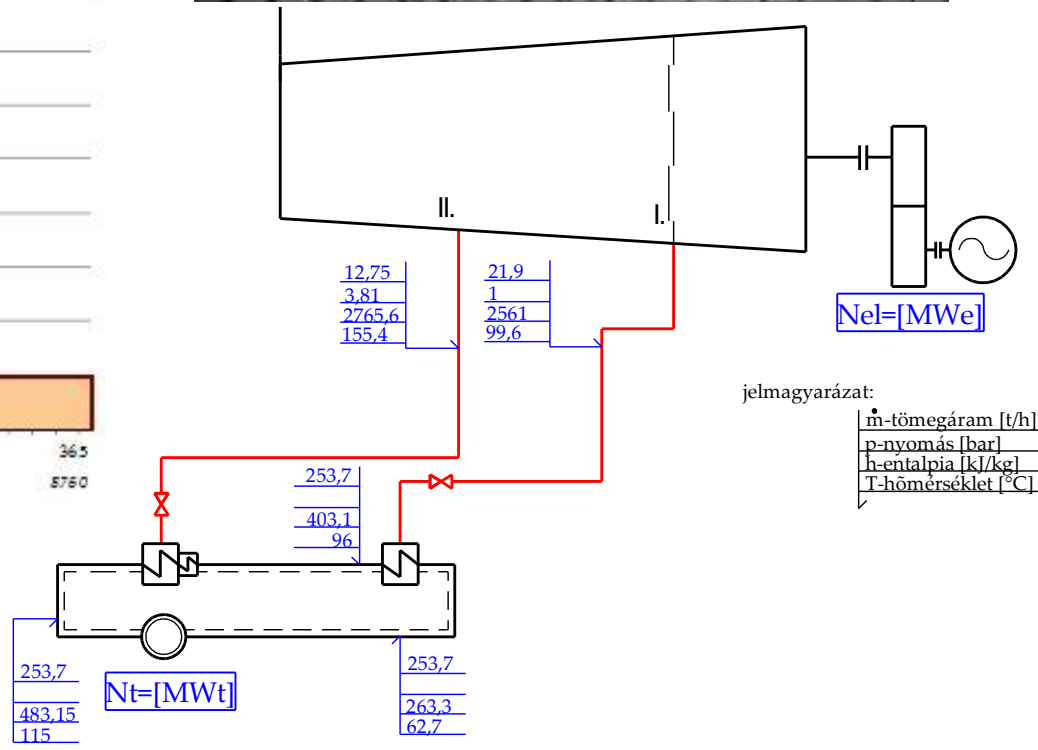
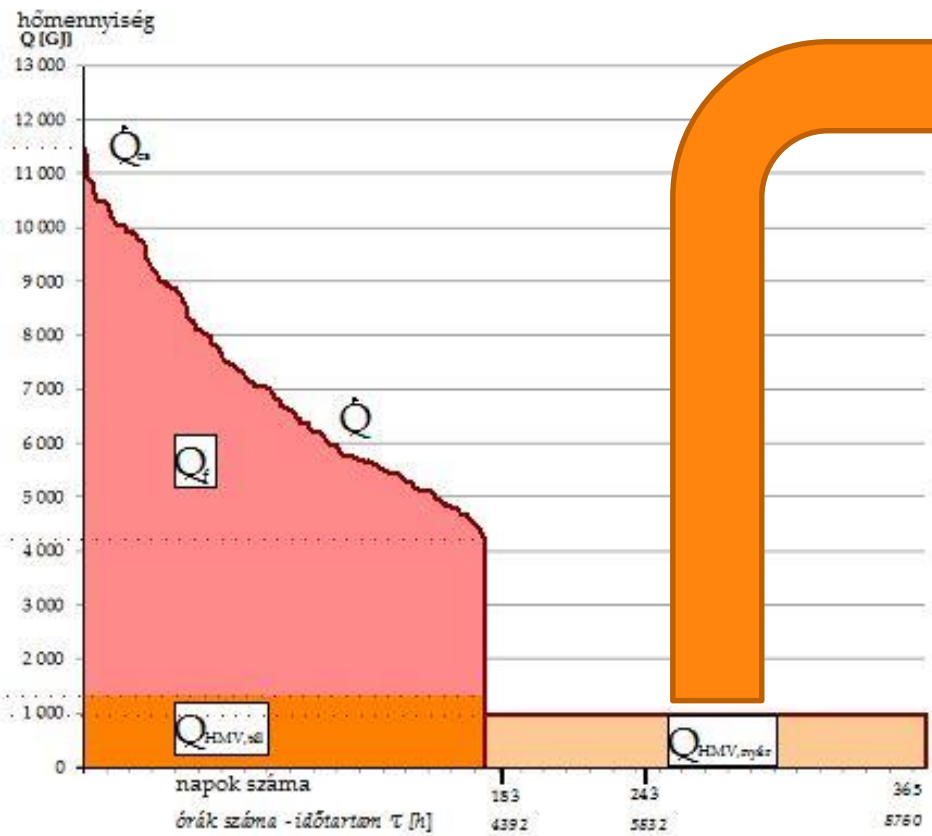
EGYSZERŰ KAPCSOLÁSI VÁZLAT



EGYSZERŰ KAPCSOLÁSI VÁZLAT



EGYSZERŰ KAPCSOLÁSI VÁZLAT



A HŐHASZNOSÍTÁS „SZÜKSÉGESSÉGE”

R1 hatékonysági képlet

$$\text{Energiahatékonyság} = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 \cdot (E_W + E_f)}$$

ahol:

- **Ep**: éves hőenergia- vagy elektromosenergia-termelés. Kiszámítása: az energia elektromos áram formájában szorozva 2,6-el és a kereskedelmi használatra előállított hőenergia szorozva 1,1-el (GJ/év)
- **Ef**: a rendszer éves energia inputja a gőz termeléséhez hozzájáruló tüzelőanyagokból (GJ/év)
- **Ew**: a kezelt hulladék energiatartalma éves szinten a hulladék nettófűtőértékével számítva (GJ/év)
- **Ei**: éves bevitt energia az Ew és az Ef kivételével (GJ/év)
- **0,97** a fenékhamu és a sugárzás miatt bekövetkező energiaveszteség-faktor.

R1
R1 ≥ 0,65 (0,6)

KAPCSOLTAN:
R1=0,804
HŐKIADÁS NÉLKÜL:
R1=0,22

Kiadható				E_p
villamosenergia N_{el}	[MWe]	$\cdot 7500 - 8100 \text{ h}$	[MW/év]	$\xrightarrow{\cdot 2,6}$ [MW/év]
hőenergia N_t	[MWt]	$\frac{\cdot 7500}{8100 \text{ h}}$	[GJ/év]	$\xrightarrow{\cdot 1,1}$ [GJ/év]
			szumma	[GJ/év]

PARAMÉTEREK – NEM ÚSSZUK MEG, HOGY GONDOLKOZZUNK

Égető neve, helye - város	Frissgőz nyomás	Frissgőz hőmérséklete	Frissgőz tömegáram	Tüzelőanyag típusa	Tüzelő berendezés	Égetési teljesítmény	Hulladékégetési kapacitás	Kazán szám
Nangon, Peking	40 bar	400 °C	2 x 70 t/h	RDF	Vízszintes kazán, mozgó rostély, léghűtés	2 x 22 t/h	310 000 t/év	2
AVA Nordweststadt, Frankfurt	60 bar	500 °C		TSZH ($H_a=10,3$ MJ/kg)	mozgó rostély	4 x 20 t/h	Max. 704 000 t/év (engedély: 525 600 t/év)	4
Krakkó	40 bar	415 °C		TSZH (égetnek minimálisan előkezelt hulladékot is) ($H_a=8,8$ MJ/kg)	léghűtéses tolórostély	max. 2 x 14,1 t/h	220 000 t/év	2
Son Réus, Palma de Mallorca	52 bar	400 °C	2 x 90 t/h	TSZH (és magas fűtőértékű bontási, építési hulladék)	Vízszintes kazán, mozgó rostély, vízhűtés	2 x 27 t/h	359 000 t/év	2
Eisenhüttenstadt, Frankfurt/Oder	70 bar	470 °C	175 t/h	RDF (SRF), főleg papírgyártásból és bioiszap (Köszén opcionális kiegészítő üzemanyag)	CFB - cirkulációs fluidágy			1?
Acerra, Nápoly	90 bar	500 °C	3 x 126,5 t/h	RDF ($H_a=15$ MJ/kg - ez a hivatalos adatuk. Beszéltem velük, a valóságban 12,5 MJ/kg körül van nekik.)	rostély	3 x 27,7 t/h	~600 000 t/év	3
Olsztyn	65 bar	420 °C	1 x 56 t/h	RDF ($H_a=11,5$ MJ/kg)	vízhűtéses tolórostély	1 x 15,1 t/h	110 000 t/év	1



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA
ÉPÜLETGÉPÉSZETI TAGOZAT

KÖVETKEZTETÉSEK KITEKINTÉS A JÖVŐRE

AZ ÉGETÉS ELŐNYEI ÉS HÁTRÁNYAI

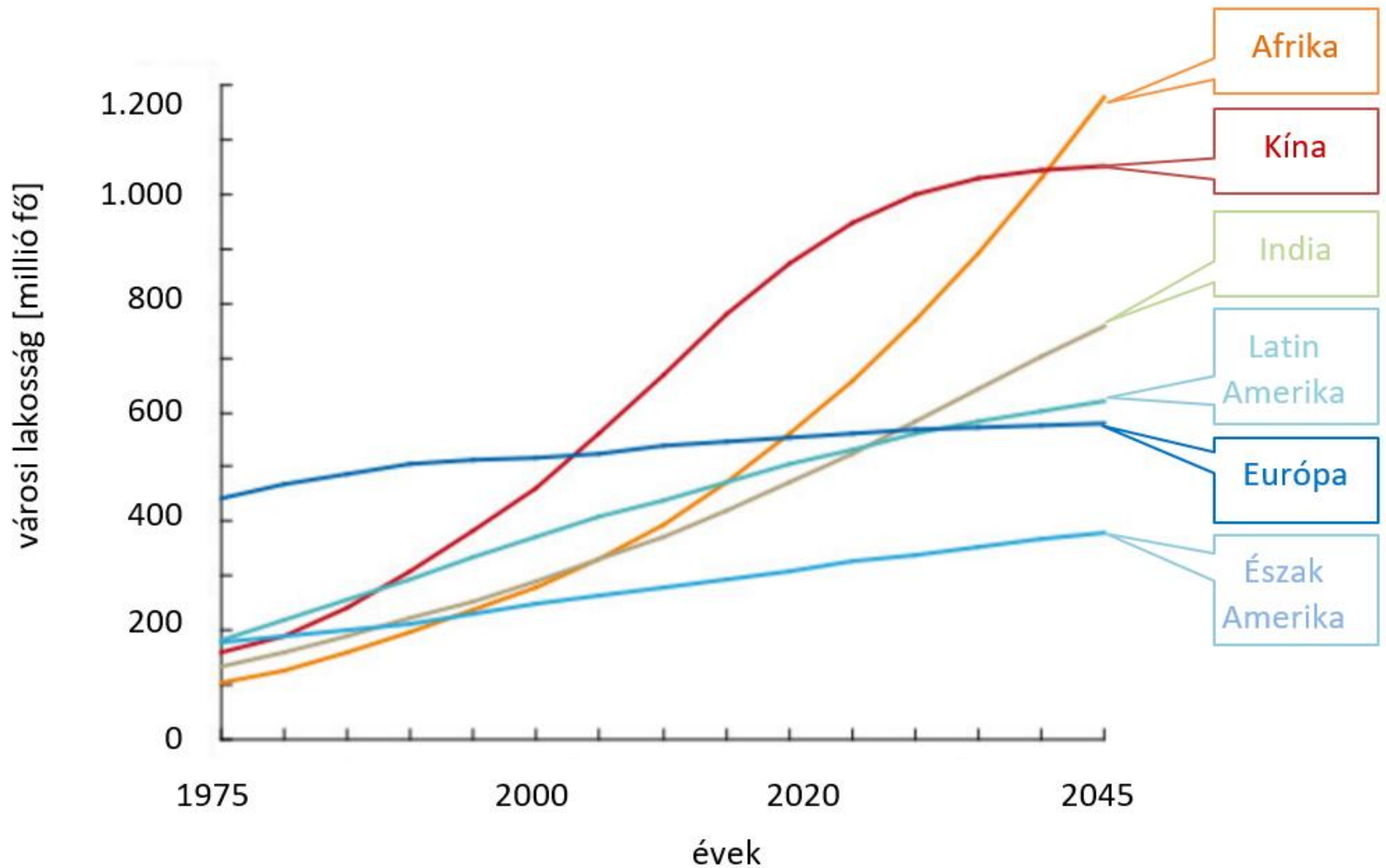
előnyök

- + Jelentős térfogat (80% - 90%) és tömeg csökkenés (70% - 80%)
- + Nagy mértékben csökkenti a végleges lerakásra (deponálásra) kerülő hulladékok mennyiségét
- + Magas fokú higiénizáció
- + A hulladékégetés a lerakás alternatívája, és **nem** csökkenti a szelektíven gyűjtött hulladékok arányát, mennyiségét!

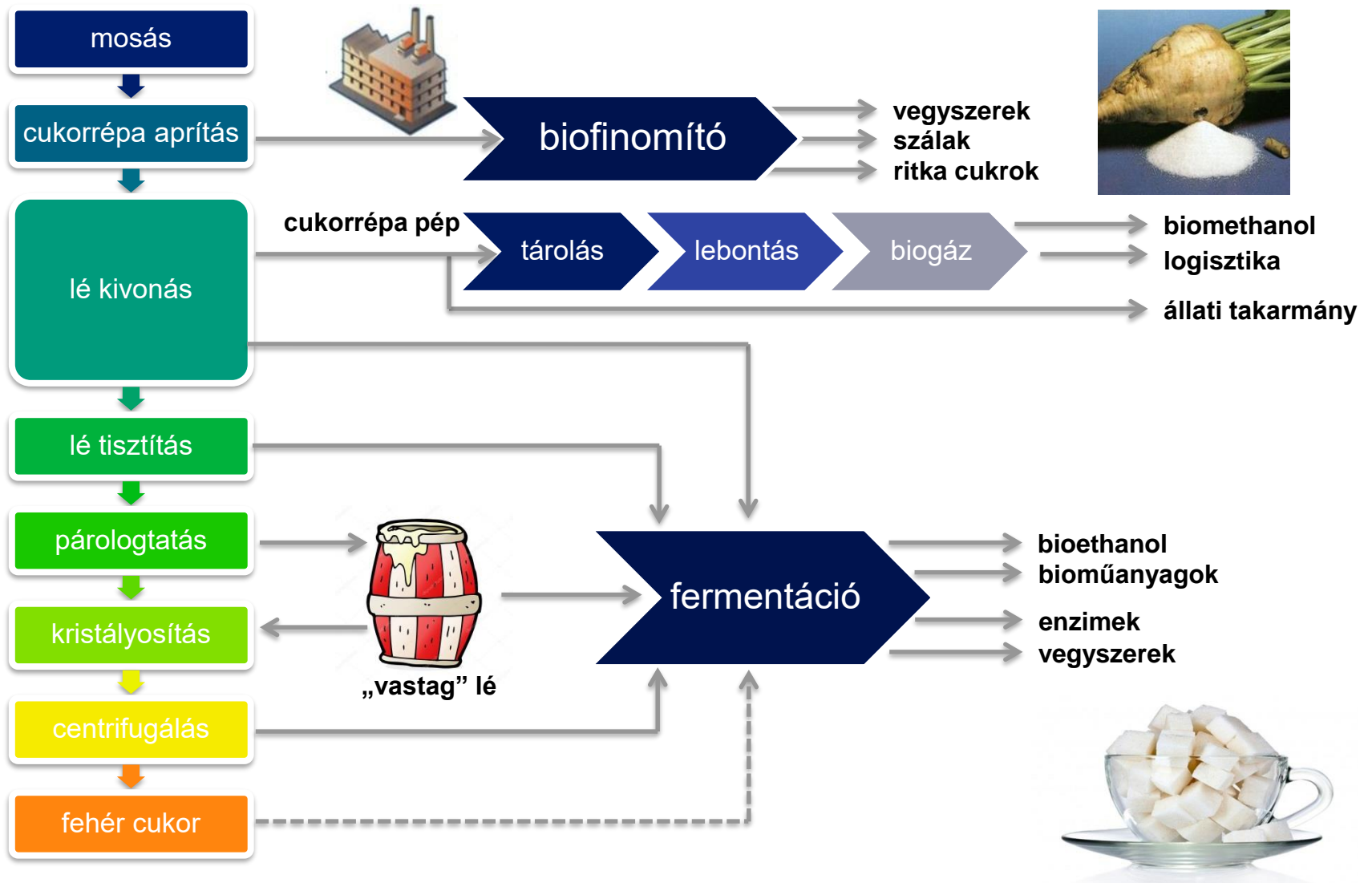
hátrányok

- Magas létesítési és üzemeltetési költségek
- Káros füstgáz és maradékanyag (hamu, salak) kibocsátással kell számolni
- Társadalmi elfogadottsága negatív jelleget mutat

HULLADÉK KELETKEZÉSÉNEK MENNYISÉGI KÉRDÉSEI



CUKORRÉPA – CUKOR ANYAGÁRAM, ENERGETIKAI SZEMPONTBÓL



WTE – KITEKINTÉS, JÖVŐ



Brescia



Bécs



Oslo



Koppenhága



Hamburg

Európai nagyvárosok,
a hulladéktüzelésből villamos
energiával kapcsolatban előállított
hőenergia részarányával

Brescia	70%	←
Malmö	60%	
Párizs	50%	
Oslo	50%	←
Koppenhága	30%	←
Stockholm	30%	
Bécs	25%	←
Milánó	20%	
Hamburg	20%	←

ÖSSZEFOGLALVA – MSZ GONDOLATAI

- A hulladékgazdálkodás főbb elvei:
 - Az elkülönített (szelektív) hulladékgyűjtés fejlesztése
 - Az anyagában nem hasznosítható hulladék eltérítése a lerakástól (elsősorban a vegyes hulladék energetikai hasznosításával)
 - Az MBH kezelők által előállított RDF tüzelőanyagok energetikai hasznosításának megoldása



MAGYARORSZÁGI LEHETŐSÉGEK

Amit tisztán kell látni:

- Zero waste egyenlőre a sci-fi kategória,
- A 2035-re elvárt lerakási hányad, az energetikai hasznosítás nélkül nem lehetséges sem (az EU27 országaiban sem!)
- A hulladék égetés a lerakás alternatívája, és nem csökkenti az anyagában hasznosítási lehetőségeket,
- A körforgásos anyaggazdálkodás, kialakításban is helye van az energetikai hasznosítási (termikus kezelési) eljárásoknak,
- Az égetőművek beruházási költsége igen magas,
- Kapcsolt energiatermelés megvalósításának a kialakítása a fő cél (R1 képlet).

„MAGYAR MUNKÁS NEM HAJOL MEG” - HOFI



...AZ A CSODÁLATOS CSILLAGSZÓRÓ...

Paraméter	Emisszió [mg/m ³]	EU határérték a hulladékégető művekre [mg/m ³]
Klór	5'500	10
NO _x	80'000	200
Por	160'000	10



Forrás: Martin Brunner – Ramboll: Waste-to-energy Market, Technology AND Economics c. előadása és Orbán Tibor



MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA
ÉPÜLETGÉPÉSZETI TAGOZAT



**KÖSZÖNÖM SZÉPEN
MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!**

Molnár Szabolcs
szabolcsmo@gmail.com
+36 20 439 83 51