



*„HULLADÉKBÓL A KONNEKTORBA”*

**1. AZ ÉGETŐMŰVEK**

**2. A HULLADÉKÉGETÉS**

**3. AZ ENERGETIKAI IPARHOZ  
KAPCSOLÓDÓ HULLADÉKOK**



# AZ ÉGETŐMŰVEK AVAGY „HULLADÉKBÓL A KONNEKTORBA”

Molnár Szabolcs

- I. Bevezetés – hulladékégetők szerepe
- II. Hulladékégető „tervezése” – tervezési alapok, koncepciók
  - A. Megvalósítás döntés-előkészítés folyamata
  - B. A hulladékégető létesítmény tervezésének információigénye
  - C. Terület kiválasztás
- III. Nemzetközi trendek, jövő, kitekintés
- IV. Konklúziók, kérdések

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

*Marc Stevenson*

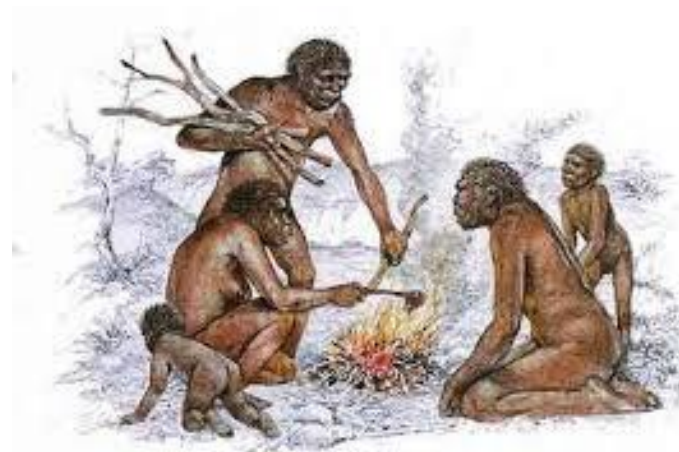


# RÉGEN ÉS MA...

# ENERGIA – KÖRNYEZET - HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

„Homo  
Recyclicus”

Neandervölgyi  
ember



200-250 0005000 éve  
éve

évek

# ENERGIA – KÖRNYEZET - HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

Neolitikum:  
Az ember által  
szervezett  
ökoszisztémák  
kezdete



10 000 éve

évek



# ENERGIA – KÖRNYEZET - HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

Kréta, Knossos  
Az első hulladéklerakó,  
a szemétnek nagy  
lyukakat ásnak ki és  
rétegesen lerakják



5000 éve

évek

# ENERGIA – KÖRNYEZET - HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

i.e. 2000:  
Kína  
A városi  
csatornák  
tulajdonlása

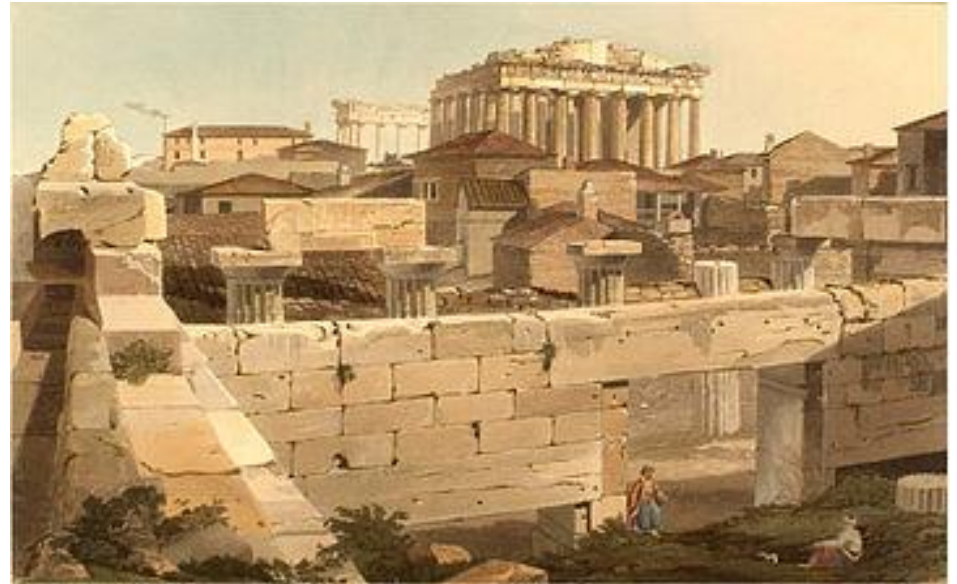


4000 éve

évek

# ENERGIA – KÖRNYEZET - HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

i.e.500:  
Athén  
Az első hulladékos  
törvények  
A hulladék lerakása a  
várostól 2 km-re kell  
történnjen



2500 éve

évek

# ENERGIA – KÖRNYEZET - HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

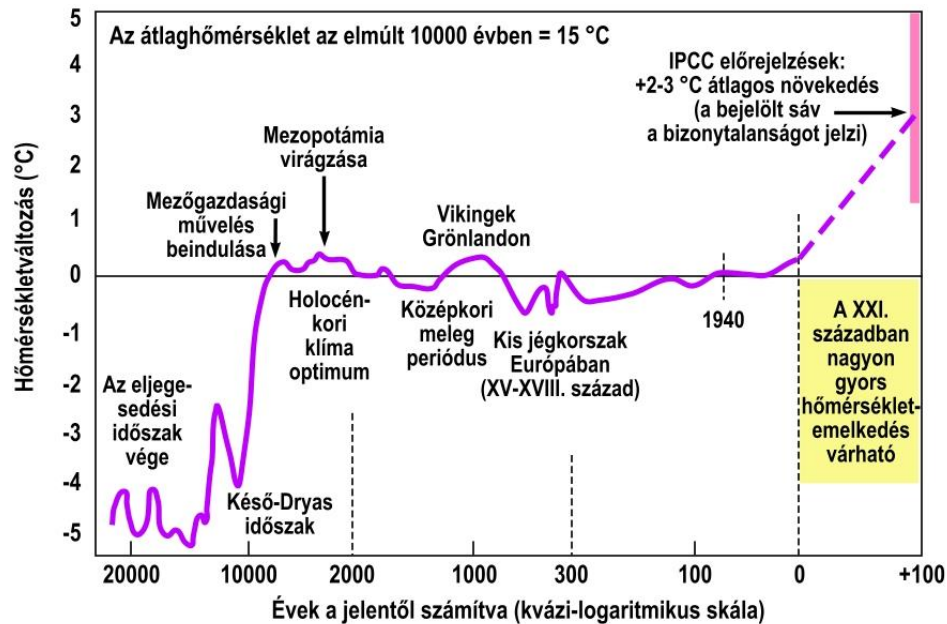
Római jog  
„A sajkészítő műhelyeket  
úgy kell telepíteni, hogy  
azok a füstjükkel a többi  
házat ne szennyezzék”



2000 éve

évek

# ENERGIA – KÖRNYEZET - HULLADÉKGAZDÁLKODÁS



Forrás: www.elte.prompt.hu

A hőmérséklet alakulásának hatása



1400-as évek

évek

# ENERGIA – KÖRNYEZET - HULLADÉKGAZDÁLKODÁS



XIV. Lajos a  
„Napkirály”

1600-as évek  
vége, 1700-as évek  
évek eleje

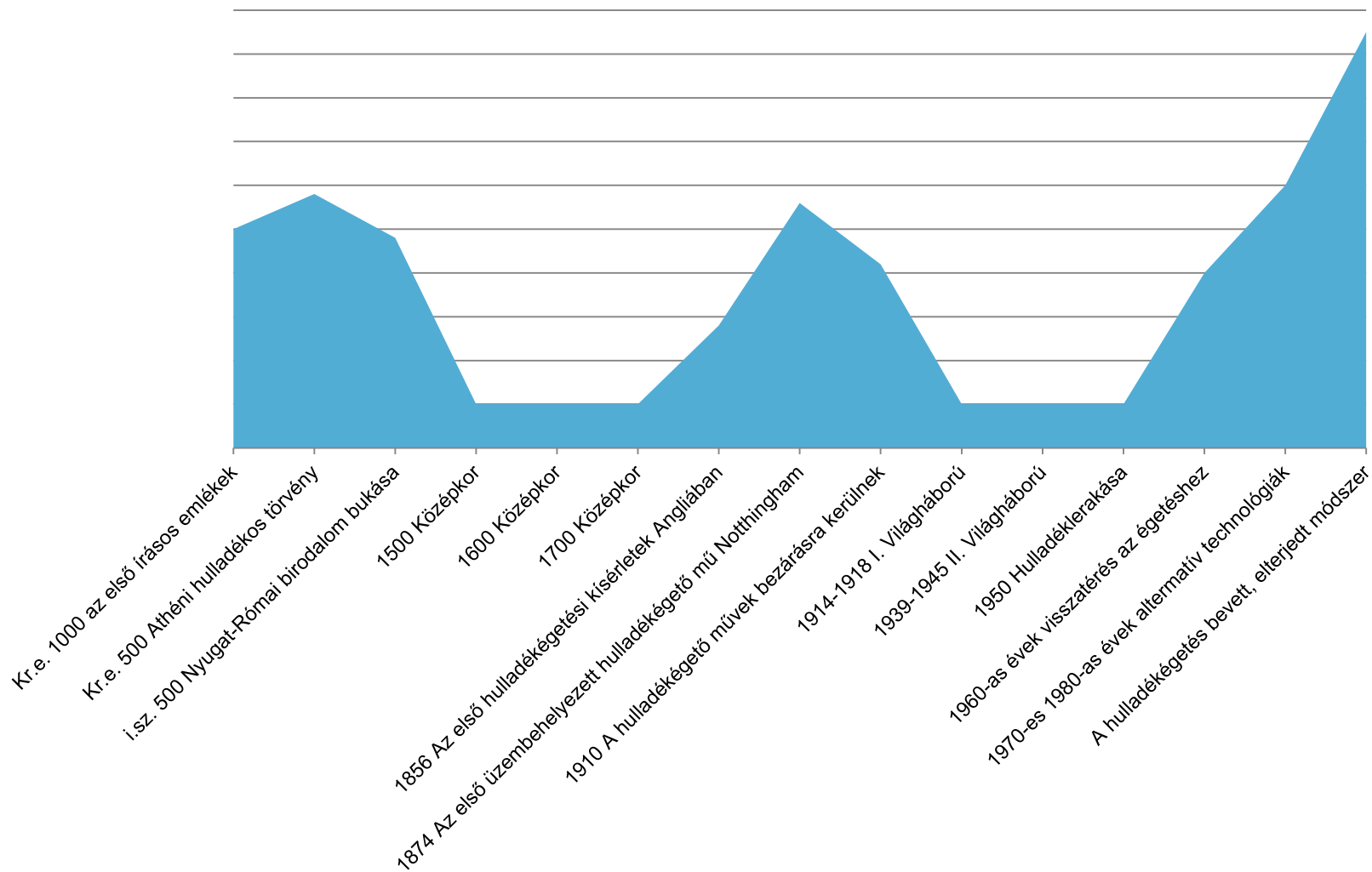
# ENERGIA – KÖRNYEZET - HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

Napjaink:  
Komplex energiagazdálkodás  
Összetett hulladékgazdálkodás  
Fenntarthatóság  
Fenntartható fejlődés



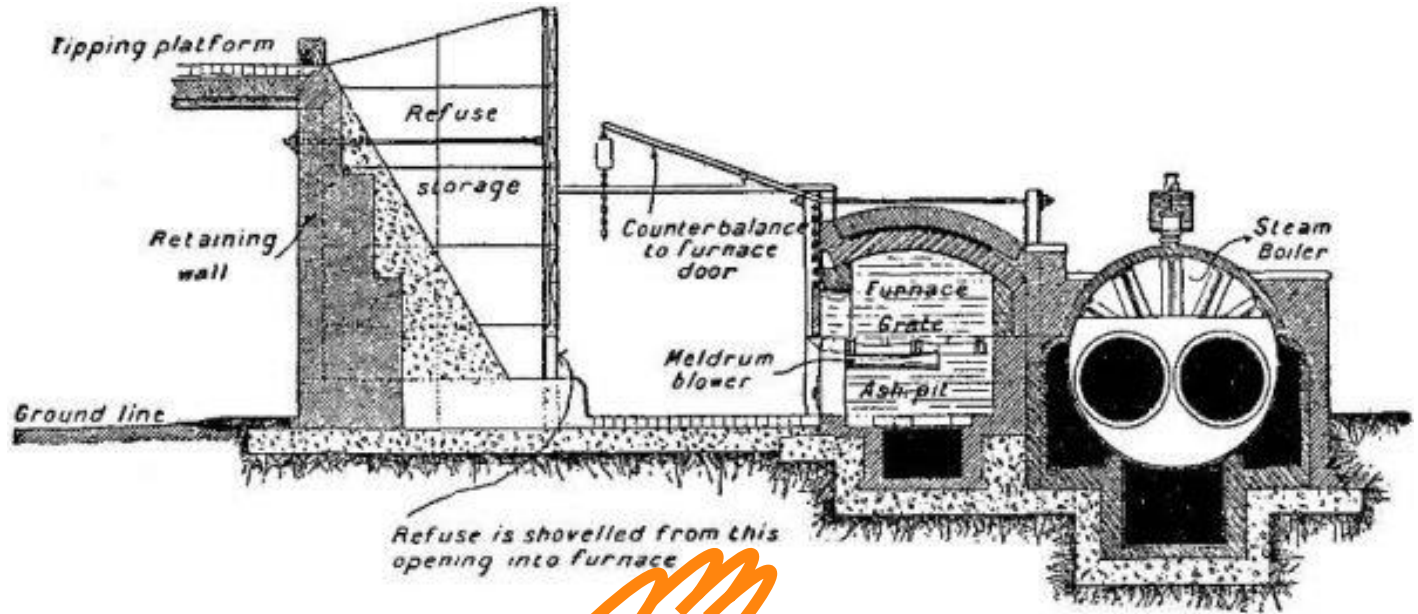
évek

# A HULLADÉKÉGETÉS FEJLŐDÉSE EURÓPÁBAN





# A HULLADÉKÉGETÉS FEJLŐDÉSE EURÓPÁBAN



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

1874 Az első mechanizált hulladékégetési kísérlet Angliában

1874 Az első üzembelyezett hulladékégető mű Nottingham

1914-1918 I. Világháború

1939-1945 II. Világháború

1950 Hulladéklerakása

1960-as évek visszaférés az égetéshez

1970-es 1980-as évek alternatív technológiák

A hulladékégetés bevett, elterjedt módszer

# A KIHÍVÁSOK

## Témaválasztás indokltsága:

- Túlnépesedés
- Népsűrűség: Párizs, Kína, Isztambul
- Hőenergiára való igény
- Energiahatékonyság, KNE, H<sub>2</sub>, HT
- Cél: emisszió mentes városok



Város (ország)	Népeség 2008-ban [ezer fő]	Várható népeség 2025- ben [ezer fő] 2008-as becslés alapján	Jelenlegi népeség 2021-ban [ezer fő]
<b>Delhi (India)</b>	15 000	22 500	23 200
<b>Kalkutta (India)</b>	14 700	20 600	15 700
<b>Shanghai (Kína)</b>	14 500	19 400	25 500
<b>Mexikóváros (Mexikó)</b>	19 200	21 000	23 300
<b>New York (USA)</b>	18 700	20 600	21 500

# A KIHÍVÁSOK

## Témaválasztás indokoltága:

- Túlnépesedés
- Népsűrűség: Párizs, Kína, Isztambul
- Hőenergiára való igény
- Energiahatékonyság, KNE, H<sub>2</sub>, HT
- Cél: emisszió mentes városok



# A KIHÍVÁSOK

## Témaválasztás indokltsága:

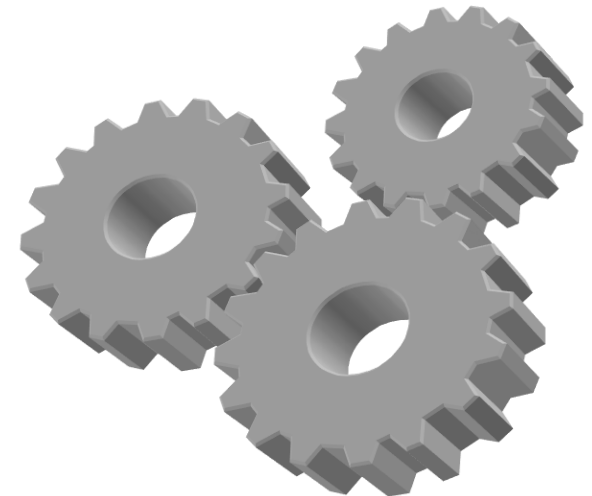
- Túlnépesedés
- Népsűrűség: Párizs, Kína, Isztambul
- Hőenergiára való igény
- Energiahatékonyság, KNE, H<sub>2</sub>, HT
- Cél: emisszió mentes városok



épületek: 49,1%



közlekedés: 28,2%

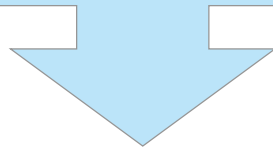


ipar: 22,7%

# A KIHÍVÁSOK

## Témaválasztás indokoltsága:

- Túlnépesedés
- Népsűrűség: Párizs, Kína, Isztambul
- Hőenergiára való igény
- Energiahatékonyság, KNE, H<sub>2</sub>, HT
- Cél: emisszió mentes városok



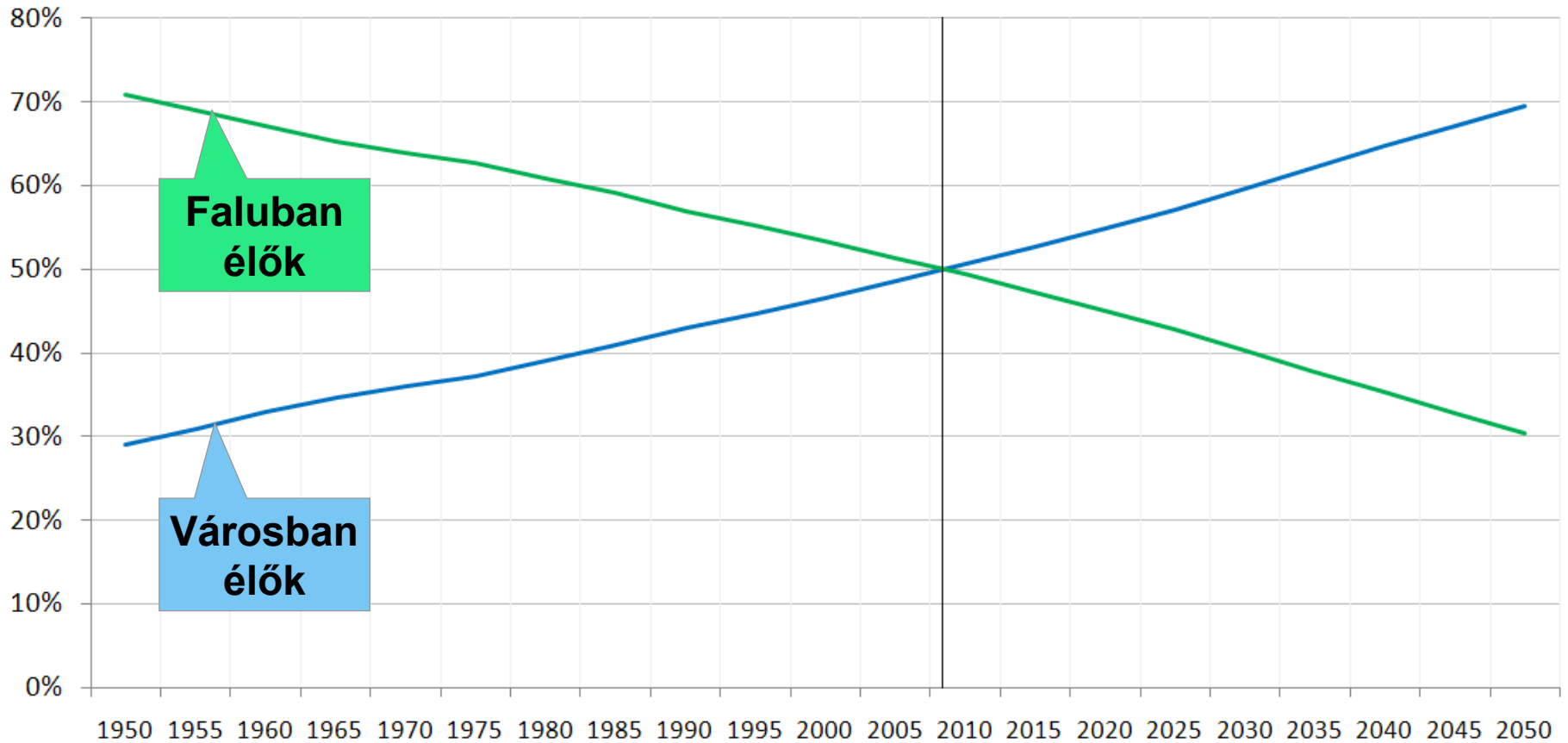
## Ezek eredményei, hogy:

- 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 energiahatékonyságának fontossága.
- Nehézipar, amely a világ szén-dioxid-kibocsátásának egyharmadát adja.



# A VÁROSOK ENERGIAELLÁTÁSA

- Urbanizációs hatás: „2005”
- A távhő szerepe



# A VÁROSOK ENERGIAELLÁTÁSA

- Urbanizációs hatás: „2005”
- A távhő szerepe



# A VÁROSOK ENERGIAELLÁTÁSA





# A VÁROSOK ENERGIAELLÁTÁSA

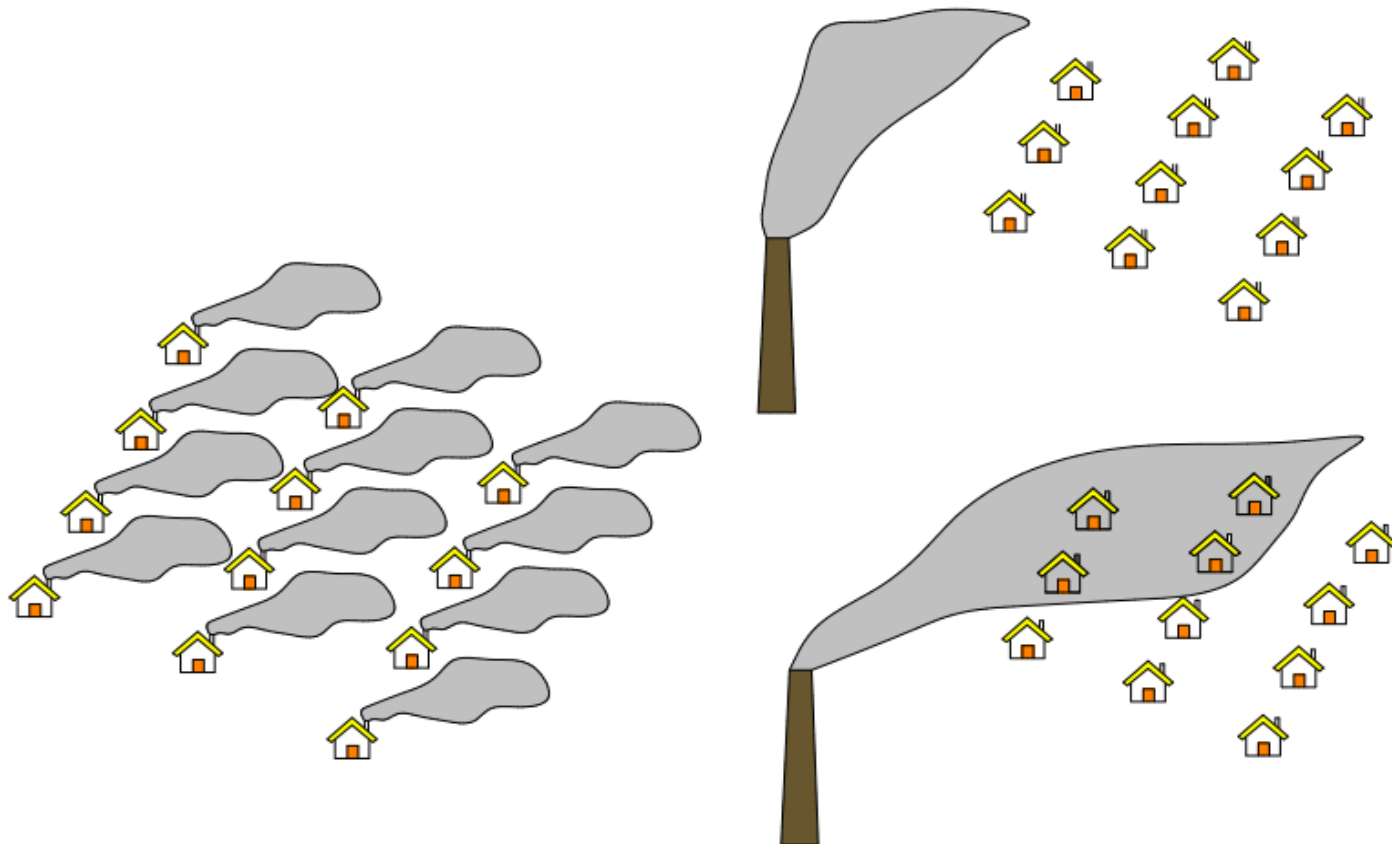


# A VÁROSOK ENERGIAELLÁTÁSA



# A VÁROSOK ENERGIAELLÁTÁSA

- Urbanizációs hatás: „2005”
- A távhő szerepe



# A TÁVHŐ FEJLŐDÉSE – NEKÜNK IS VAN „4G”

## TÁVHŐTRENDÉK A VILÁGBAN 1850 - 2050

### 1G: 1880-1930

- Társadalmi motiváció: Kényelem, biztonság
- Hőhordozó közeg:  $>200\text{ °C}$  gőz
- Hőforrások: Széntüzelésű gőz-kazánok, szén- és hulladéktüzelésű fűtőerőművek
- Hőtárolók
- Hőszállítás: Helyszínen szigetelt acélcsövek
- Hőleadók:  $>90\text{ °C}$ -os radiátorok
- Mérés: felhasznált gőzmennyiség

### 2G: 1930-1980

- Társadalmi motiváció: Tüzelőanyag megtakarítás, költségcsökkentés
- Hőhordozó közeg:  $+100\text{ °C}$  forróvíz
- Hőforrások: Szén- olaj- és hulladéktüzelésű fűtőerőművek, fűtőművek
- Hőtárolók
- Hőszállítás: Helyszínen szigetelt acélcsövek
- Hőleadók: max.  $90\text{ °C}$ -os radiátorok
- Mérés: áramlásmérők, hőmennyiségmérők, éves vagy havi leolvasás, esetenként költségmegosztók

### 3G: 1980-2020

- Társadalmi motiváció: Energiamegtakarítás, ellátásbiztonság
- Hőhordozó közeg:  $<100\text{ °C}$  melegvíz
- Hőforrások: Diverzifikált tüzelőanyag bázisú kapcsolt energiatermelés, különféle zöldenergiák, hulladék, hulladékhők
- Hőtárolók
- Hőszállítás: Előre hőszigetelt acélcsövek
- Hőleadók:  $+70\text{ °C}$ -os radiátorok
- Mérés: hőmennyiség-mérők, gyakori távleolvasás

### 4G: 2020-2050

- Társadalmi motiváció: Veszteségcsökkentés, fenntarthatóság, klímavédelem
- Hőhordozó közeg:  $<50-70\text{ °C}$  melegvíz
- Hőforrások: Diverzifikált tüzelőanyag bázisú kapcsolt energiatermelés, különféle zöldenergiák, hulladék, hulladékhők, Jövő energiaforrásai
- Szezonális hőtárolás
- Hőszállítás: Előre hőszigetelt acélcsövek, műanyagcsövek
- Hőleadók:  $<40\text{ °C}$ -os radiátorok
- Mérés: fogyasztó központú okos mérés
- Villamos rendszerszabályozás
- Távhűtés

Forrás: 4th Generation District Heating (4GDH) – Orbán Tibor: MKET 2018

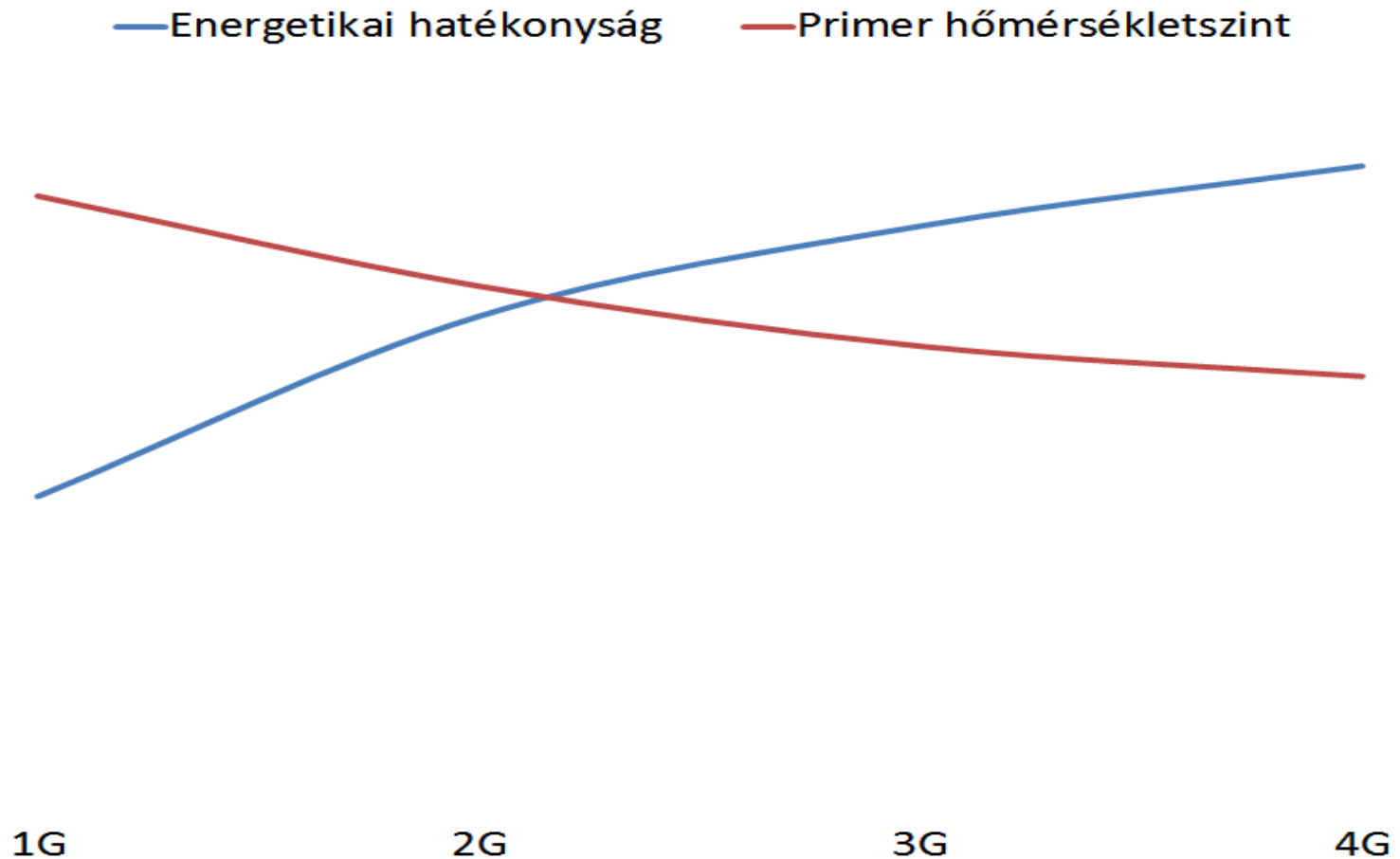
# AZ ELSŐ „KERESKEDELMI”, TÁVHŐT SZOLGÁLTATÓ HULLADÉKÉGETŐMŰ

HAMBURG – NÉMETORSZÁG - 1895



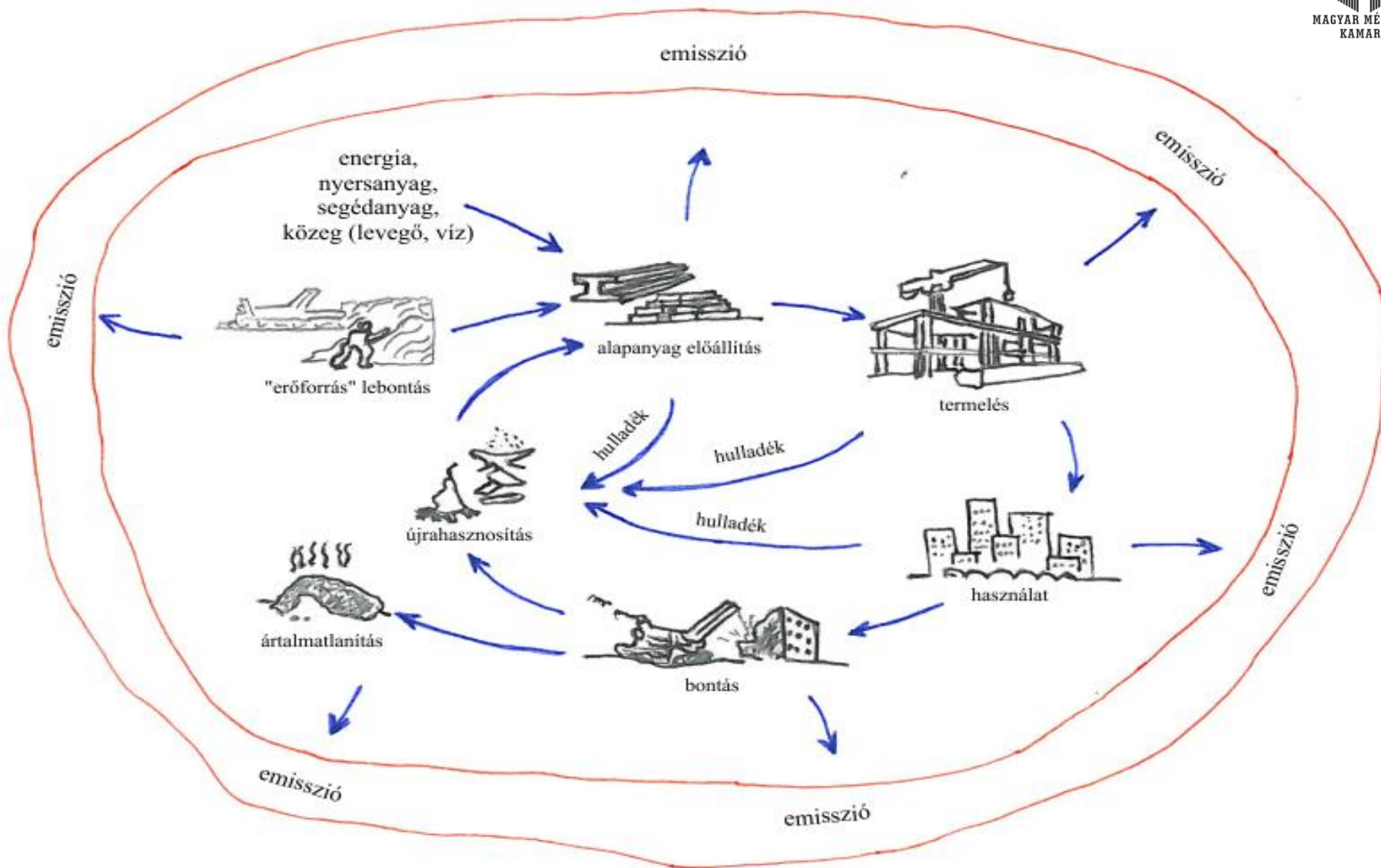
# A TÁVHŐ FEJLŐDÉSE – NEKÜNK IS VAN „4G”

## TÁVHŐTRENDÉK A VILÁGBAN 1850 - 2050

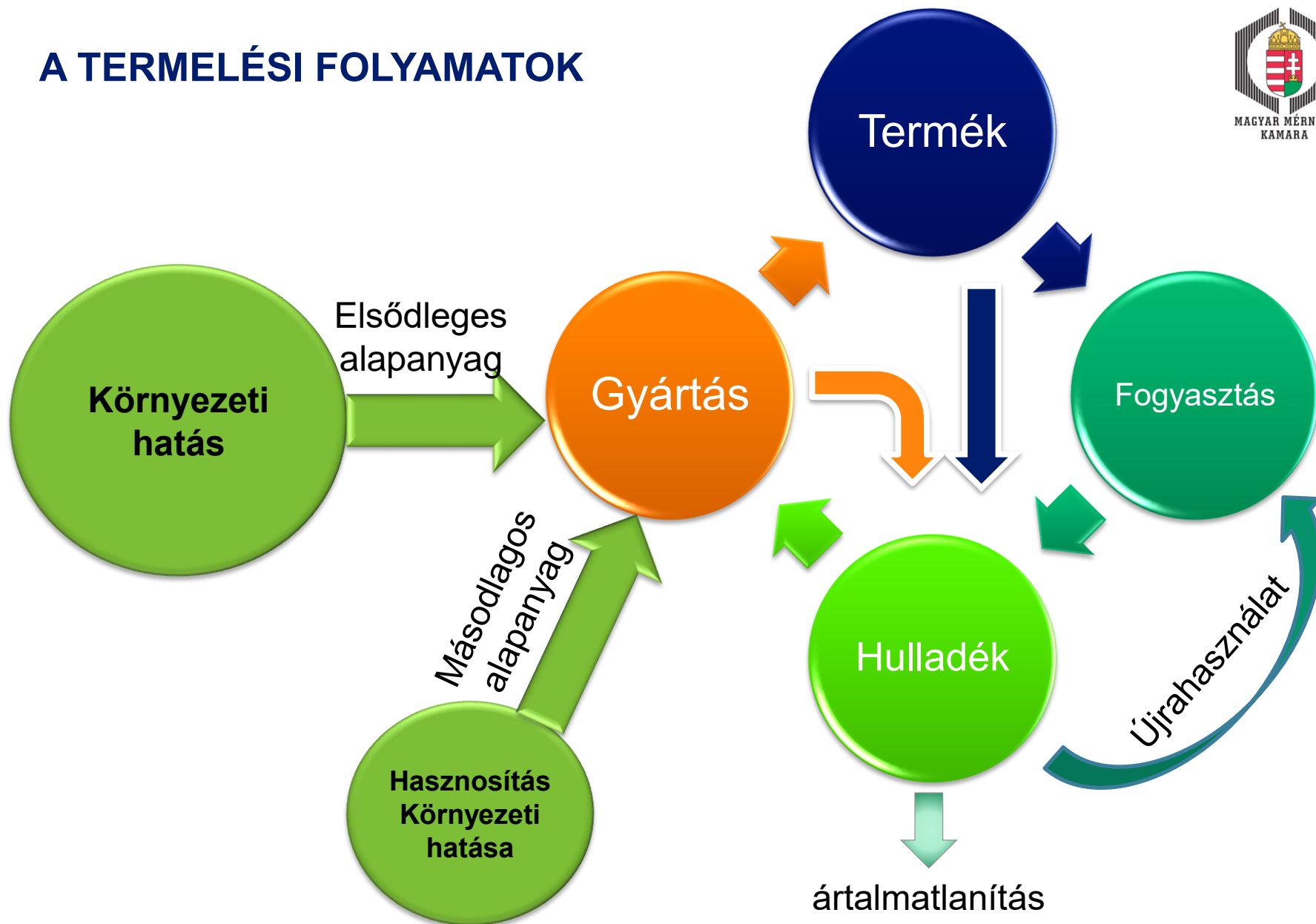


Forrás: 4th Generation District Heating (4GDH) – Orbán Tibor: MKET 2018

# KOMPLEX HULLADÉKGAZDÁLKODÁS



# A TERMELÉSI FOLYAMATOK





## A „JÉGHEGY” EFFEKTUS

Amit sokan látnak:  
A hulladékot elhelyezzük  
a „kukába”, és elviszi a  
szemét szállító autó

# EZ NEM EGY JÉGHEGY

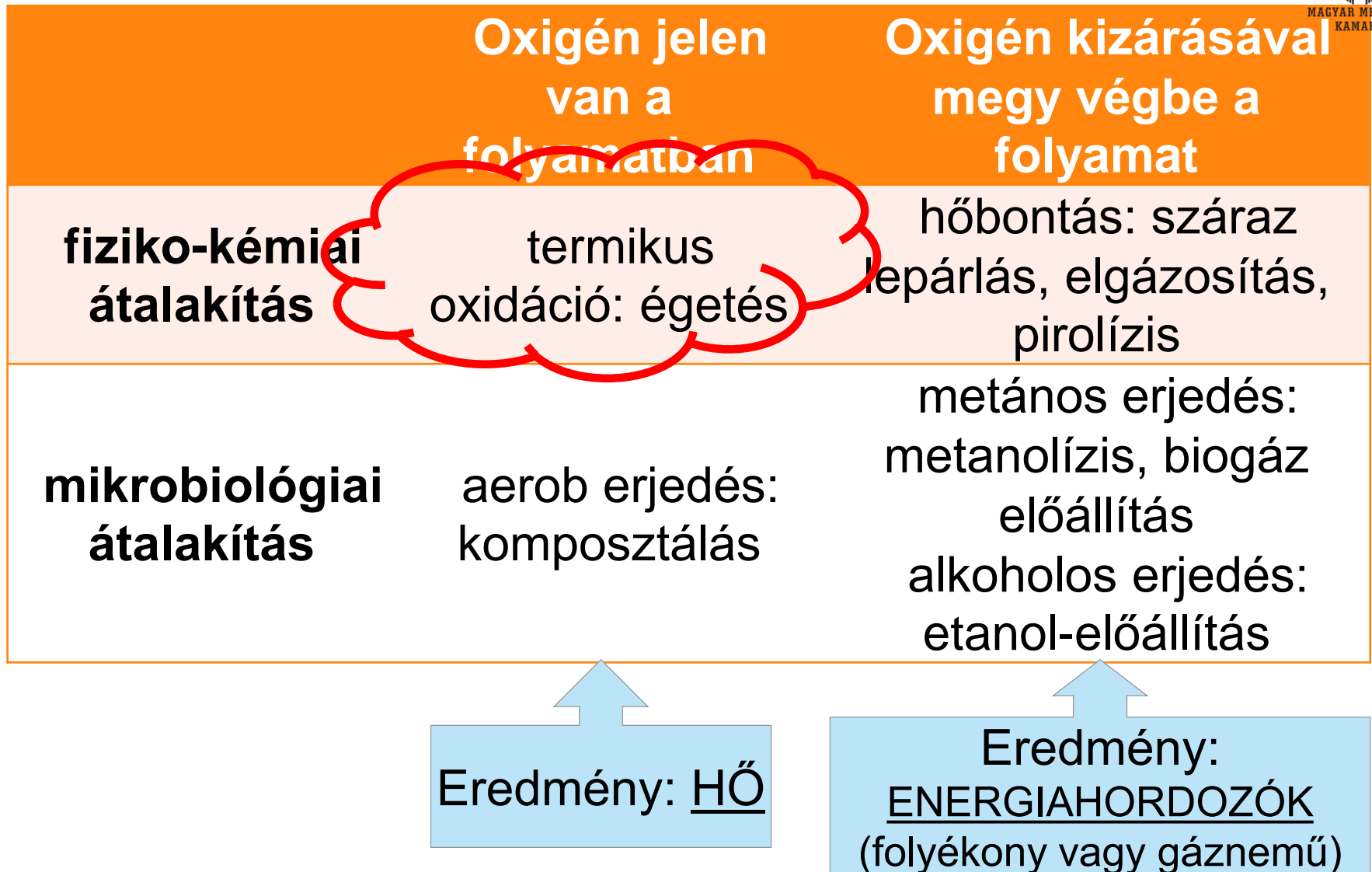


Amit sokan nem látnak:  
Mi történik a hulladék  
anyagárammal utána?

# A HULLADÉKPIRAMIS – KOMPLEX HULLADÉKGAZDÁLKODÁS A MŰANYAG HULLADÉKOK PÉLDÁJÁN



# AZ ENERGETIKAI HASZNOSÍTÁSOK JELENTŐSÉGE



# HULLADÉKÉGETŐ „TERVEZÉSE” – TERVEZÉSI ALAPOK, KONCEPCIÓK

## A beruházás fázisai



1. Lelkesedés



2. Kijózanodás



3. Kétségbeesés

4. Bűnösök keresése

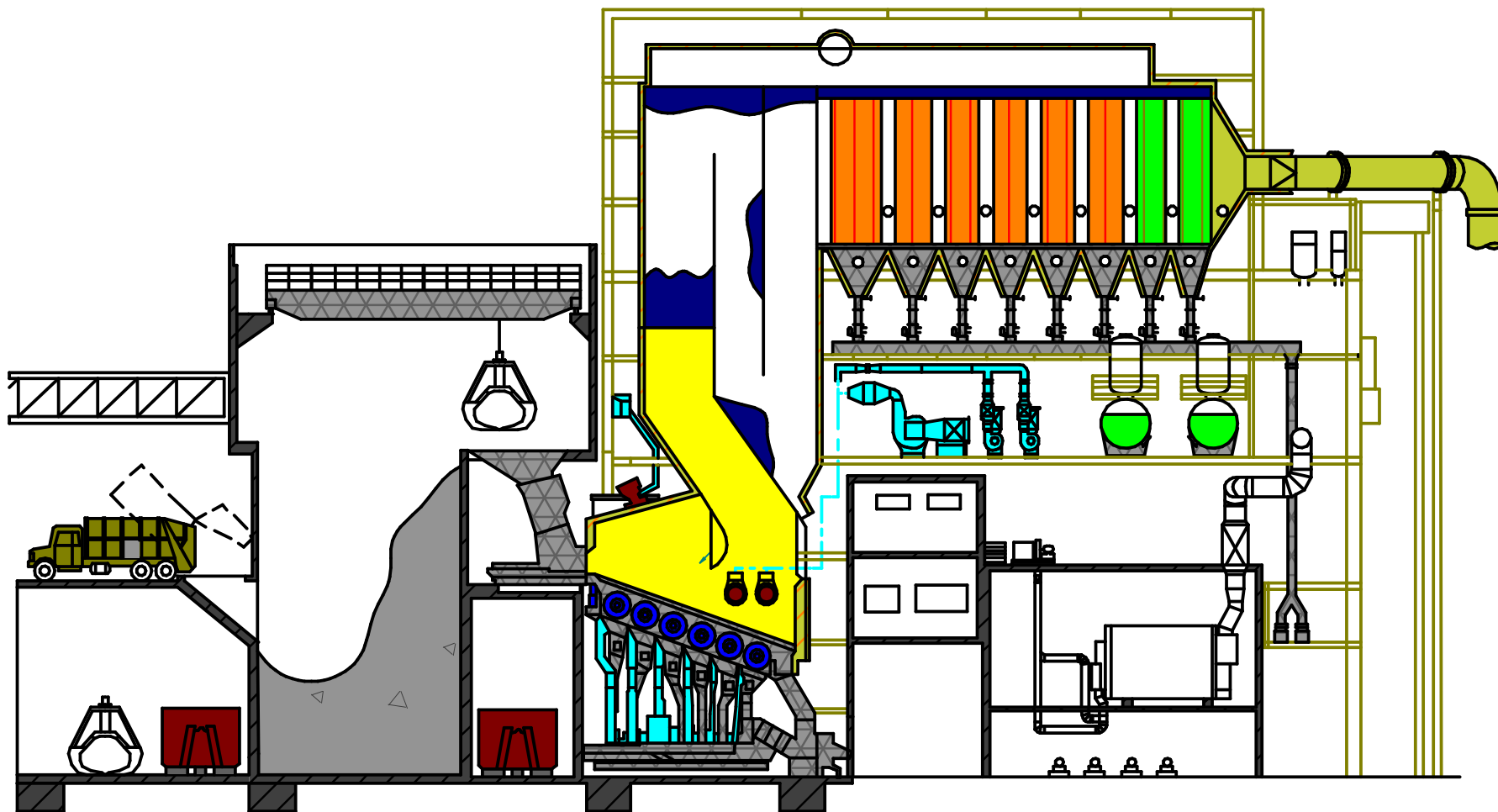
5. Az ártatlanok megbüntetése

6. A kívülállók kitüntetése



# HULLADÉKÉGETŐ „TERVEZÉSE” – TERVEZÉSI ALAPOK, KONCEPCIÓK

Megvalósítás döntés-előkészítés folyamata



# MEGVALÓSÍTÁS DÖNTÉS-ELŐKÉSZÍTÉS FOLYAMATA

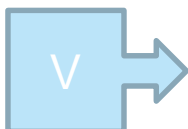
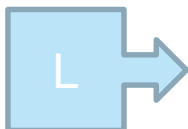


# MEGVALÓSÍTÁS DÖNTÉS-ELŐKÉSZÍTÉS FOLYAMATA

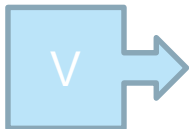
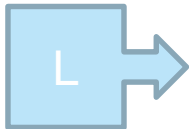
## Emissionswerte des Restmüllheizkraftwerks Böblingen Kontinuierliche Messungen (Tagesmittelwerte, ½-stündlich aktualisiert)

Schadstoff	Einheit	Konzentrationen Linie 1	Konzentrationen Linie 2	Grenzwerte	
				Gem. ntr. AO Septmeber 2013*	Gem. 17 BlmSchV*
<b>Kohlenmonoxid (CO)</b>	mg/m <sup>3</sup> (i.N.tr.)	9,84	11,38	50	50
<b>Gesamtkohlenstoff</b>	mg/m <sup>3</sup> (i.N.tr.)	0,27	0,03	10	10
<b>Chlorwasserstoff (HCl)</b>	mg/m <sup>3</sup> (i.N.tr.)	0,18	0,29	5	10
<b>Quecksilber (Hg)</b>	mg/m <sup>3</sup> (i.N.tr.)	0,0001	0	0,02	0,03
<b>Ammoniak (NH<sub>3</sub>)</b>	mg/m <sup>3</sup> (i.N.tr.)	0	0,18	5	10
<b>Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)</b>	mg/m <sup>3</sup> (i.N.tr.)	37,58	50,3	70	200
<b>Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)</b>	mg/m <sup>3</sup> (i.N.tr.)	1,19	0	25	50
<b>Gesamtstaub (por)</b>	mg/m <sup>3</sup> (i.N.tr.)	0,5	0,11	5	10

Letzte Aktualisierung: 24.10.2017 - 13:30:01

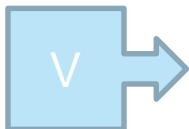
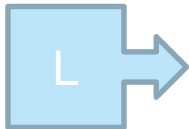


# MEGVALÓSÍTÁS DÖNTÉS-ELŐKÉSZÍTÉS FOLYAMATA





# MEGVALÓSÍTÁS DÖNTÉS-ELŐKÉSZÍTÉS FOLYAMATA



# MEGVALÓSÍTÁS DÖNTÉS-ELŐKÉSZÍTÉS FOLYAMATA



L →

E →

V →

GY →

# MEGVALÓSÍTÁS DÖNTÉS-ELŐKÉSZÍTÉS FOLYAMATA



L →

E →

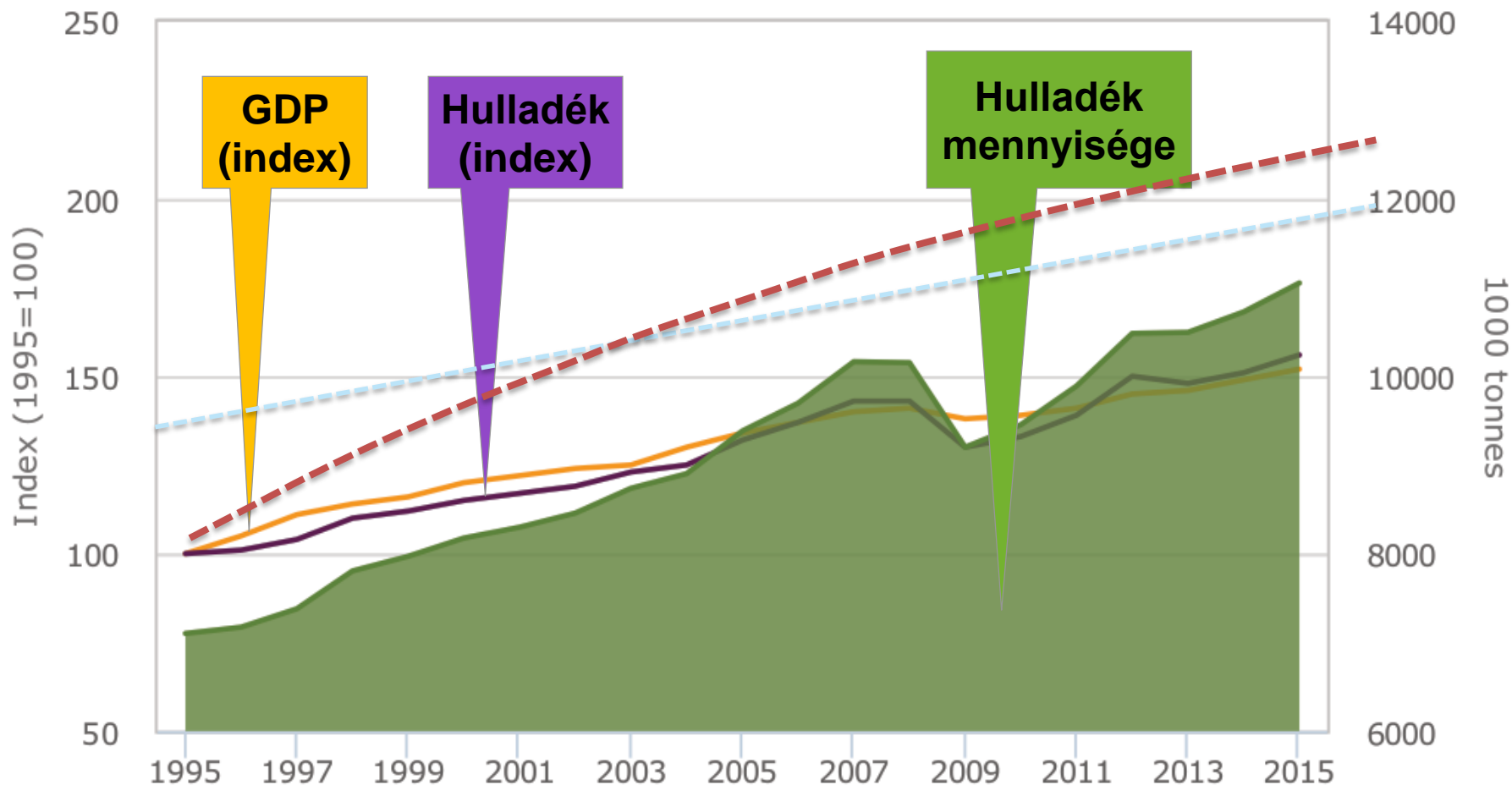
V →

GY →

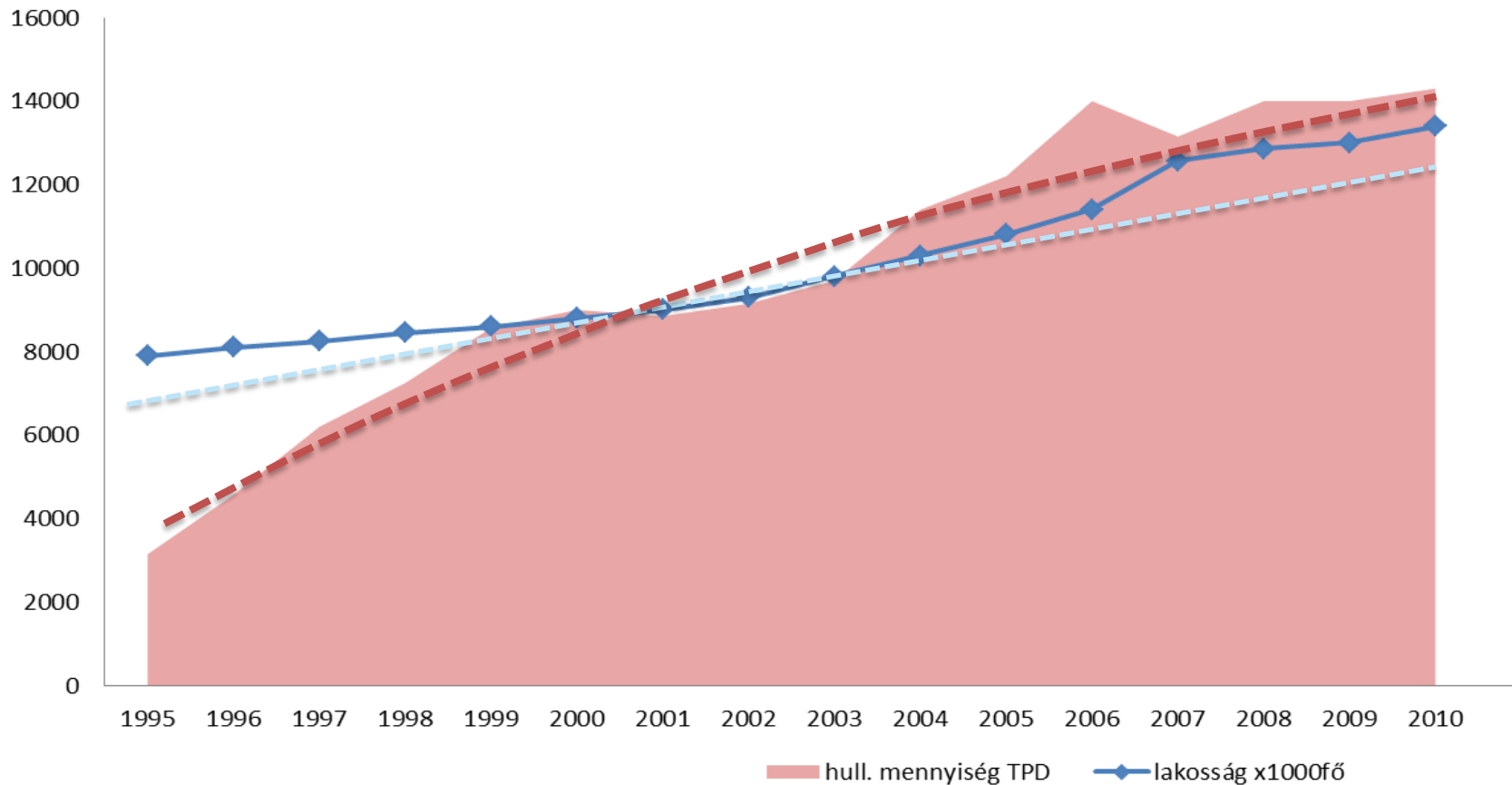
# A HULLADÉKÉGETŐ LÉTESÍTMÉNY TERVEZÉSÉNEK INFORMÁCIÓIGÉNYE A BEGYŰJTÉSI TERÜLETRŐL

- a terület nagysága, méretei;
- a kiszolgált lakosság száma, éves ingadozása és várható változása legalább 15 éves üzemeltetési időtartam alatt;
- a területen található termelő létesítmények és intézmények jellege, fejlesztési irányai és azok mértéke, jellemzői;
- a terület terep- és éghajlati jellemzői (hulladéknedvesség - később részletezem).

# A HULLADÉKÉGETŐ LÉTESÍTMÉNY TERVEZÉSÉNEK INFORMÁCIÓIGÉNYE A BEGYŰJTÉSI TERÜLETRŐL



# A HULLADÉKÉGETŐ LÉTESÍTMÉNY TERVEZÉSÉNEK INFORMÁCIÓIGÉNYE A BEGYŰJTÉSI TERÜLETRŐL



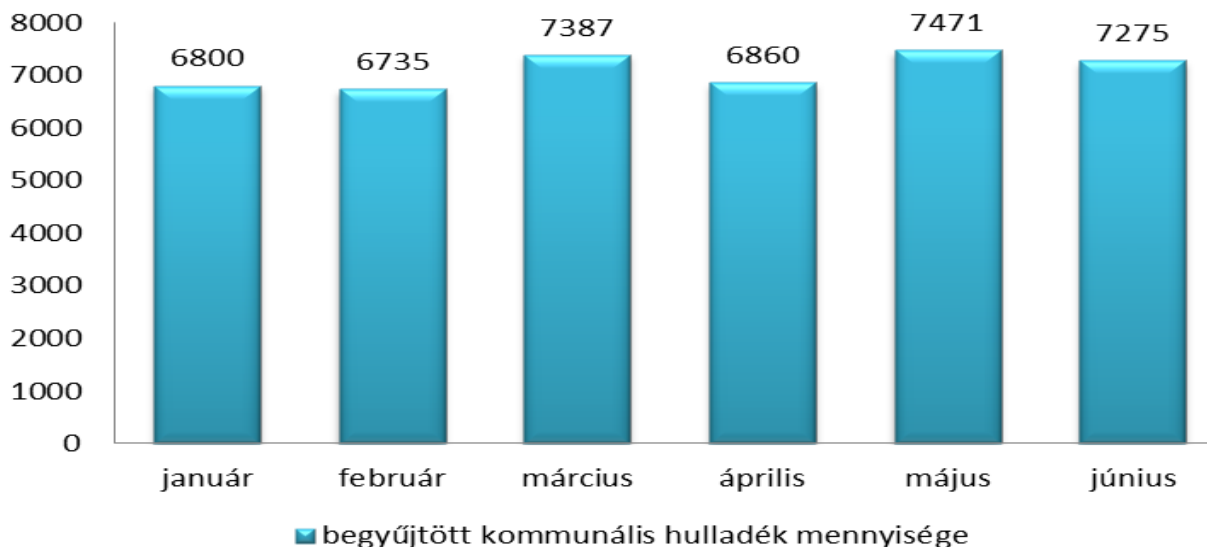
# A FELDOLGOZÁSRA KERÜLŐ HULLADÉKOKRÓL

- A hulladék mennyisége, éves ingadozása és várható változása (t/d, m<sup>3</sup>/d, t/év, m<sup>3</sup>/év);
- a hulladék összetétele, fontosabb fizikai és kémiai jellemzői és ezek ingadozása.

kommunális hulladék éves mennyisége $M_{TSZH}$ [t/év]			lom hulladék éves mennyisége $M_{LOM}$ [t/év]
lakosság	ipar	<b>összesen</b>	456,8
84244,8	809,7	<b>85054,5</b>	

# A FELDOLGOZÁSRA KERÜLŐ HULLADÉKOKRÓL

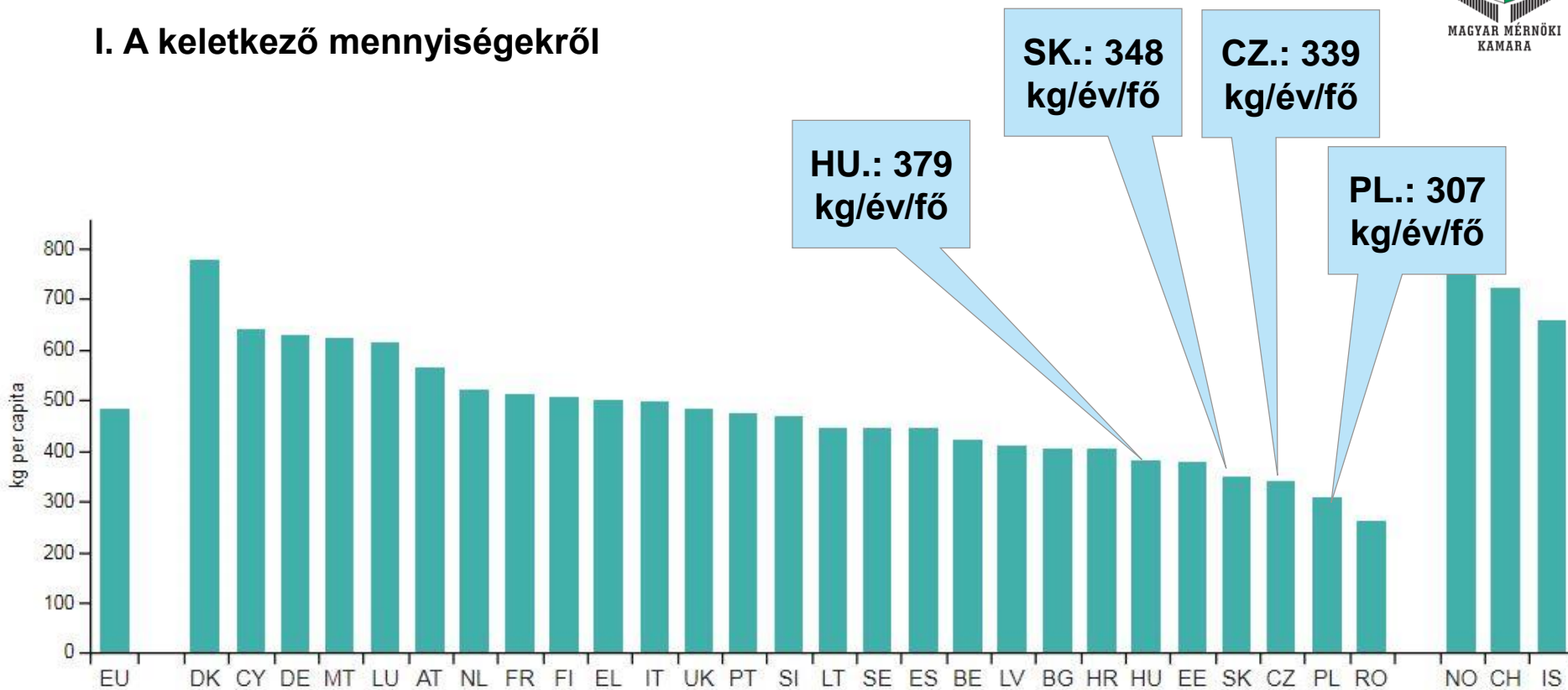
- A hulladék mennyisége, éves ingadozása és várható változása (t/d, m<sup>3</sup>/d, t/év, m<sup>3</sup>/év);
- a hulladék összetétele, fontosabb fizikai és kémiai jellemzői és ezek ingadozása.





# HULLADÉKGAZDÁLKODÁS AZ EGYES ORSZÁGOKBAN

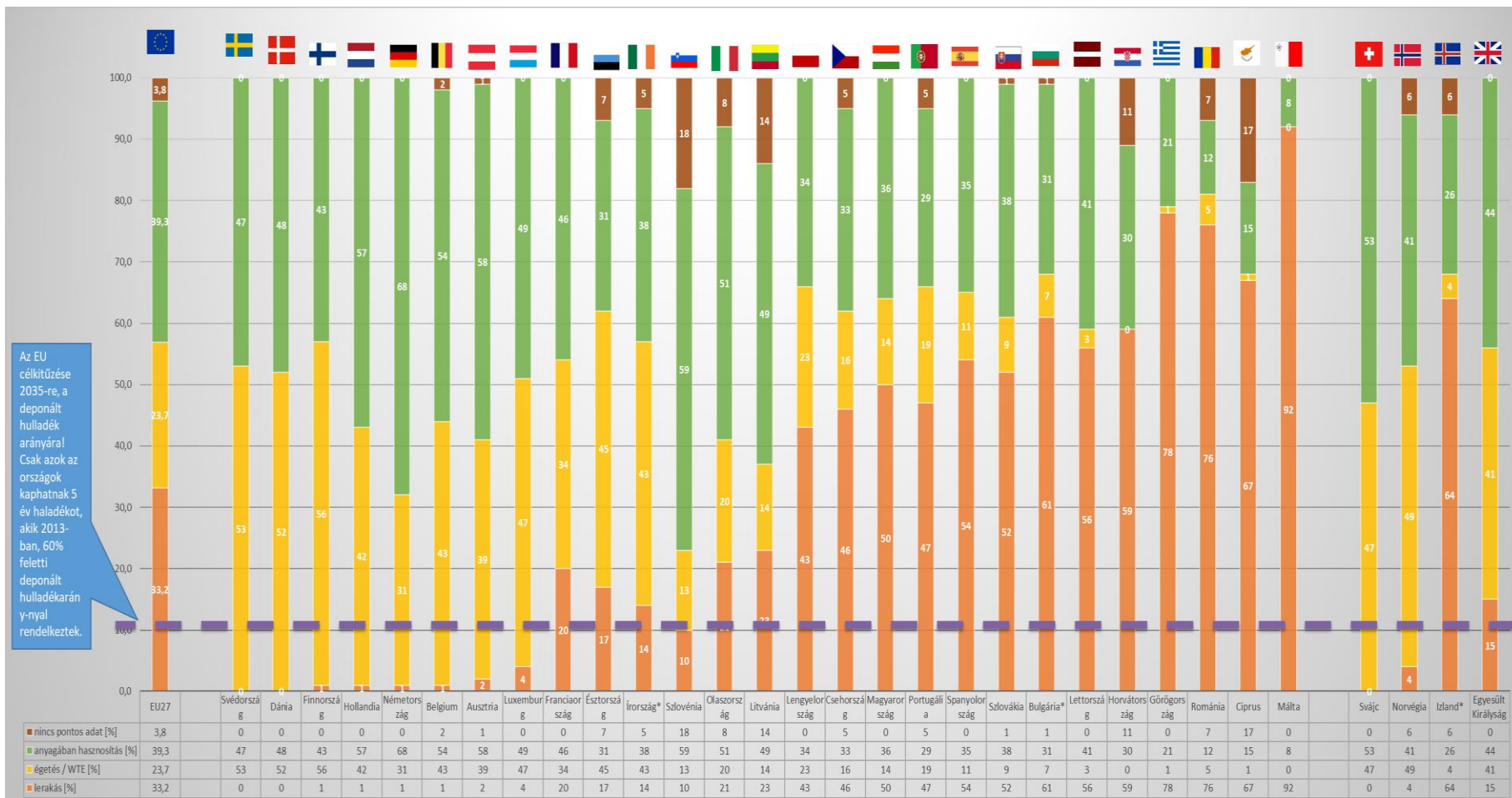
## I. A keletkező mennyiségekről



Forrás: Eurostat

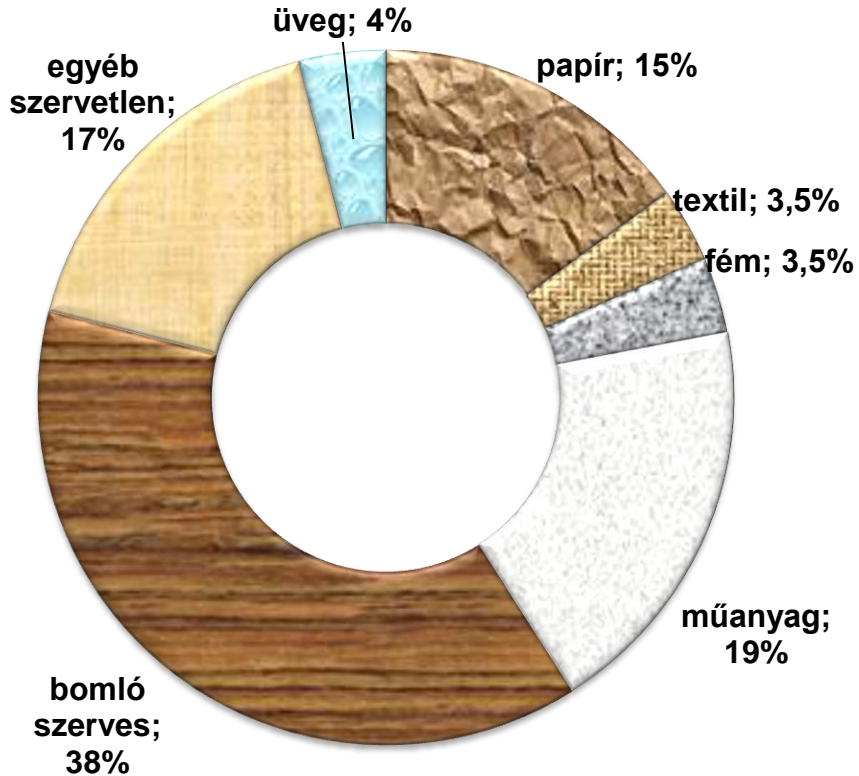
# HULLADÉKGAZDÁLKODÁS AZ EGYES ORSZÁGOKBAN

## II. A hulladék kezelése

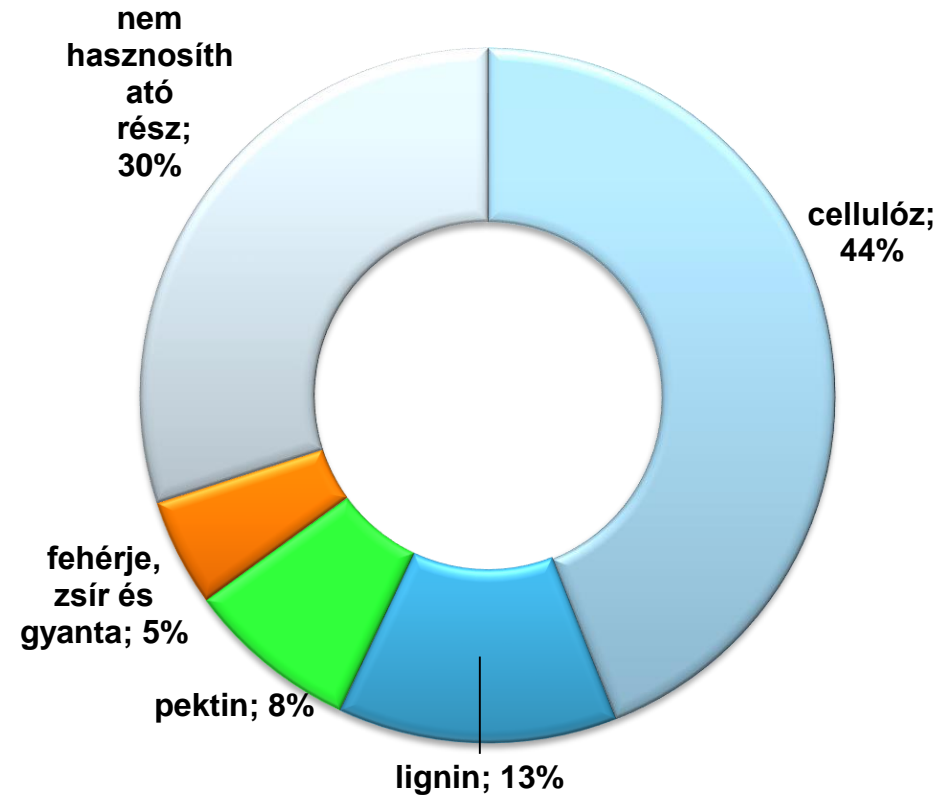


# ÉGETÉS – MI TESZI LEHETŐVÉ?

## Anyagi összetétel



## Kémiai összetétel



# A HULLADÉKOK ÉGETHETŐSÉGÉNEK KRITÉRIUMAI

- Halmazállapot, (folyékony, iszapszerű, pasztás, szilárd, ill. kevert);
- kémiai összetétel elemi analízissel (szén, hidrogén, oxigén, nitrogén, kén, víz és hamu);
- összetétel gyors analízissel (fix szén, illóanyag, víz és hamu);
- fűtőérték;
- sűrűség;
- a hamu olvadási jellemzői;
- szilárd hulladékoknál szemcseméret-eloszlás, maximális darabnagyság, valamint anyagféleségek szerinti összetétel;
- folyékony és iszapszerű hulladékoknál viszkozitás, gyulladási- és lobbanáspont, valamint szilárd szennyezőanyag-tartalom és annak max. szemcsemérete, továbbá a kémhatás;
- halogénanyag-tartalom (kloridok, fluoridok, bromidok);
- nehézfém-tartalom (Pb, Cd, Hg, Cu, V stb.);
- egyéb fém-tartalom (Fe, Ca, Na stb.);
- egyéb mérgezőanyag-tartalom (PCB);
- egyéb specifikus anyagi tulajdonságok szükség szerint (pl. fertőző tulajdonság, hőmérséklet stb.);
- mennyiségi adatok (szélső határok és átlagértékek).

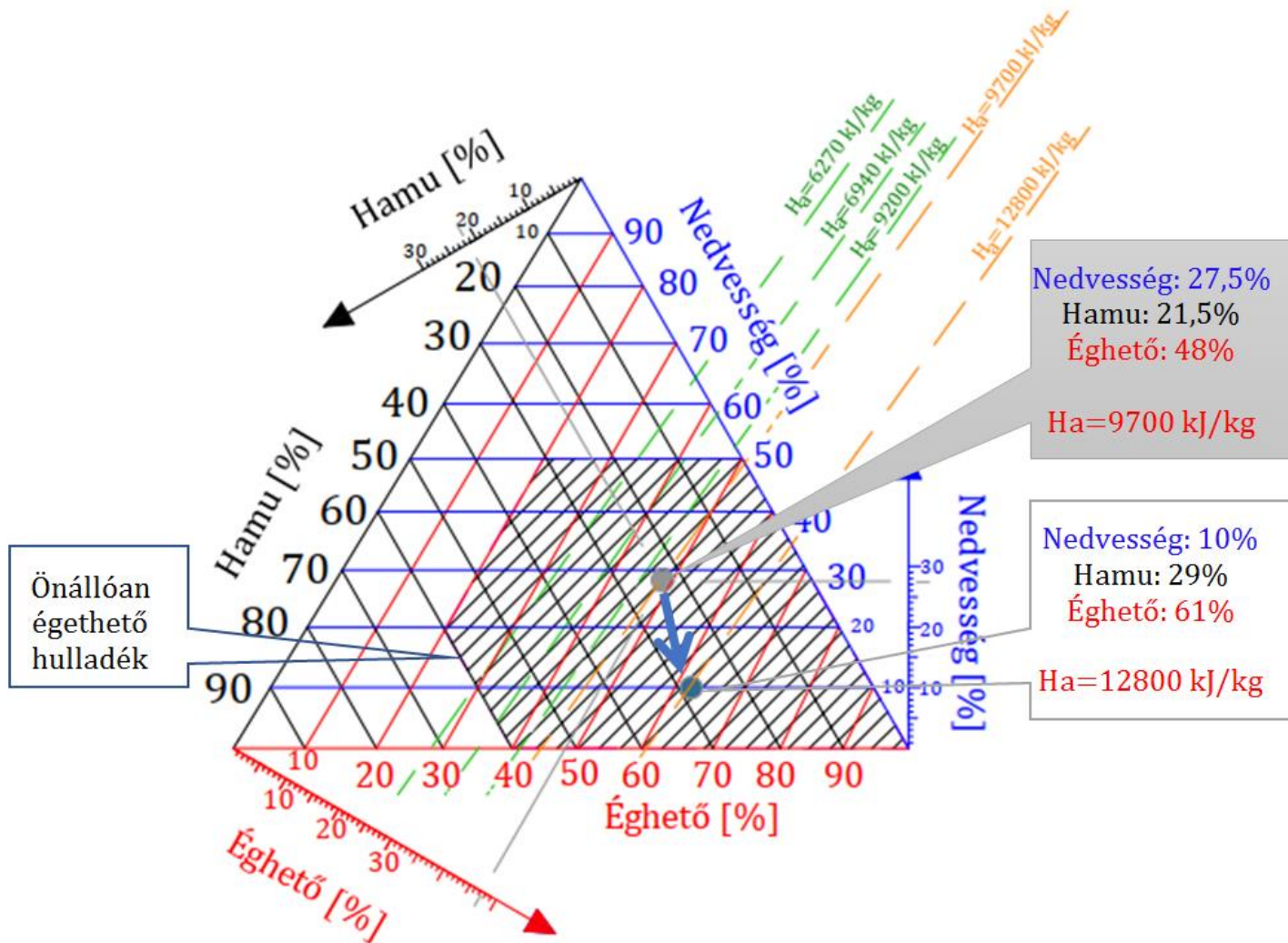
## A HULLADÉKOK ÉGETHETŐSÉGÉNEK KRITÉRIUMAI

- Tüzeléstechnikai szempontból elsősorban a kalorikus tulajdonságok fontosak (**fűtőérték, éghetőanyag-tartalom, víztartalom és hamutartalom**).
- Ezek egymástól nem függetlenek, erős korreláció van közöttük.

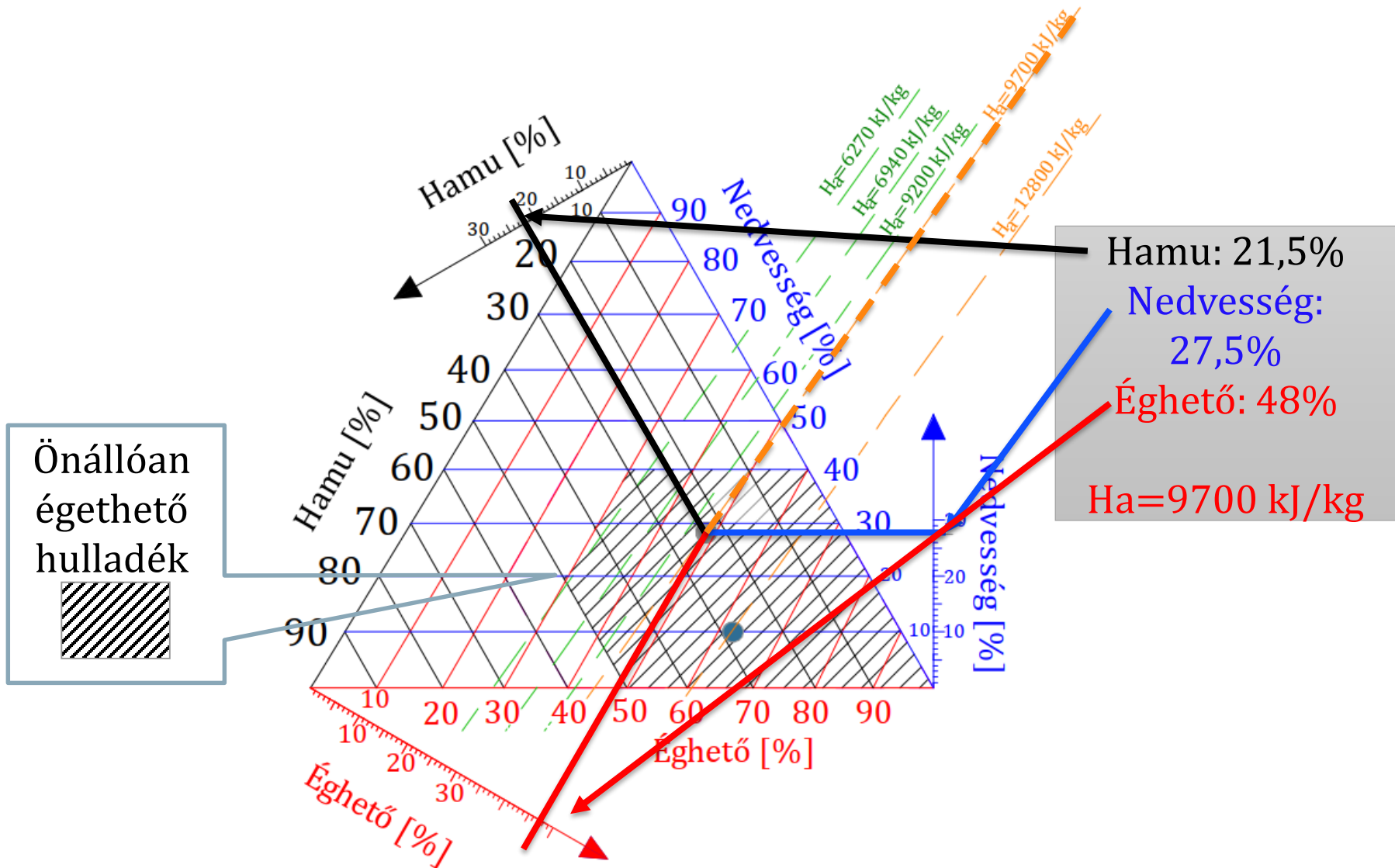
## A SZILÁRD HULLADÉKOK ÖNÁLLÓ ÉGETHETŐSÉGÉNEK FELTÉTELEI

- legalább 30 tömegszázalék éghetőanyag-tartalom,
- legfeljebb 50 tömegszázalék hamutartalom,
- legfeljebb 40 tömegszázalék víztartalom,
- legalább kb. 6300 kJ/kg fűtőérték. (A tervezői gyakorlatban legalább 7000 kJ/kg.)

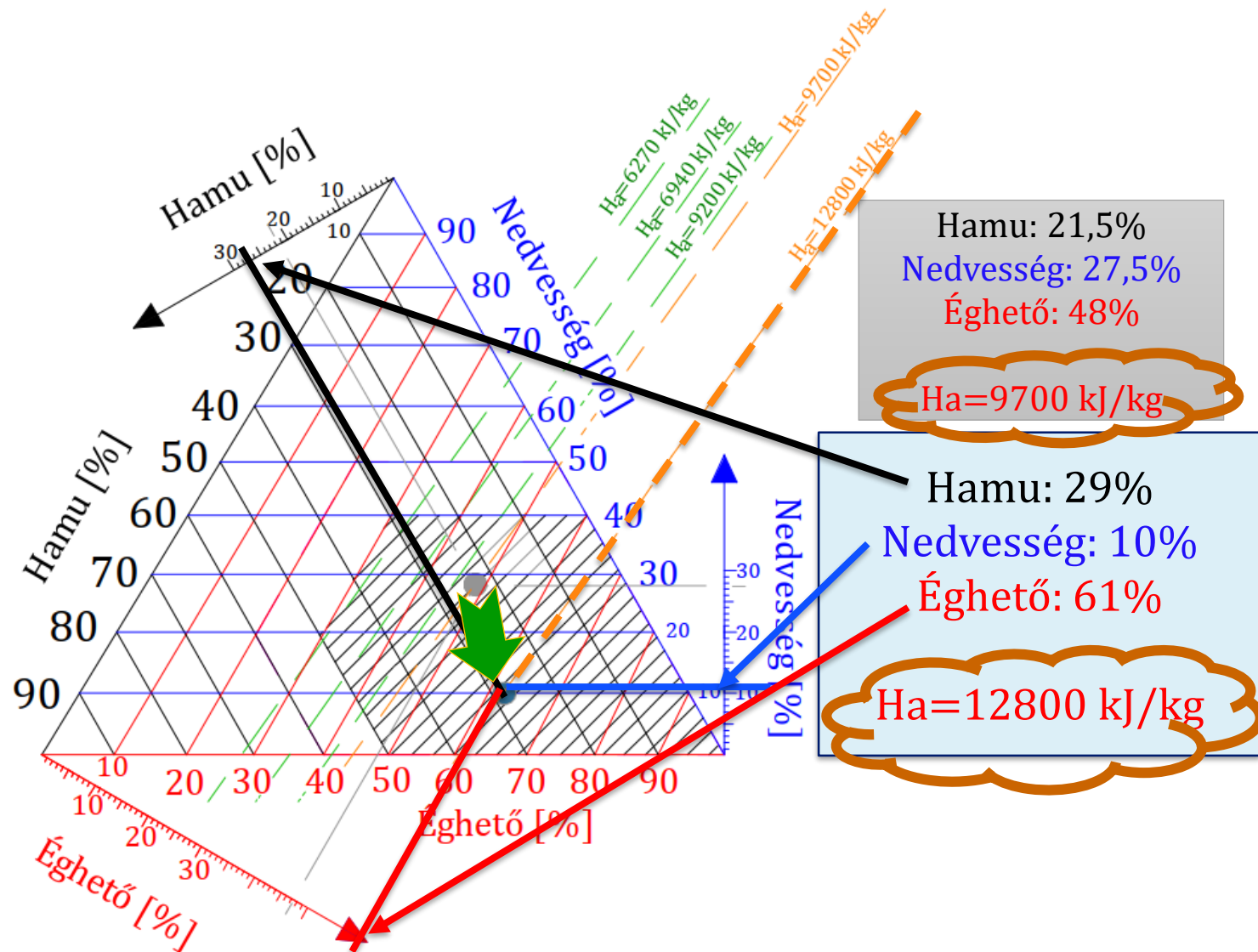
# TANNER-FÉLE DIAGRAM



# TANNER-FÉLE DIAGRAM – TERVEZÉSI GYAKORLAT, PÉLDA



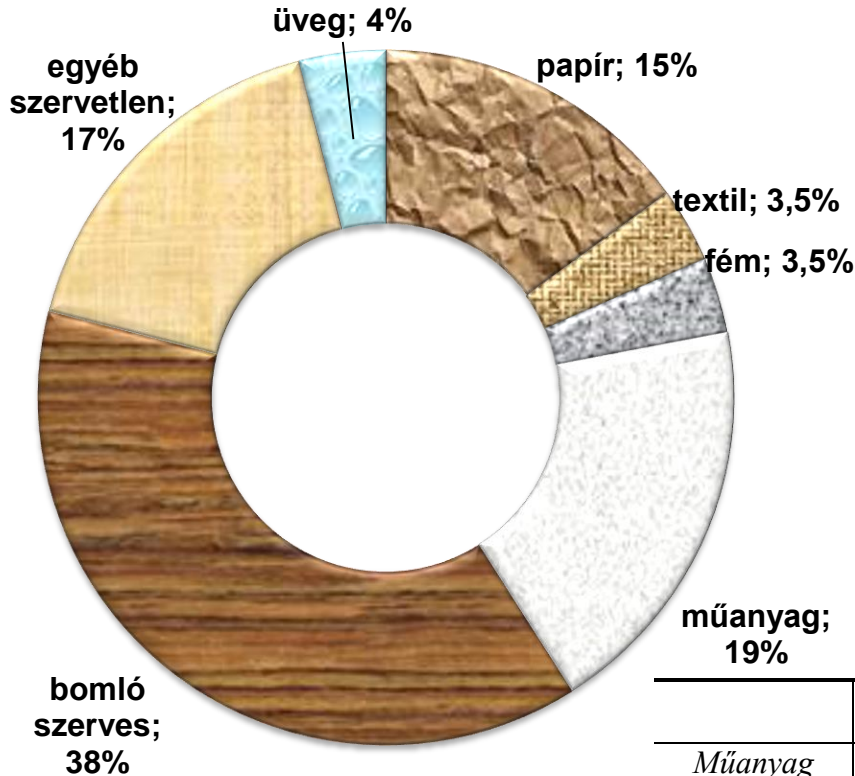
# TANNER-FÉLE DIAGRAM – TERVEZÉSI GYAKORLAT, PÉLDA





# A KALORIKUS TULAJDONSÁGOK ÖSSZEFÜGGÉSEI

## Anyagi összetétel

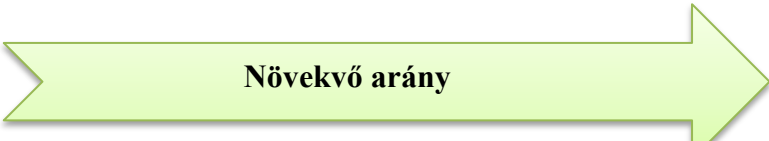


## A hulladék minősége

### 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

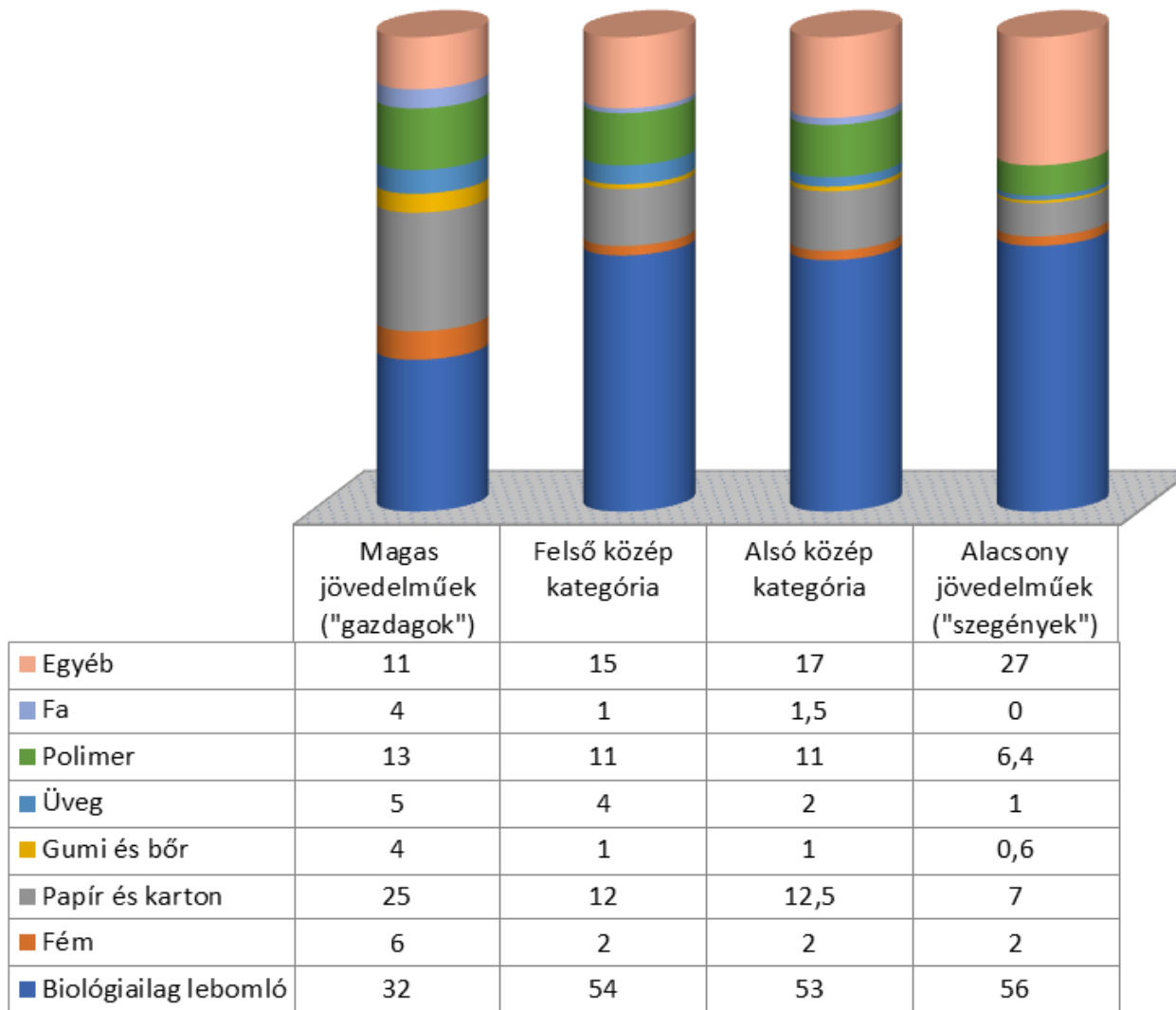


# A KALORIKUS TULAJDONSÁGOK VÁLTOZÁSAI LONDONI HULLADÉK ANALÍZIS

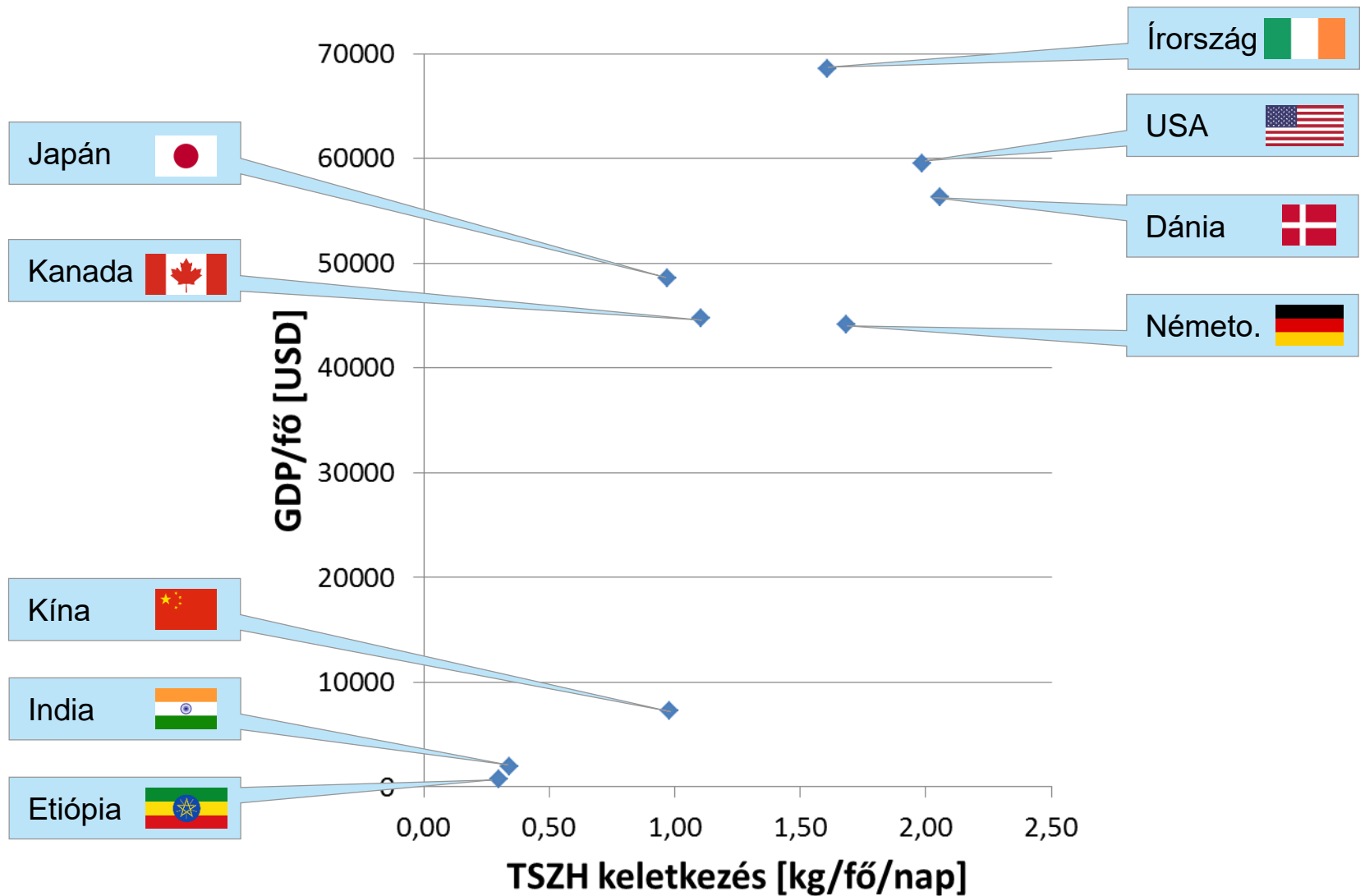


	1900 körül	2000
Hamu / éghetetlen	47%	7,3%
Por	9,8%	5,5%
Üveg	0,4%	8,1%
Porcelán	1,7%	-
Fém	0,7%	5,5%
Papír	-	2,8%
Biológiailag lebomló	13,1%	33,7%
Textil	0,4%	2,5%
Szén, mint tüa.	25,6%	-
Polimer	-	7,2% (~20%)

# HULLADÉKGAZDÁLKODÁS – ENERGETIKA - GAZDASÁG

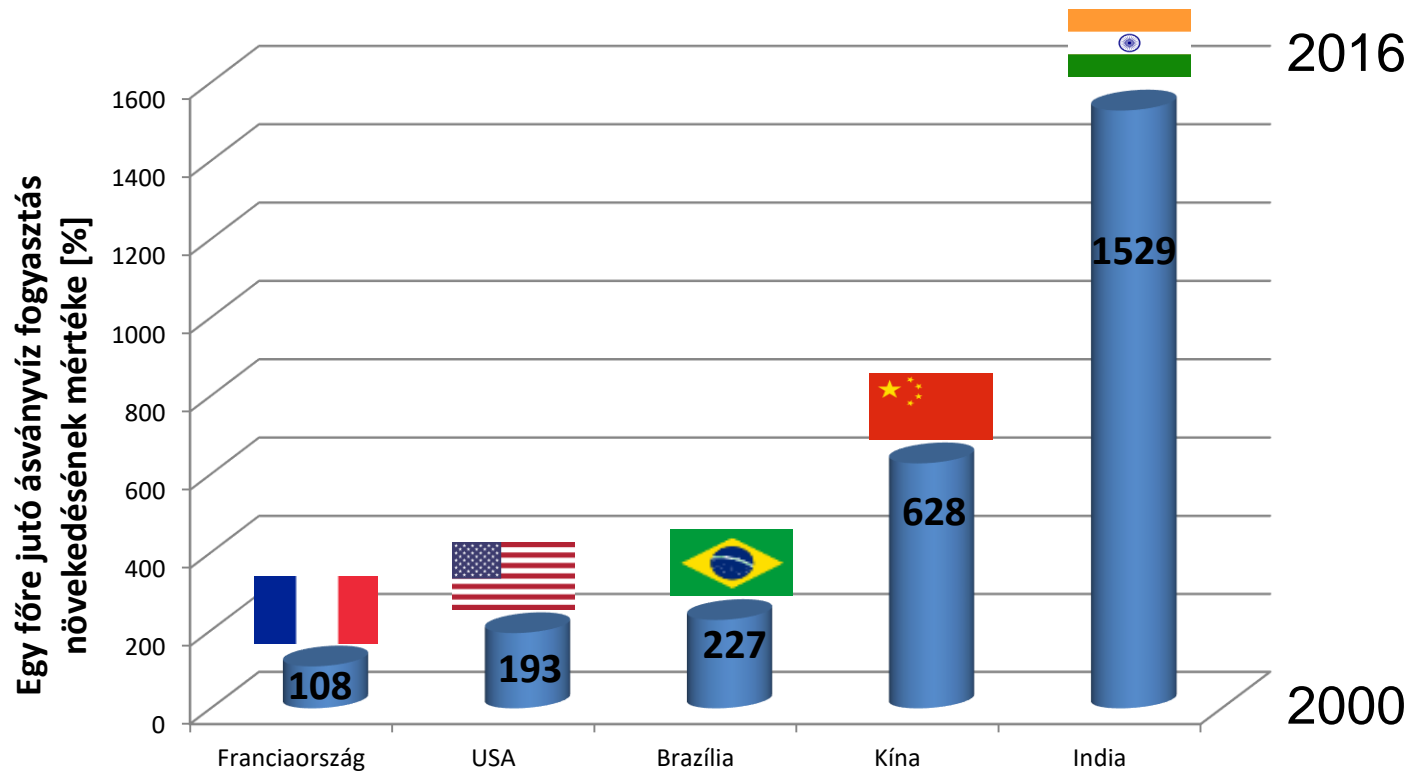


# HULLADÉKGAZDÁLKODÁS – ENERGETIKA - GAZDASÁG



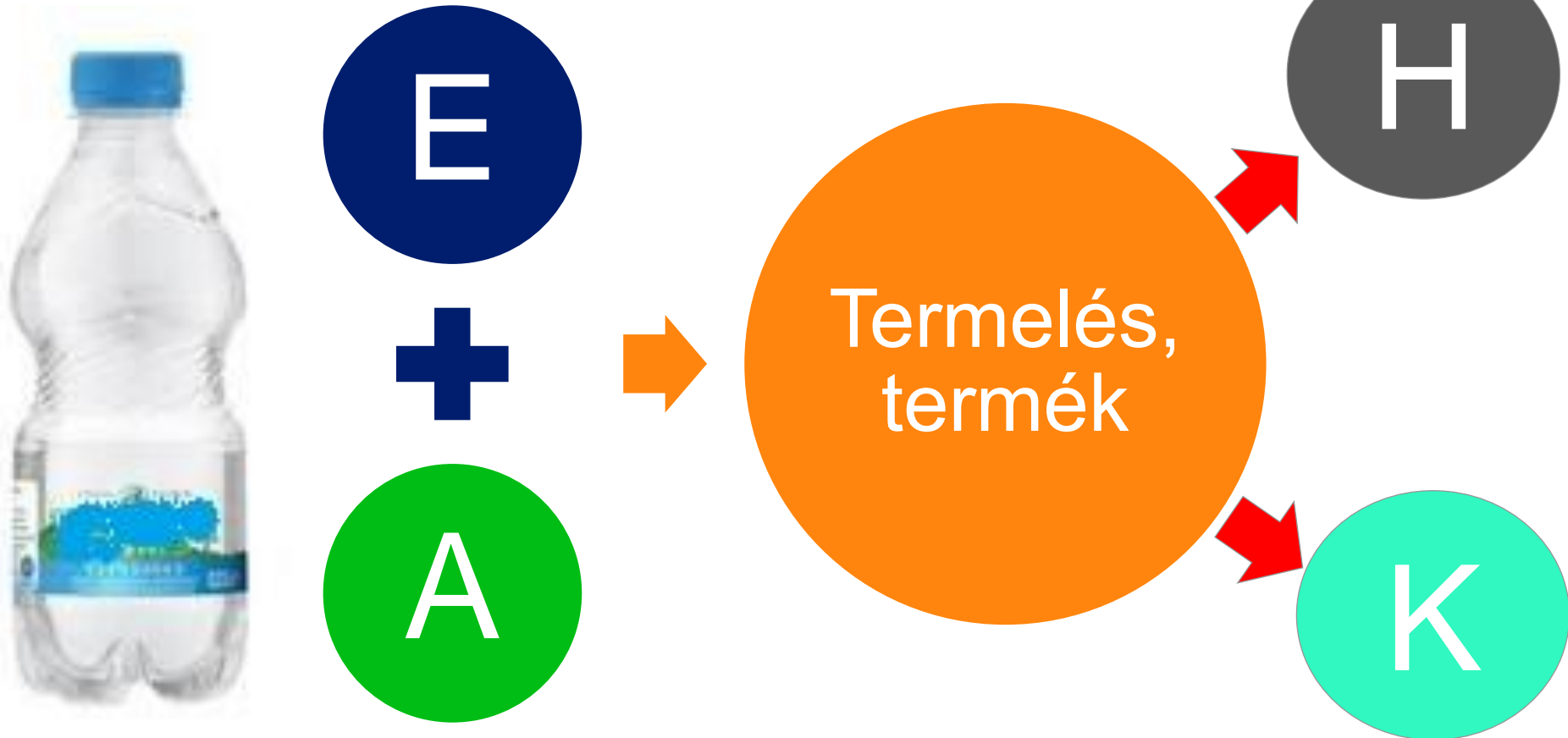
# POLIMER – MEGOLDANDÓ FELADAT

Fenntartható növekedés – környezeti „problémák = kihívások” megoldása

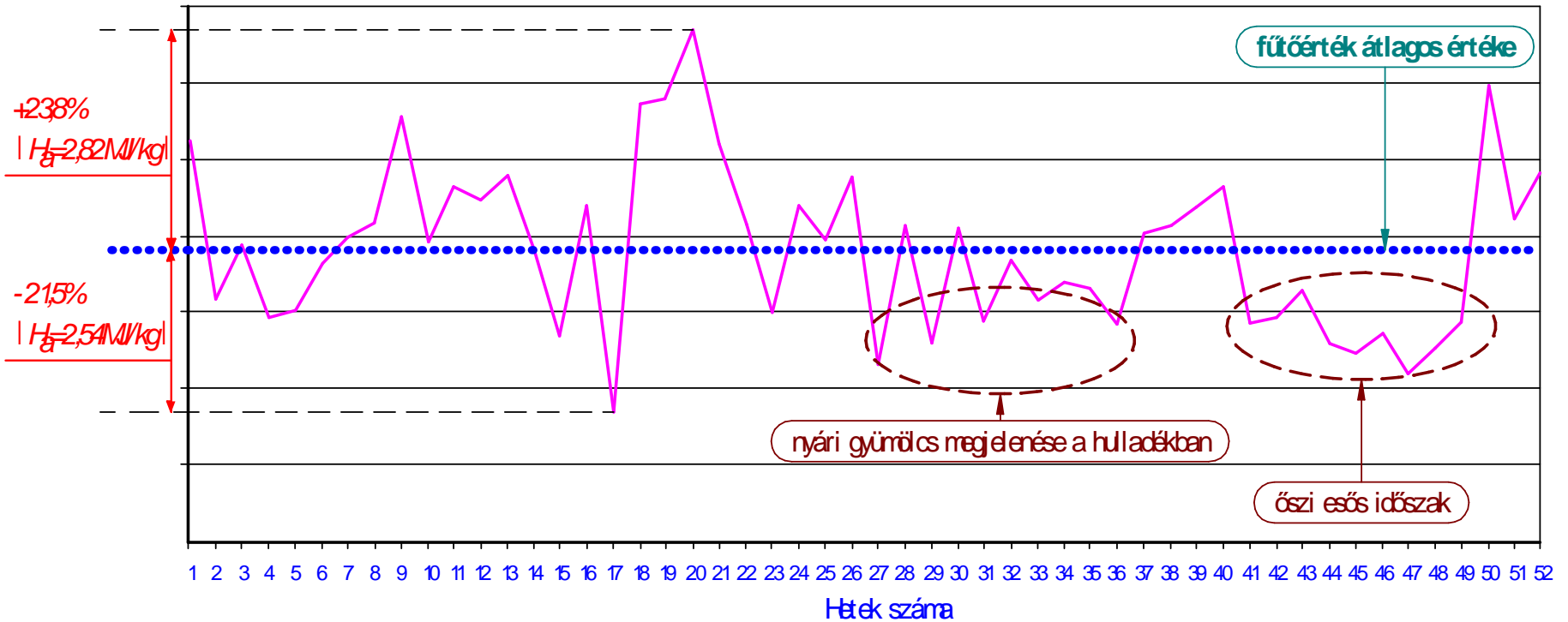


# POLIMER – MEGOLDANDÓ FELADAT

Fenntartható növekedés – környezeti „problémák = kihívások” megoldása

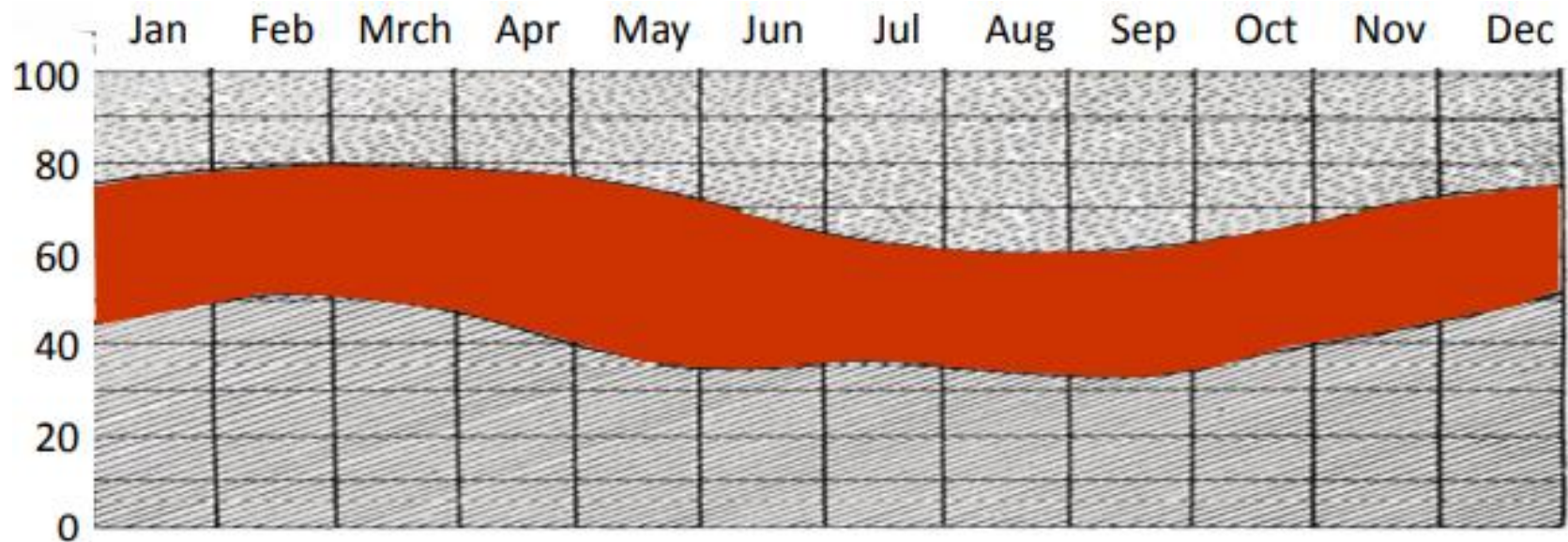


# A FŰTŐÉRTÉK KORRELÁCIÓI



# A FŰTŐÉRTÉK KORRELÁCIÓI ÉGHETŐ ANYAG TARTALOM A HULLADÉKBAN 1910 KÖRÜL

$H_A = 4000 - 5000 \text{ kJ/kg}$



Composition of sweepings Frederiksberg, ca.1910  
Forrás: E. de Fodor, Elektrizität aus Kehricht

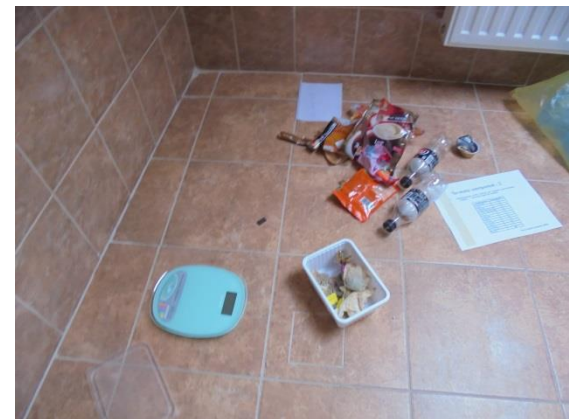
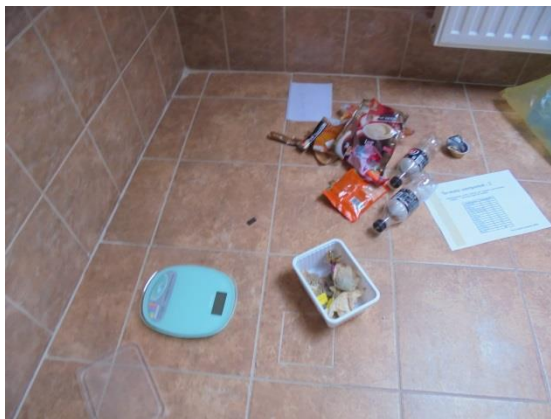


# A FŰTŐÉRTÉK KORRELÁCIÓI

hulladékégető erőmű	lakosság [fő]	$H_a$ [kJ/kg]	város szerepe a társadalmi munkamegosztásban
<b>Krakkó</b>	761900	8800	Lengyelország második legnagyobb városa. Közlekedési, ipari csomópont: vaskohászat, gépgyártás, elektronikai ipari tevékenység.
<b>Bydgoszcz</b>	358614	8500	Ipari vállalatok: vegyipar, vasúti kocsik gyártása.
<b>Białystok</b>	295624	7500	Kifejezetten egyetemi város. Számos történelmi emlékhellyel, turisztikai látványossággal.
<b>Szczecin</b>	407047	10500	Kikötő város, az ország legnagyobb hajógyára itt található. Ipari központ: halgazdaság, gyógyszeripar, söripar, élelmiszeripar, számítástechnika.
<b>Konin</b>	79622	8500	A lakosságához képest jelentős ipari központ: az ország egyetlen alumínium kohója itt található, folyami kikötő található a településen. A barnaszén medence legnagyobb ipari központja – 3 hőerőmű is itt található.
<b>Poznań</b>	544612	8400	Nyolc egyetem található itt. Kevésbé ipari város, inkább a túrizmus a meghatározó, számos látnivalóval.

# HULLADÉK – ANYAGI ÖSSZETÉTEL - HULLADÉKANALÍZIS

anyagkomponens		súly [g]	tömegszázalék [%]
<b>bio-hulladék</b>		23	4,26
<b>műanyag</b>	szemeteszsák	40,5	7,5
	üdítős palack	25,5	4,72
	műanyag zacskó	8,5	1,57
<b>higiéniái papír</b>	papír kéztörölő	395	73,15
<b>kidobott papír</b>	szalvéta, cukorka csomagoló papír stb.	46,5	8,61
<b>nem mágnesezhető fémek</b>	konzervdoboz (Al)	1	0,19
<b>ÖSSZESEN</b>		<b>540</b>	<b>100</b>



# A HULLADÉKGYŰJTÉS RENDSZERÉRŐL

## KUKA-s autó

- 1898: Johann Josef Keller és Jakob Knappich (világítási acetiléngyár)
- Keller und Knappich Augsburg
- 1927: Szemétszállító autó, nemcsak szállította, hanem fel is darabolta a hulladékot

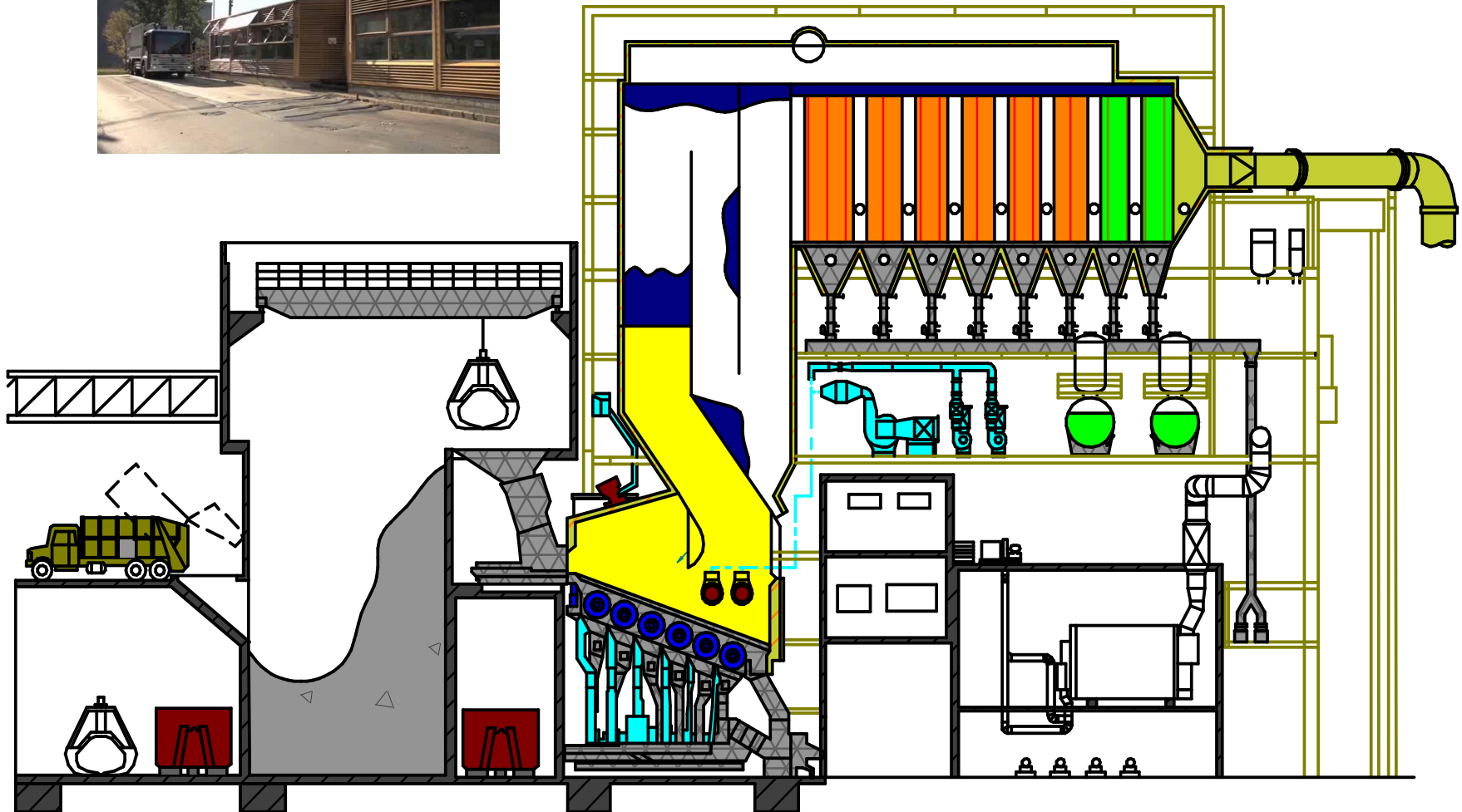


# A HULLADÉKGYŰJTÉS RENDSZERÉRŐL

- Az alkalmazott gyűjtőedények és szállító járművek típusa, műszaki jellemzőik, mennyiségük;
- földutak aránya;
- aszfalozott utak aránya;
- hulladékürítés hova történik:
  - New York,
  - India,
- hulladék inert tartalma.



# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK



# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK



# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK



# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK

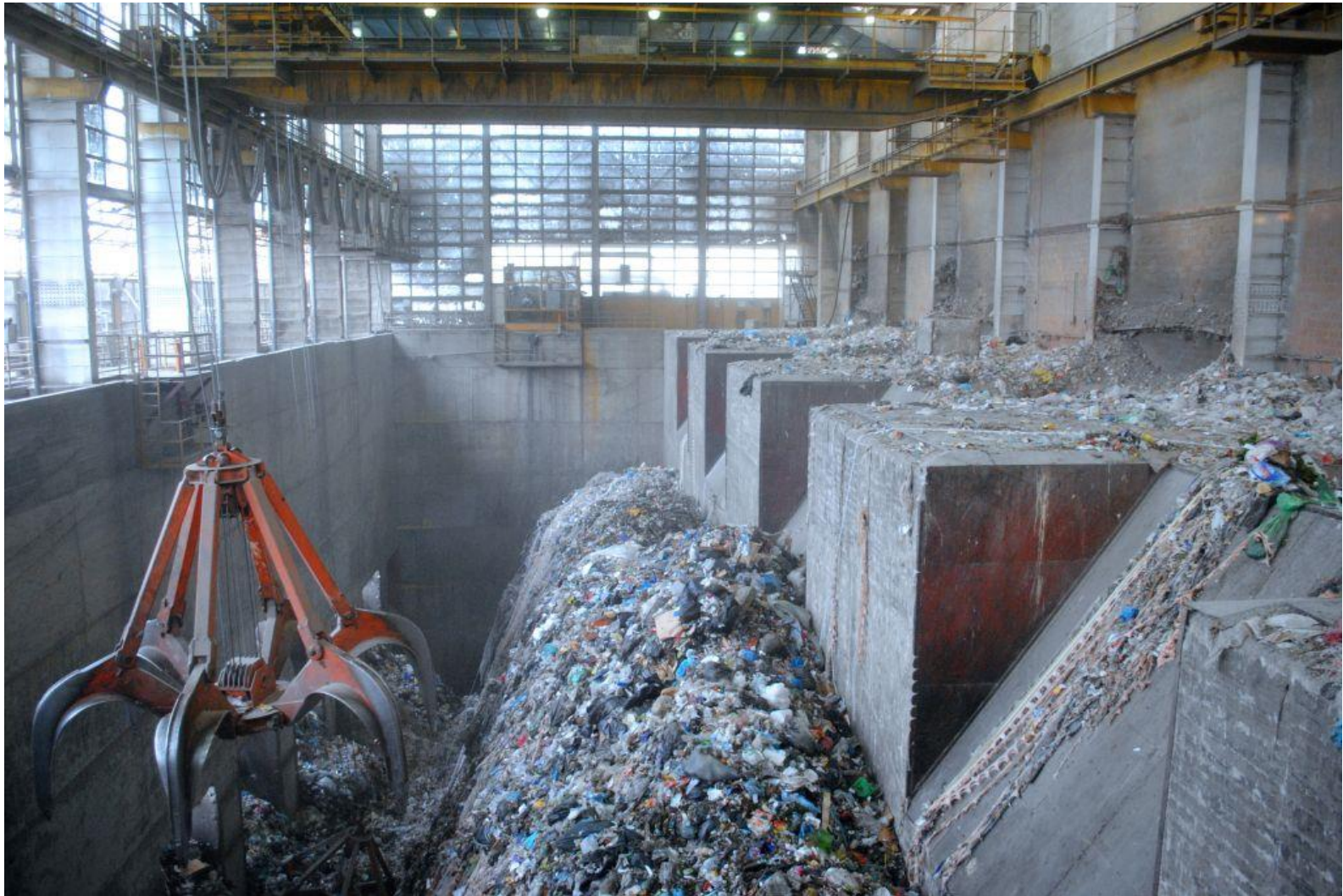




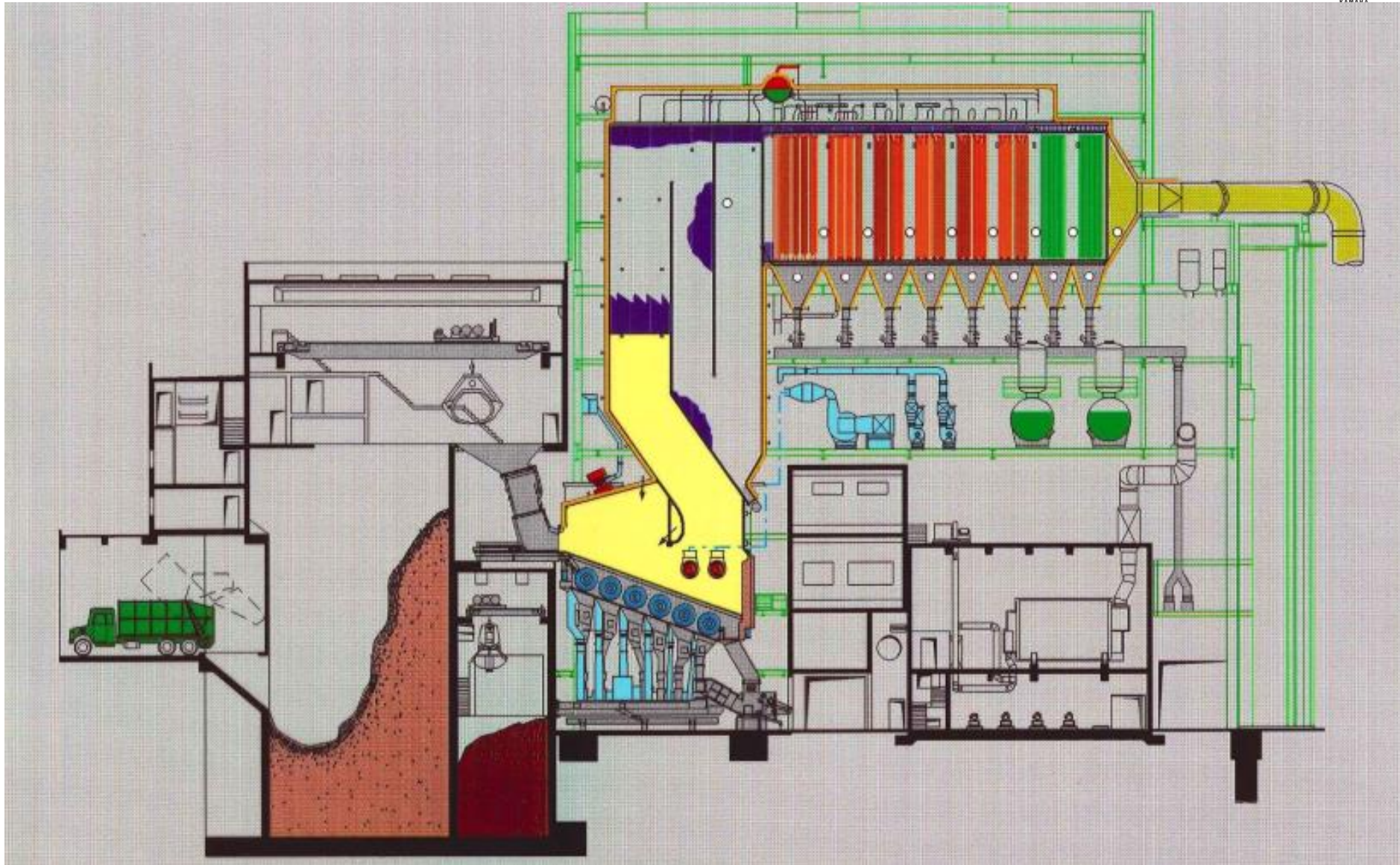
# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK



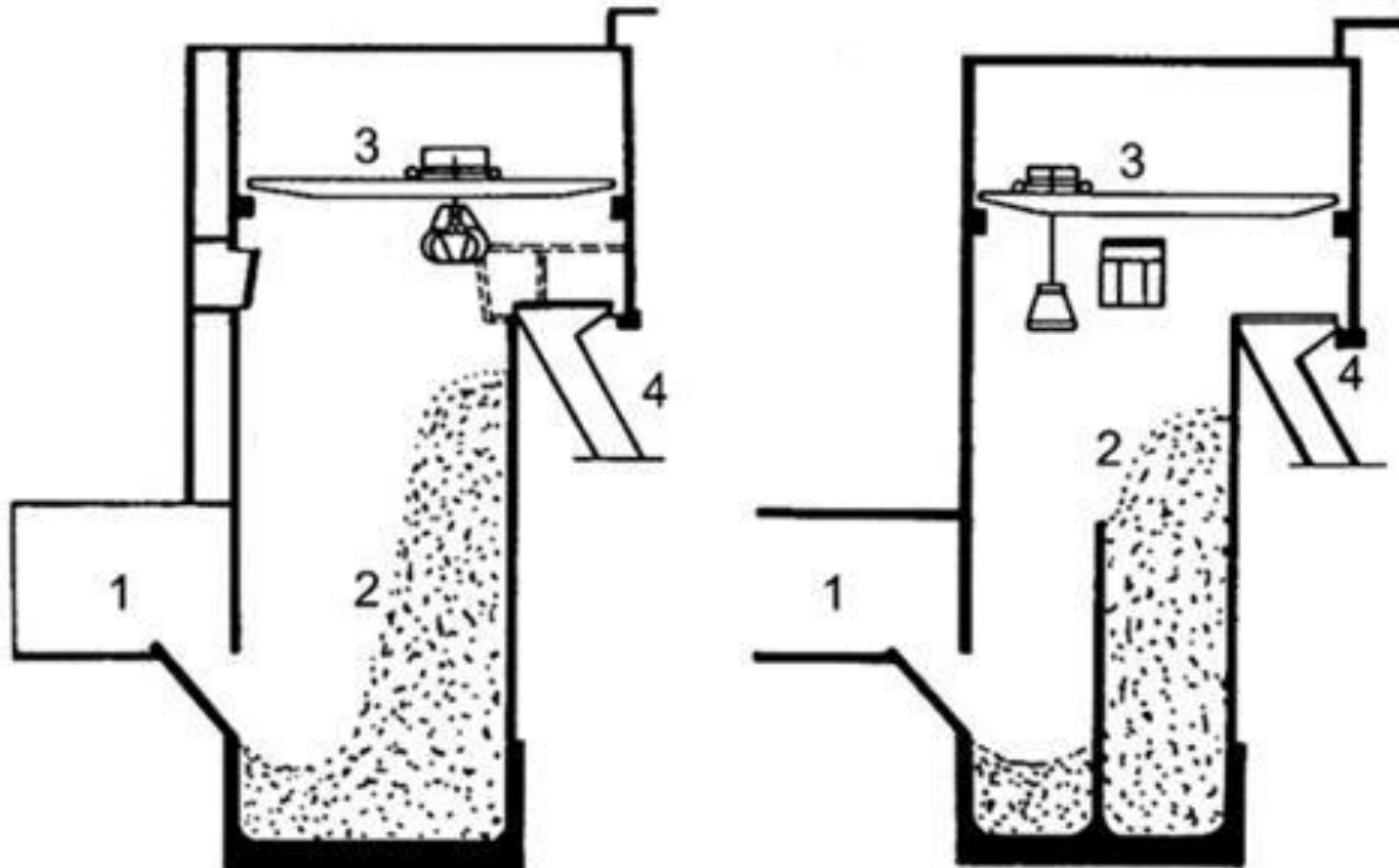
# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK



# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK



# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK



# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK

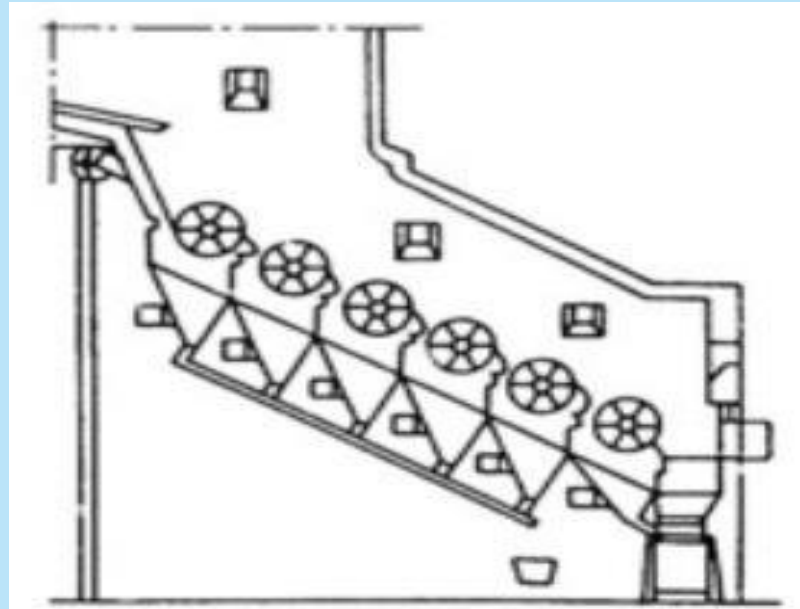


# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK



## ROSTÉLY TÍPUSOK

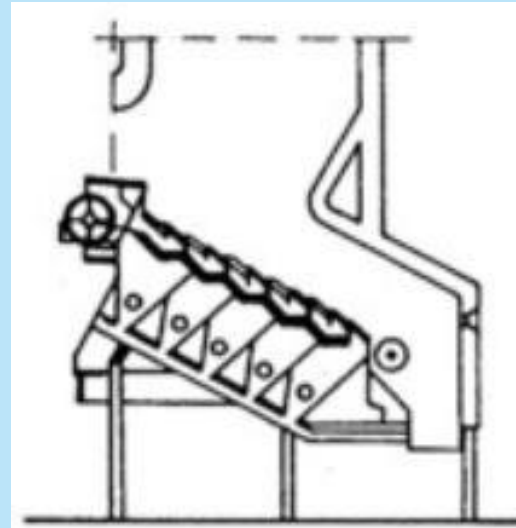
- henger-,
- lengő-,
- vándor-,
- visszatoló-,
- lépcsős-,
- billenő-,
- előtoló-,
- álló-,
- kosár-,
- forgó-,
- fölétolórostély



- A hulladék áthaladásának a sebességét a hengerrostélyok fordulatszámának változtatásával lehet elérni
- A hengerek szokásos átmérője kb. 1,5 m.
- A hengerek optimális száma 6-7 db.
- A hengerek közötti hulladék áthaladás úgy fellazítja a hulladékot, hogy már a második hengeren stabil alaptűz alakul ki
- A hengerek óránkénti fordulatszámuk 0,5 – 10 között változtatható

## ROSTÉLY TÍPUSOK

- henger-,
- lengő-,
- vándor-,
- visszatoló-,
- lépcsős-,
- billenő-,
- előtoló-,
- álló-,
- kosár-,
- forgó-,
- fölétolórostély

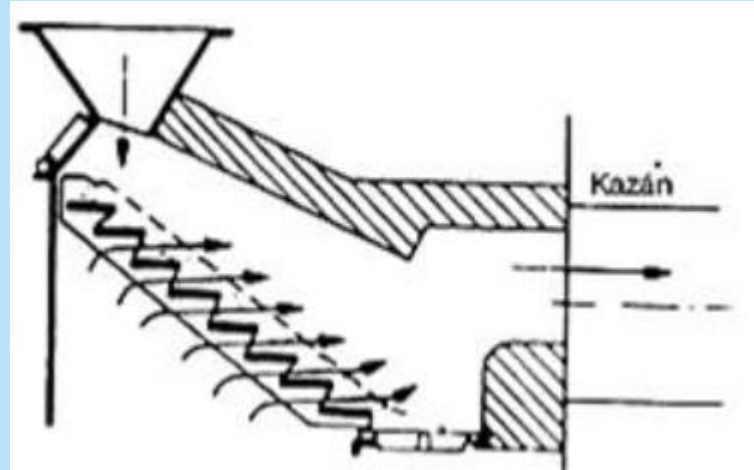


- Minden második pálcasor visszatoló mozgást végez, szemben a lejtőn lefelé haladó égésanyaggal
- Az ellenáramú égetés elvén működik, lényegében úgy, hogy a frissen érkező hulladék alá állandóan izzó részeket tol, megkönnyítve a gyulladást
- A visszatolás folyamatos bolygatást, átfogatást és egyenletes kiégést biztosít
- A rostélypálcák kopás- és hőálló, nagy krómtartalmú acél öntvények
- Óránként 7 – 80 visszatolással működnek
- Az égési levegő a rostélypálcák belsején átáramolva – hűtve azokat - a pálcafejek oldalrésein keresztül jut az égéságyba



## ROSTÉLY TÍPUSOK

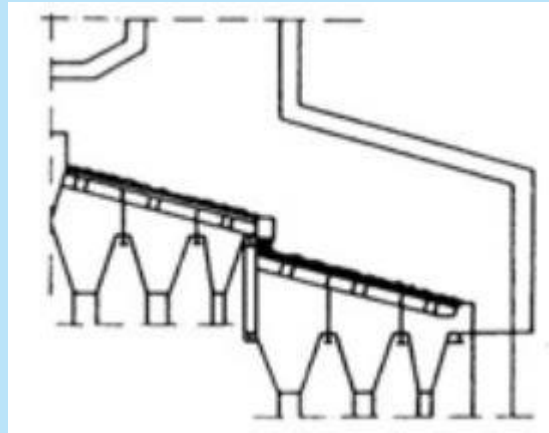
- henger-,
- lengő-,
- vándor-,
- visszatoló-,
- lépcsős-,
- billenő-,
- előtoló-,
- álló-,
- kosár-,
- forgó-,
- fölétolórostély



- A lépcsős rostélyokat általában fix, cserélhető rostélypálcák alkotják
- A rostély anyaga lehet kerámia, samott vagy öntöttvas
- A rostélyon lassan lefelé csúszó anyag részben az izzó ágy alaptüze, részben felső gyújtás révén (olajégő, falazat hőszugárzása) gyullad meg
- Szinte mindig a kiegészítő rostély szerepét betöltő síkrostélyal (esetleg forgó rostélyal) kapcsoltnak építik be.
- Sok hátránya van:
  - Az égetési folyamat nem szabályozható kellőképpen
  - A levegőellátás egyenlőtlen
  - A füstgázok tökéletes elégetése a tüztérben nem biztosítható, ezért utóégető kamrák hozzáépítése szükséges

## ROSTÉLY TÍPUSOK

- henger-,
- lengő-,
- vándor-,
- visszatoló-,
- lépcsős-,
- billenő-,
- előtoló-,
- álló-,
- kosár-,
- forgó-,
- fölétolórostély



- Ferdén kialakított rostély
- Vízszintes egymás fölött elhelyezkedő pálcasorokból áll
- A pálcasorok közül minden második sor periodikus előtoló mozgást végez, és továbbítja a hulladékot fokozatosan előre
- A rostélypálcák anyagai többnyire krómmal és nikkellel ötvözött ausztenites acélöntvény
- A levegő aláfúvás itt is zónásan történik
- Lépcsőzetesen alakítják ki, a lépcsők száma 2 – 3
- Ezek sorrendben a hulladék gyulladását, égetését, ill. kiégését biztosítják
- Az előtolás sebessége a lépcsőzetes kialakítás miatt szabályozható az égetési folyamat szakaszainak megfelelően
- A hulladék lépcsőről lépcsőre hullása fokozza az anyag keveredését

## ROSTÉLY TÍPUSOK

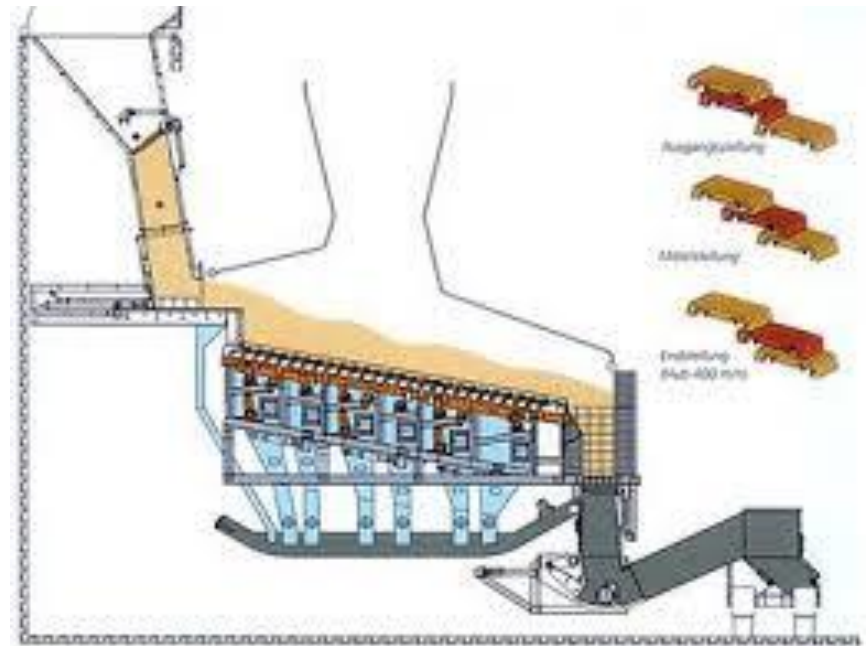
- henger-,
- lengő-,
- vándor-,
- visszatoló-,
- lépcsős-,
- billenő-,
- előtoló-,
- álló-,
- kosár-,
- forgó-,
- fölétolórostély



- A fölétoló rostély felülete külön álló rostélypálcákból áll, amelyek levegőbefúvó résekkel rendelkeznek
- A rostélypálcák a rostély hosszában képeznek egyenes vonalú pálcasorokat
- Ezen pálcasorok közül minden második rögzített, ill. mozgatott
- A mozgó pálcák sorok, az izzó réteg fölé mindig friss hulladékot tolnak
- A rostélypálcák keresztirányú, vízzel hűtött öntöttvas tartógerendákon helyezkednek el

## MOZGÓ ROSTÉLYOS TÜZELÉS

- Legáltalánosabb technológia,
- leginkább üzembiztosabb technológia,
- Japánban az égetők 84%-a,
- Európában 91%-a az égetőknek mozgórostélyos.

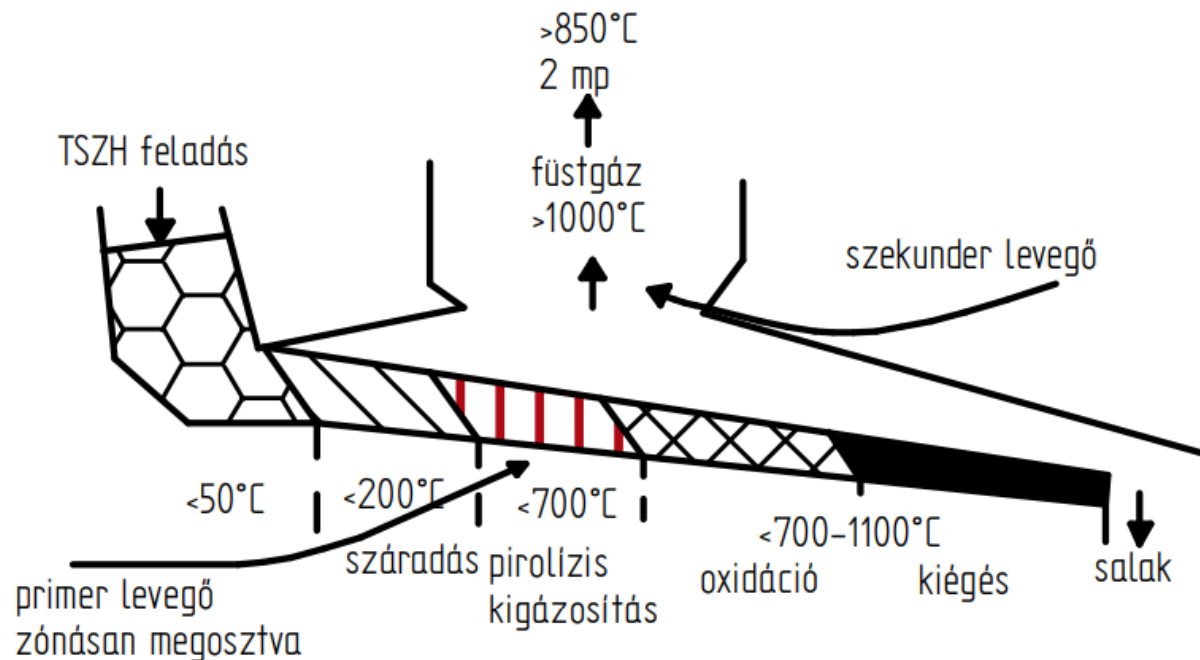


### A rostély feladata:

- Biztosítsa a hulladék állandó keveredését,
- elvégezze a hulladék szárítási, kigázosítási, égetési és kiégetési zónákon való egyenletes átszállítását,
- biztosítsa az égéságy megfelelő levegőztetését.

# MOZGÓ ROSTÉLYOS TÜZELÉS

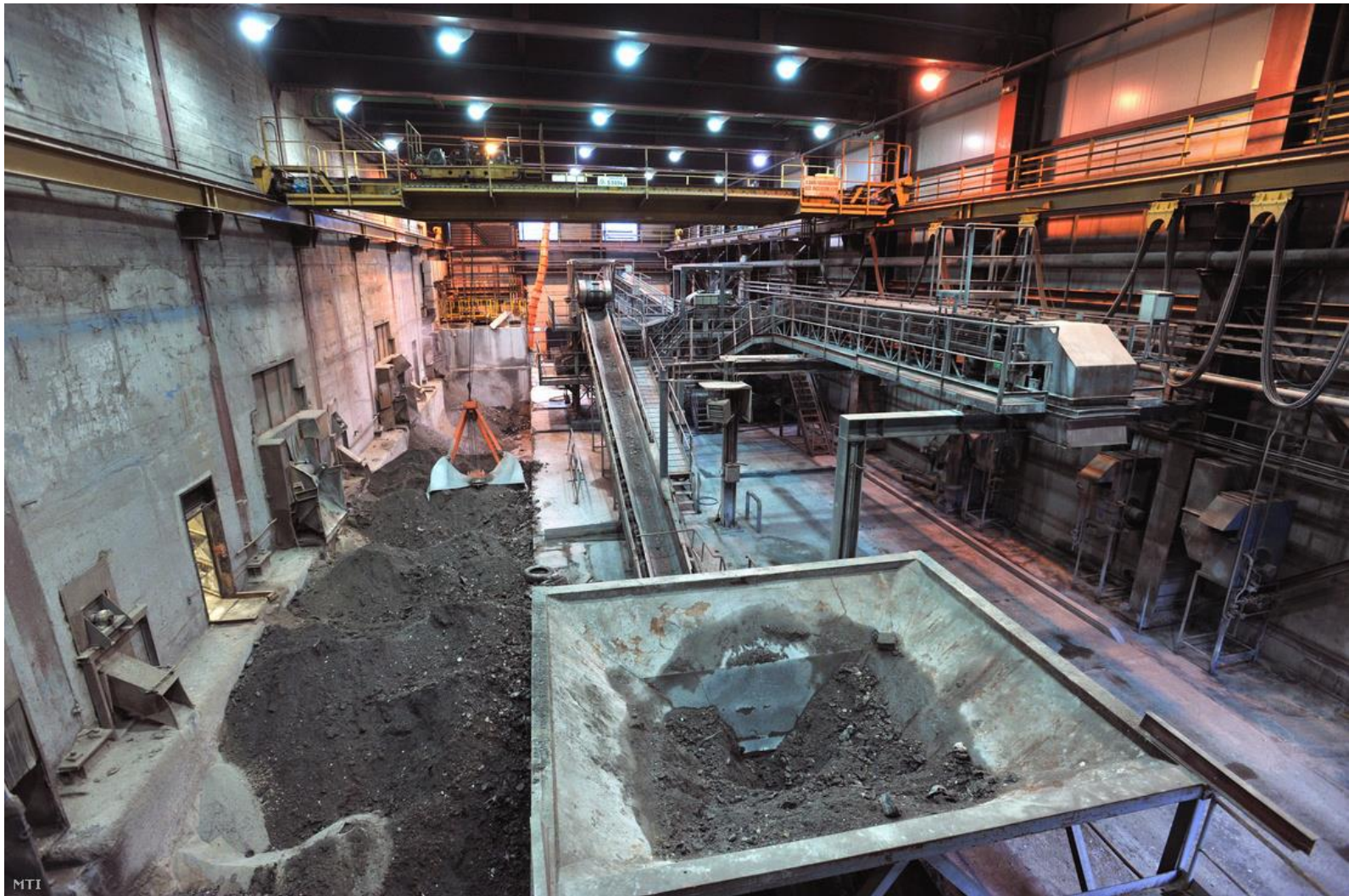
- Egyenletes – homogén -, stabil tüzelés alakítható ki,
- a primer égési levegő tüztér alján a mozgó rostélyok felől érkezik,
- a szekunder égési levegőt a tüztér felső részében (általában két oldalról) fújják be, mellyel biztosítható az éghető gázok – elsősorban a szén-monoxid – tökéletes elégetése.



# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK

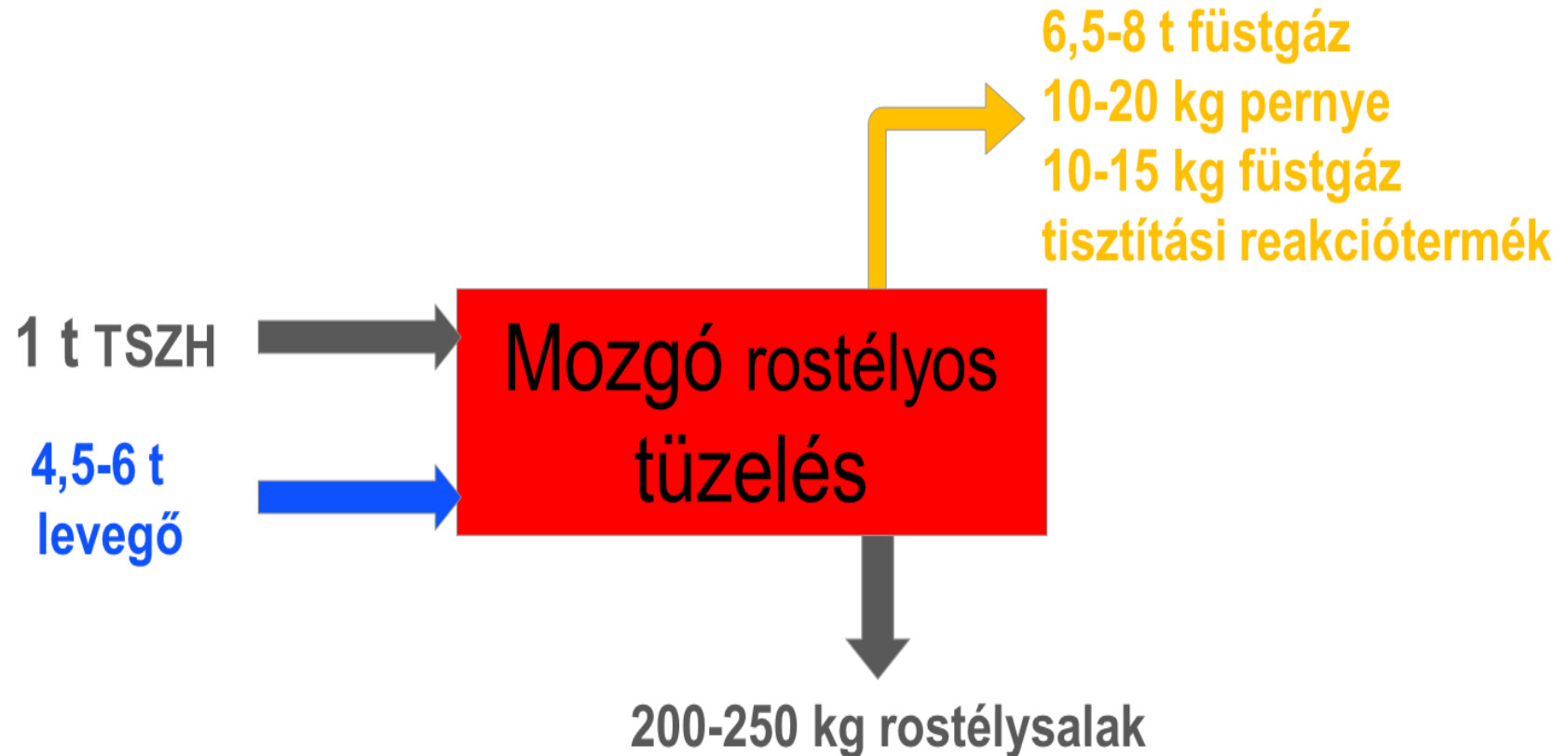


# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK



MTI

# A HULLADÉKÉGETÉS ANYAGMÉRLEGE SZÁRAZ ÉS FÉLSZÁRAZ FÜSTGÁZTISZTÍTÁS MELLETT

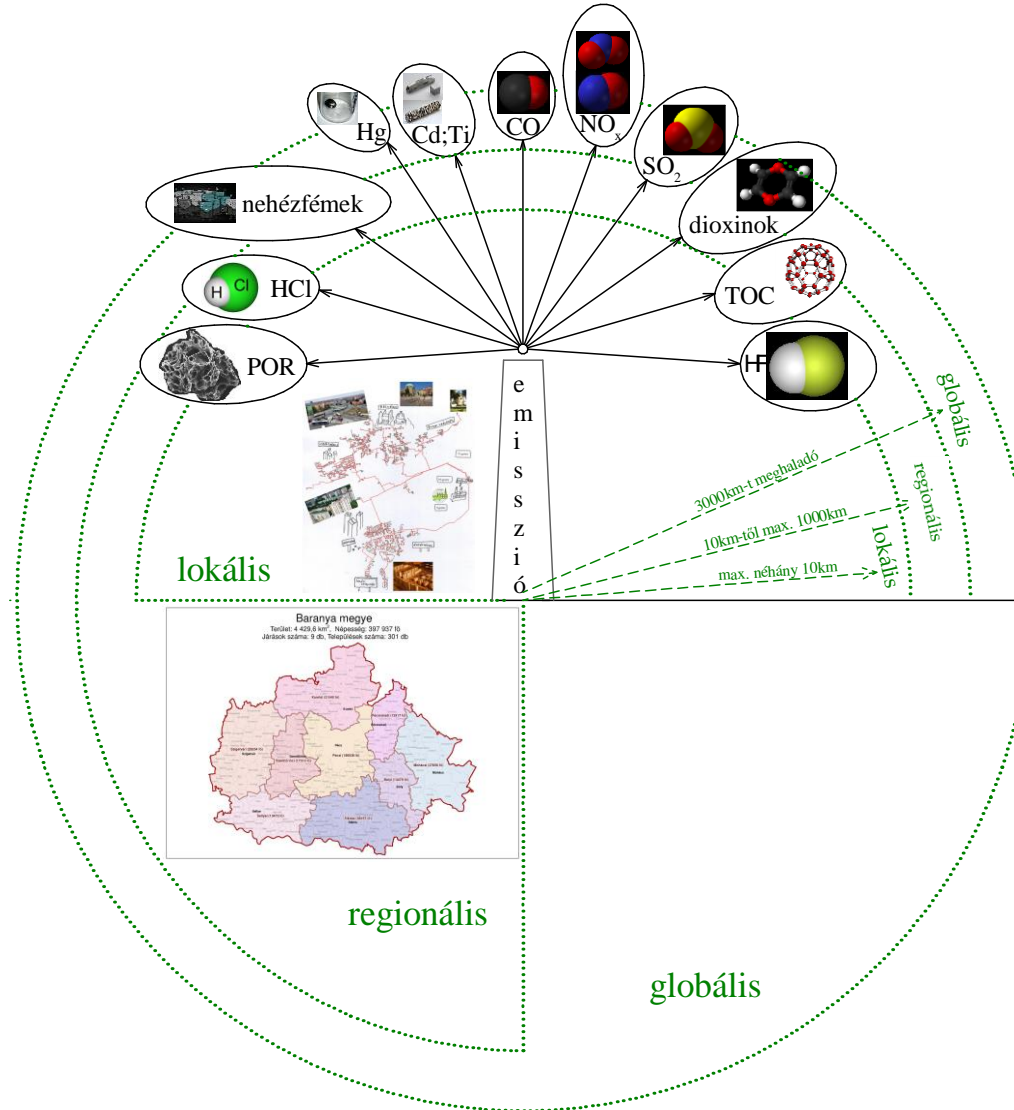




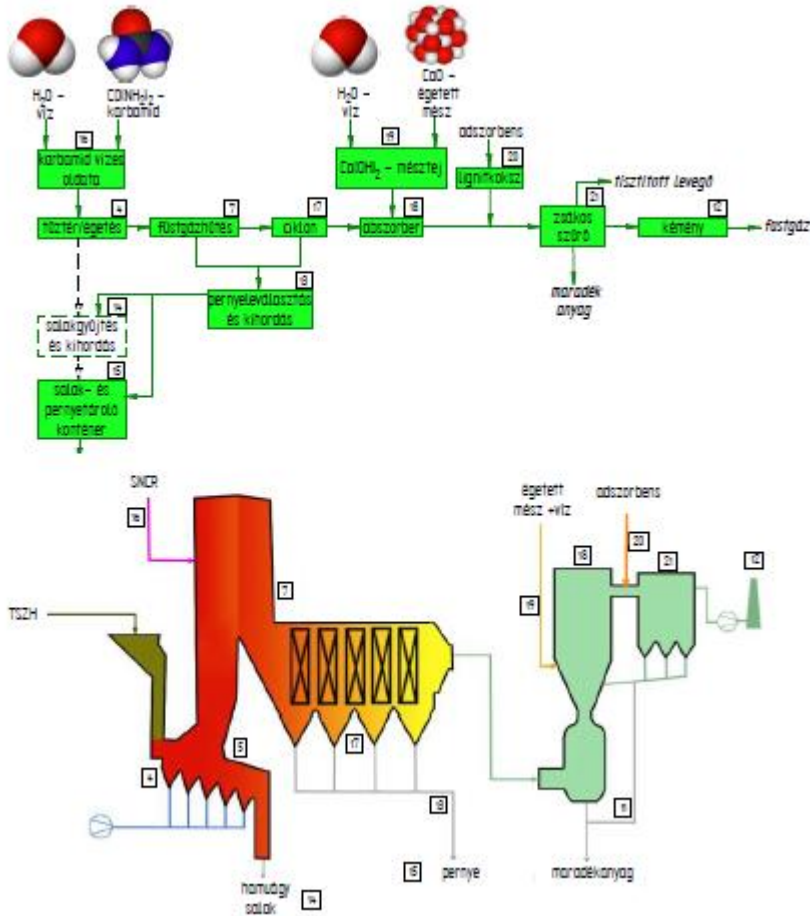
# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK



# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK – FÜSTGÁZ TISZTÍTÁS

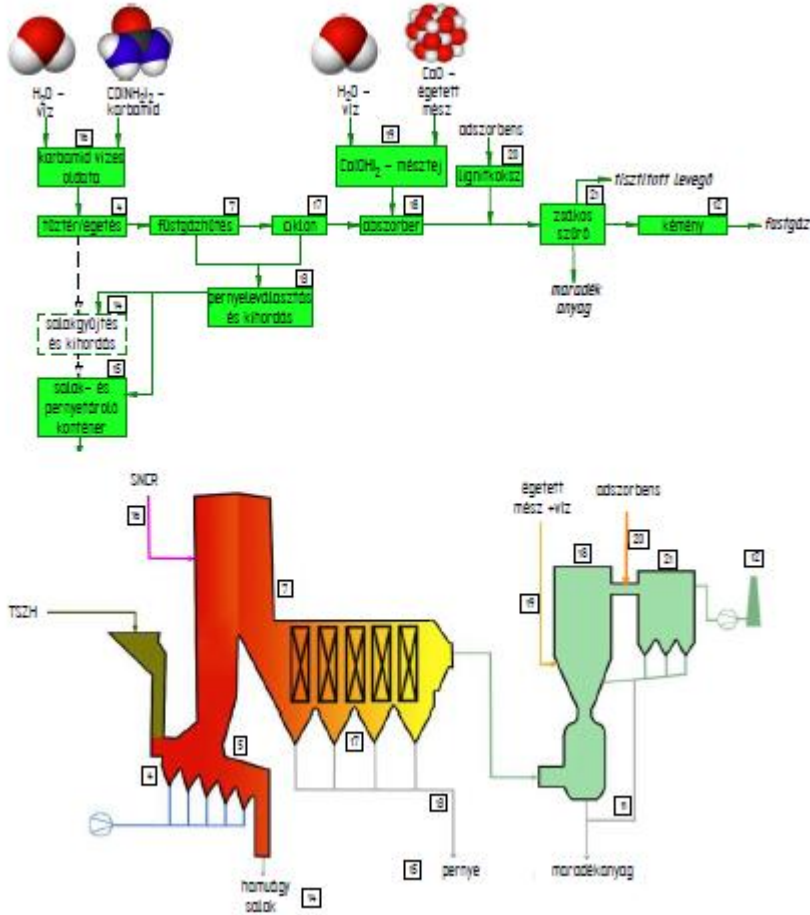


# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK – FÜSTGÁZ TISZTÍTÁS



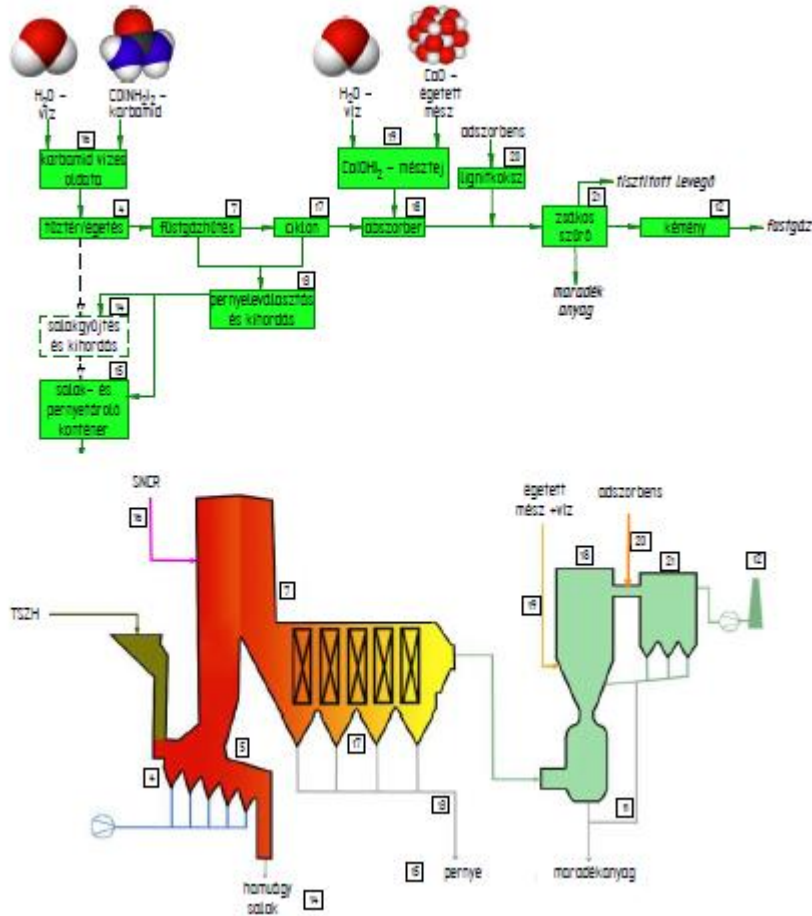
<i>légszennyező anyag</i>	<i>tervezési kibocsátás</i> [ $\frac{mg}{Nm^3}$ ]	<i>kibocsátási határérték</i> [ $\frac{mg}{Nm^3}$ ]	<i>a határértékhez viszonyított tervezési kibocsátás [%]</i>
<i>por</i>	0,6	10	6
<i>HCl</i>	0,4	10	40
<i>SO<sub>2</sub></i>	33	50	66
<i>NO<sub>x</sub></i>	140	200	70
<i>CO</i>	15	50	30
<i>Hg</i>	0,045	0,05	9
<i>Cd; Ti</i>	0,025	0,05	5
<i>nehézfémek</i>	0,015	0,5	3
<i>dioxinok</i>	0,003 [ $\frac{ng}{Nm^3}$ ]	0,1 [ $\frac{ng}{Nm^3}$ ]	3
<i>HF</i>	0,29	1	29
<i>TOC</i>	0,79	10	8

# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK – FÜSTGÁZ TISZTÍTÁS



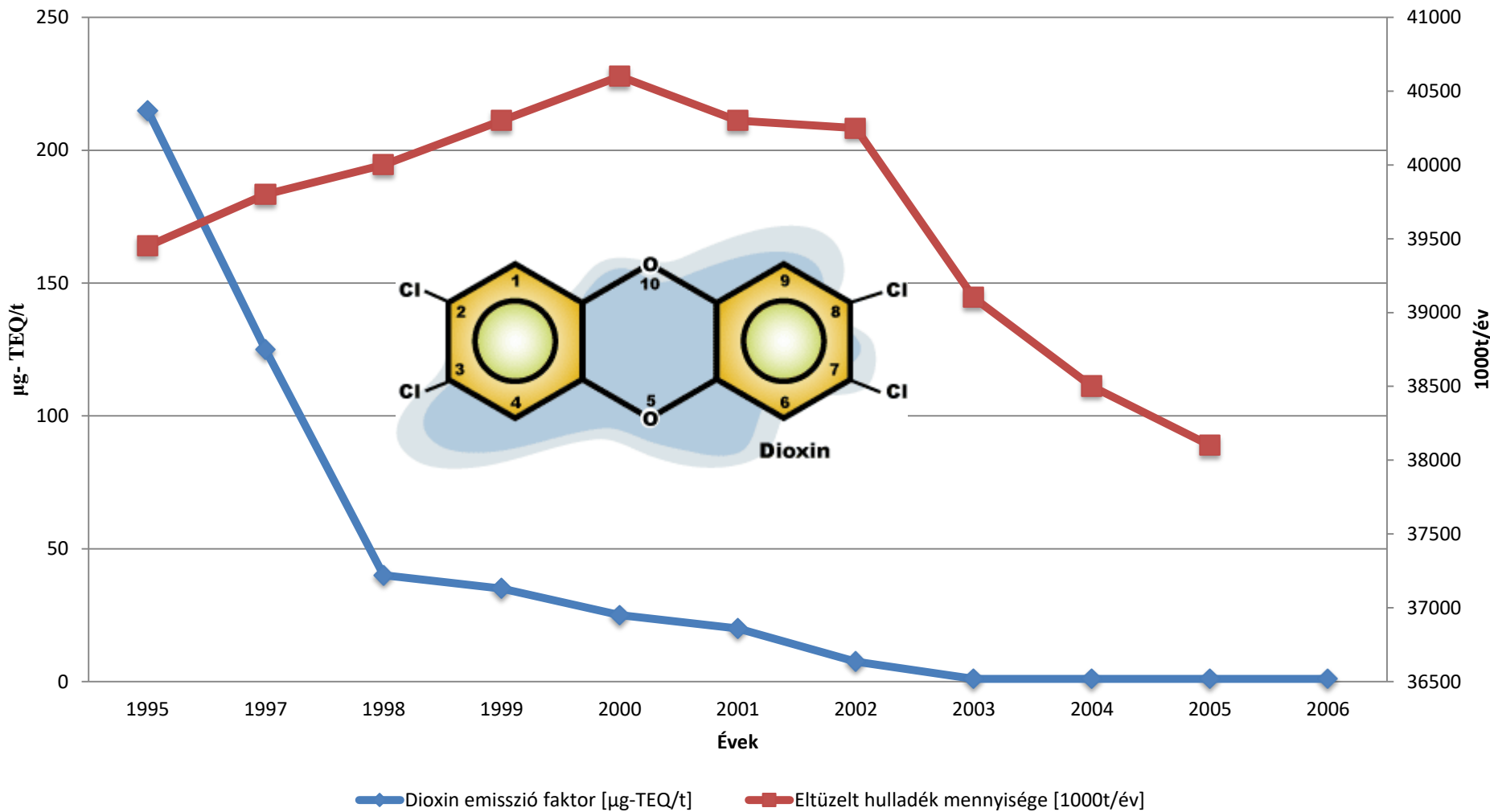
- A kazántérben az első huzam felső részén karbamid vizes oldatát fecskendezik be az  $\text{NO}_x$  csökkentésére.
- A kazánban  $220^\circ\text{C}$ -on távozó fg. egy kettős ciklonon áramlik keresztül, melyek feladata a fg-ban található szilárd anyagok, az un. szállópernye leválasztása, melyek hatásfoka kb. 90%.
- A savas gázokat egy másik berendezésben az abszorberben mésztej befecskendezésével közömbösítik.
- A hőmérséklet szabályozására, még vizet fecskendeznek be.

# A HULLADÉKÉGETŐ ERŐMŰVEK – FÜSTGÁZ TISZTÍTÁS

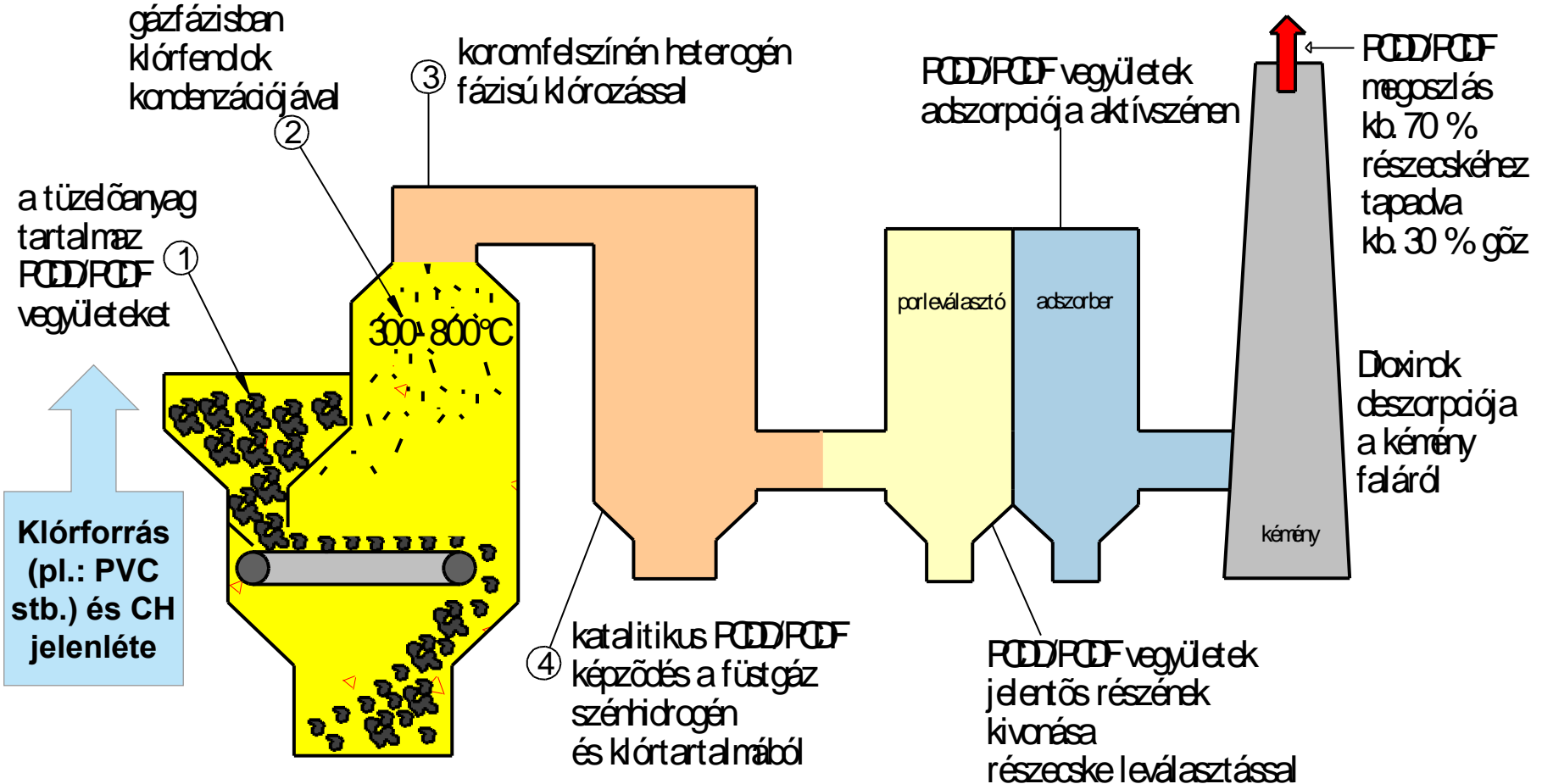


- Ezt követően az abszorberből távozó fg-ban aktív lignitkoksokat adagolnak az egyéb vegyületek és gázok, mint pl. a dioxinok, furánok és a gőzfázisú Hg megkötésére.
- A maradék pernyét és a közömbösítéskor keletkező sókat a zsákos szűrőkben választják le, melynek külső felületéről a kialakuló porréteget rövid idejű sűrített levegő befúvásával távolítják el.
- A tisztított fg-t állítható fordulatszámú fg-ventilátor juttatja a kéménybe.

# A KÁROS ANYAGOK KIBOCSÁTÁSÁNAK CSÖKKENTÉSE PCDD/PCDF KÉPZŐDÉSE ÉGETÉSKOR



# A KÁROS ANYAGOK KIBOCSÁTÁSÁNAK CSÖKKENTÉSE PCDD/PCDF KÉPZŐDÉSE ÉGETÉSKOR

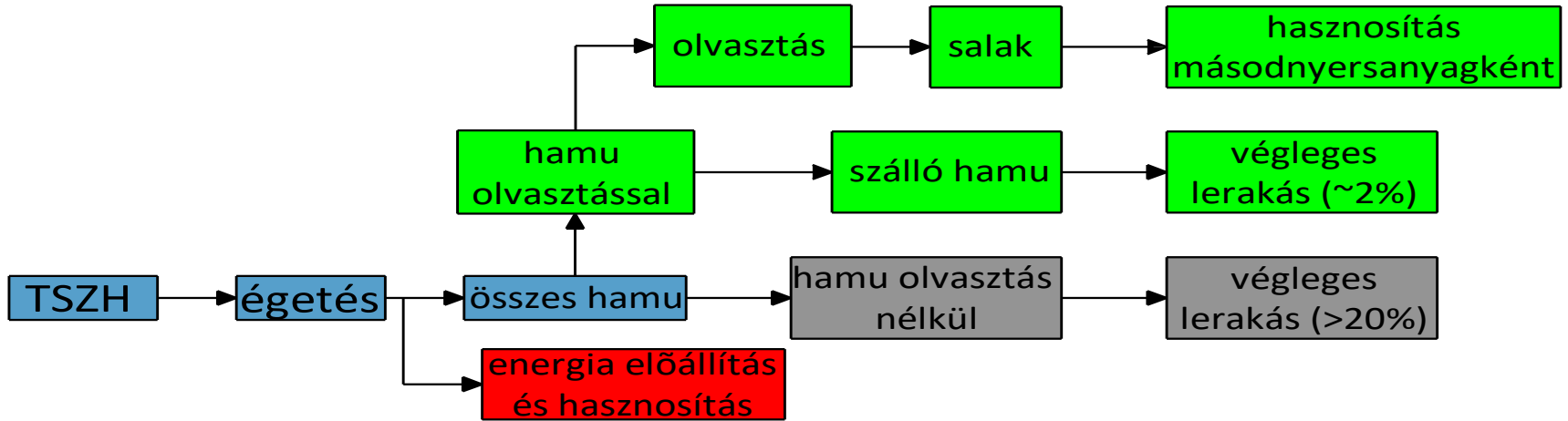


1-3: A dioxin termikus bomlása: 850 °C felett bomlik, 1200 °C felett nem képződik

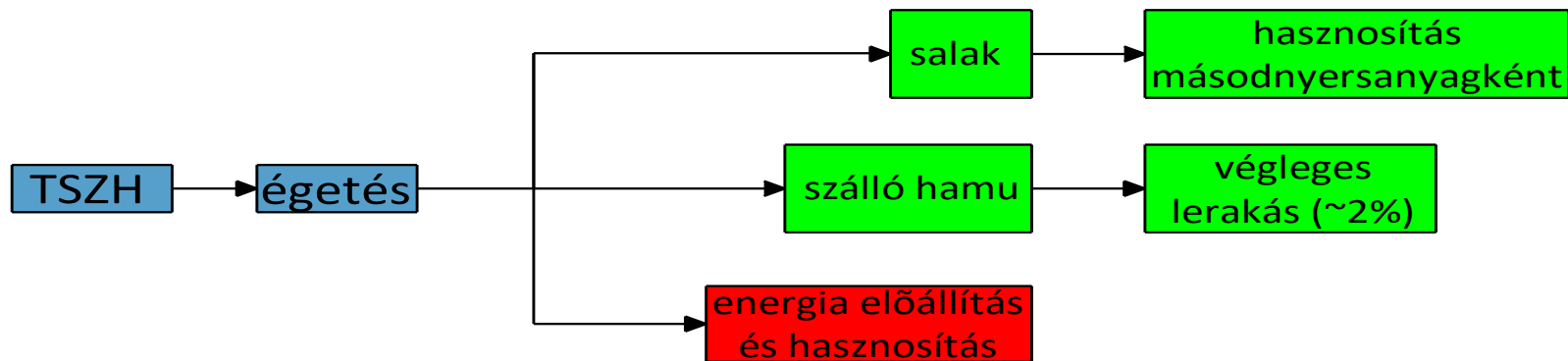
4: de Novo szintézis: a füstgáz lassú lehűtésekor a már elbomlott PCDD/PCDF vegyületek újra képződnek

# HAMU KEZELÉS FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGE

## ÉGETÉS + HAMU OLVASZTÁS



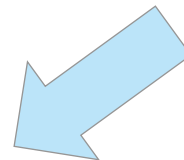
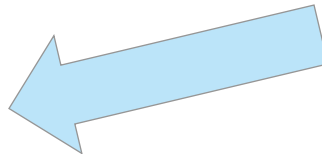
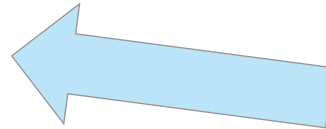
## ELGÁZOSÍTÁS + OLVASZTÁS





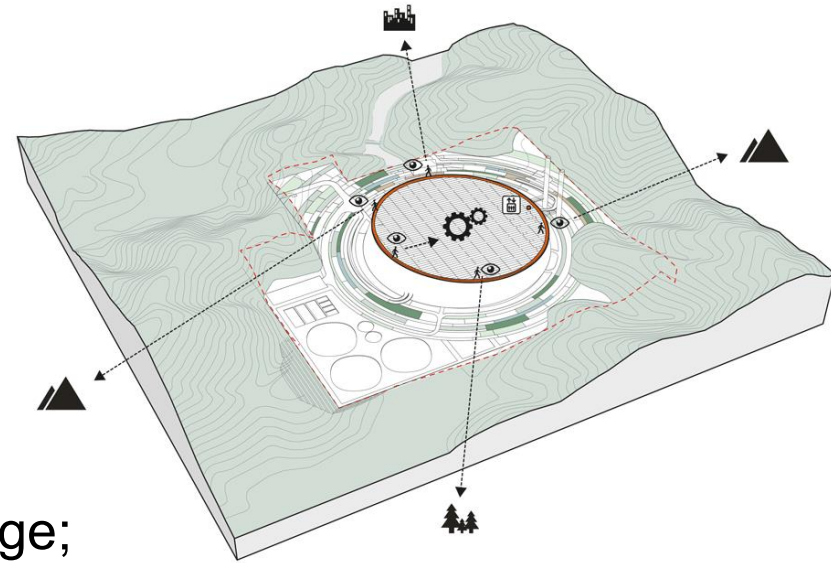
# HAMU KEZELÉS FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGE

hasznosítás  
másodnyersanyagként



## A LEHETSÉGES TELEPHELYRŐL


- Közművesítés helyzete;
- természeti adottságok;
- építési hatósági előírások;
- a területre vonatkozó környezetvédelmi előírások;
- a maradékanyagot befogadó rendezett lerakóhely távolsága, befogadóképessége;
- a terület nagysága, bővítési lehetőségek;
- meteorológiai viszonyok.



# ÉRTÉKELÉSI SZEMPONTOK A TERÜLET KIVÁLASZTÁSNÁL

Kritériumok	Magyarázat
Jogsabályi rendelkezések	Természetvédelmi terület, Natura2000 stb.
Önkormányzati jóváhagyás	Az illetékes hatóságok, önkormányzatok előírásainak betartása.
Nyilvános elfogadás	Az égetőművet előnyös kereskedelmi vagy ipari területen vagy más szilárd hulladékkezelő létesítmények szomszédságában elhelyezni. A közvetlen környezetében ne legyen lakóterület.
Földtulajdon	Az önkormányzati földtulajdont előnybe kell részesíteni, ha ilyen földterület nem áll rendelkezésre, akkor a földterületeket ki kell sajátítani.
A szállítás távolsága a forrástól a gyárig	Az égetőművet célszerű a begyűjtési terület geometria közepén elhelyezni, ill. a tüzelőanyag beszállításának a lehető legrövidebb útvonalat biztosítani.

# ÉRTÉKELÉSI SZEMPONTOK A TERÜLET KIVÁLASZTÁSÁNÁL

Kritériumok	Magyarázat
<b>Távolság a hulladék lerakóig</b>	A keletkező salak elhelyezésének lehetőségei.
 <b>Szállítás az üzembe</b>	Esetleges autópályán történő beszállítás lehetősége.
<b>Hűtés rendelkezésre állása</b>	Ipari hűtővíz rendelkezésre állása.
<b>Kapcsolat a villamos energia rendszerhez</b>	A villamos távvezeték kiépítésének lehetősége, a kiépítés költségének minimalizálása, szállítási veszteségek figyelembe vétele stb.
 <b>A távhőrendszerhez való csatlakozás</b>	A megtermelt energia értékesítésének lehetősége, esetleges ipari fogyasztóhoz való csatlakozás (pl. patyolat/mosoda).
<b>Elérhető infrastruktúra</b>	Szennyvíz csatorna, kommunális ivóvíz (mert irodák is lesznek az égetőműben) stb.

# AZ ELŐZETESEN KIVÁLASZTOTT TERÜLETEK ÉRTÉKELÉSE

<b>Értékelési szempontok</b>	<b>1. helyszín</b>	<b>2. helyszín</b>	<b>3. helyszín</b>
<b>Környezetvédelmi kérdések</b>			
<b>Tervezés</b>			
<b>Politikai és jogi kérdések</b>			
<b>Pénzügyi és gazdasági kérdések</b>			

# A KIVÁLASZTOTT TERÜLETEK ÉRTÉKELÉSE – ELŐNYÖK/HÁTRÁNYOK

## 2. helyszín

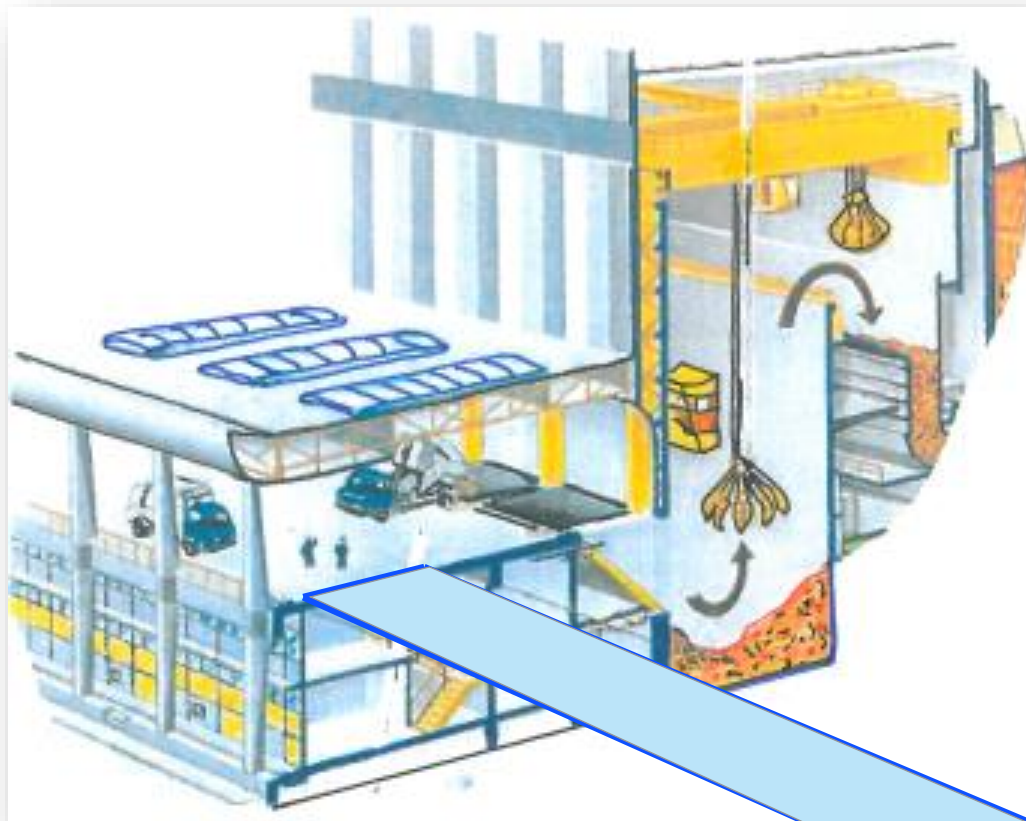
### előnyök

- + A kiválasztott terület már a beruházó tulajdonában van, így az engedélyezési eljárást jelentősen lerövidíti.
- + Ez a terület a legnagyobb terület az összes közül.
- + Alacsonyabb projekt kts. nem kell fákat kivágni, közműveket áthelyezni.
- + Már van út a meglévő feldolgozó létesítményekhez.
- + Megfelelő földrajzi magasságok (nincs domborzat, kevés földmunka igény).
- + Elegendő terület a kiszolgáló létesítményeknek.

### hátrányok

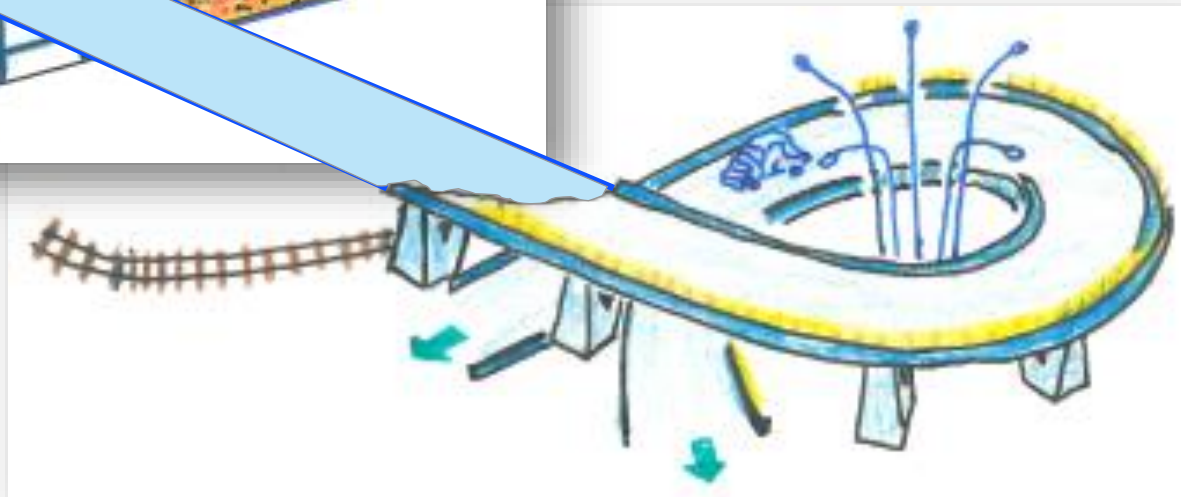
- A helyszín és a meglévő lerakó (salak), kb. 5 km-es távolságra helyezkedik el.
- Cölöp-alapozásra van szükség, ami drágítja a beruházást.
- Valamelyest lejt a helyszín, de a többi helyszín közül ez lejt a legkevesebbet.

# A TERÜLET NAGYSÁGA, BŐVÍTÉSI LEHETŐSÉGEK



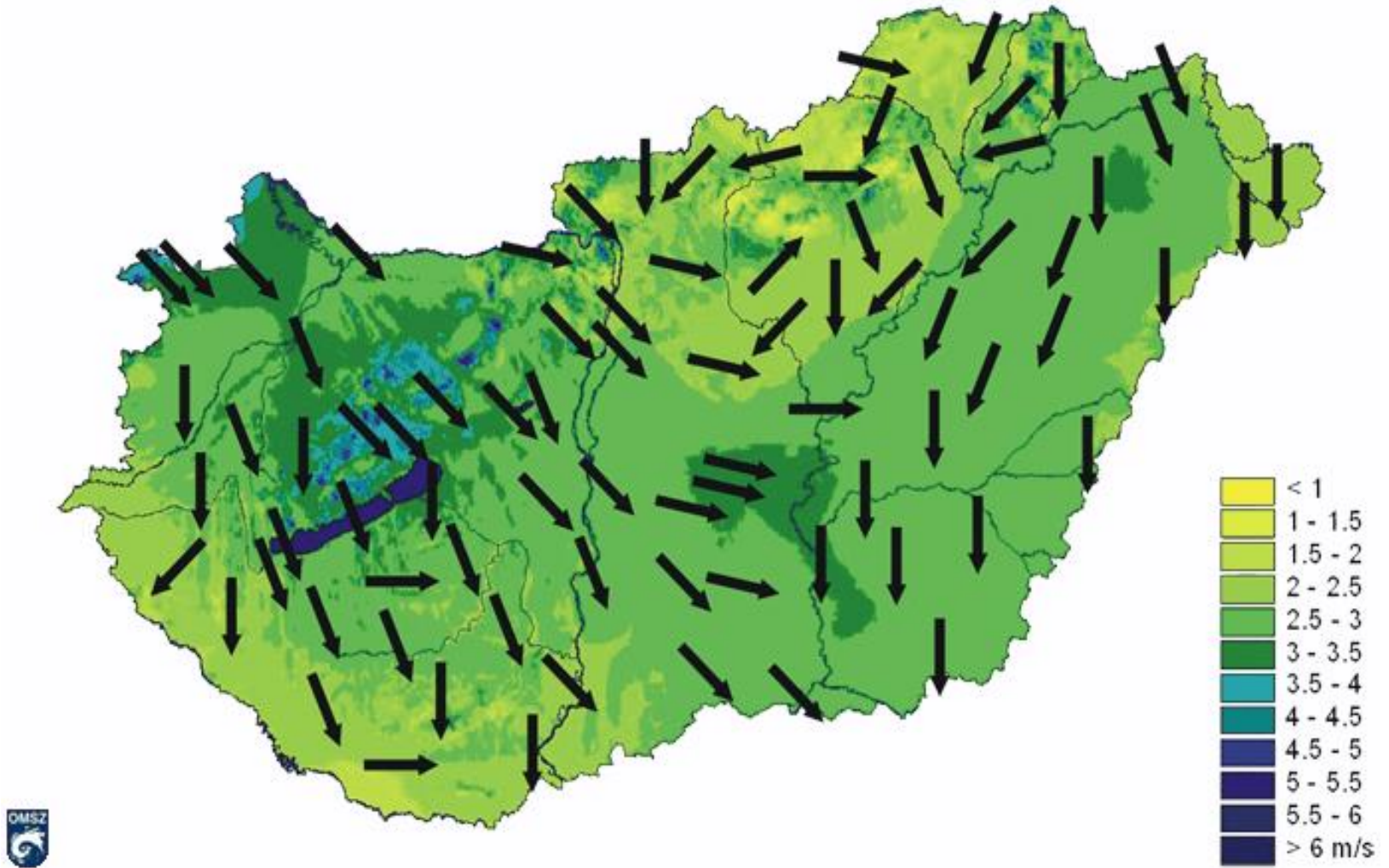
## Szállítás

- vonaton 1 egység (0,02 toe)
- gépkocsi 2,25 egység (0,045 toe)
- repülő 4,5 egység (0,09 toe)



# METEOROLÓGIAI VISZONYOK.

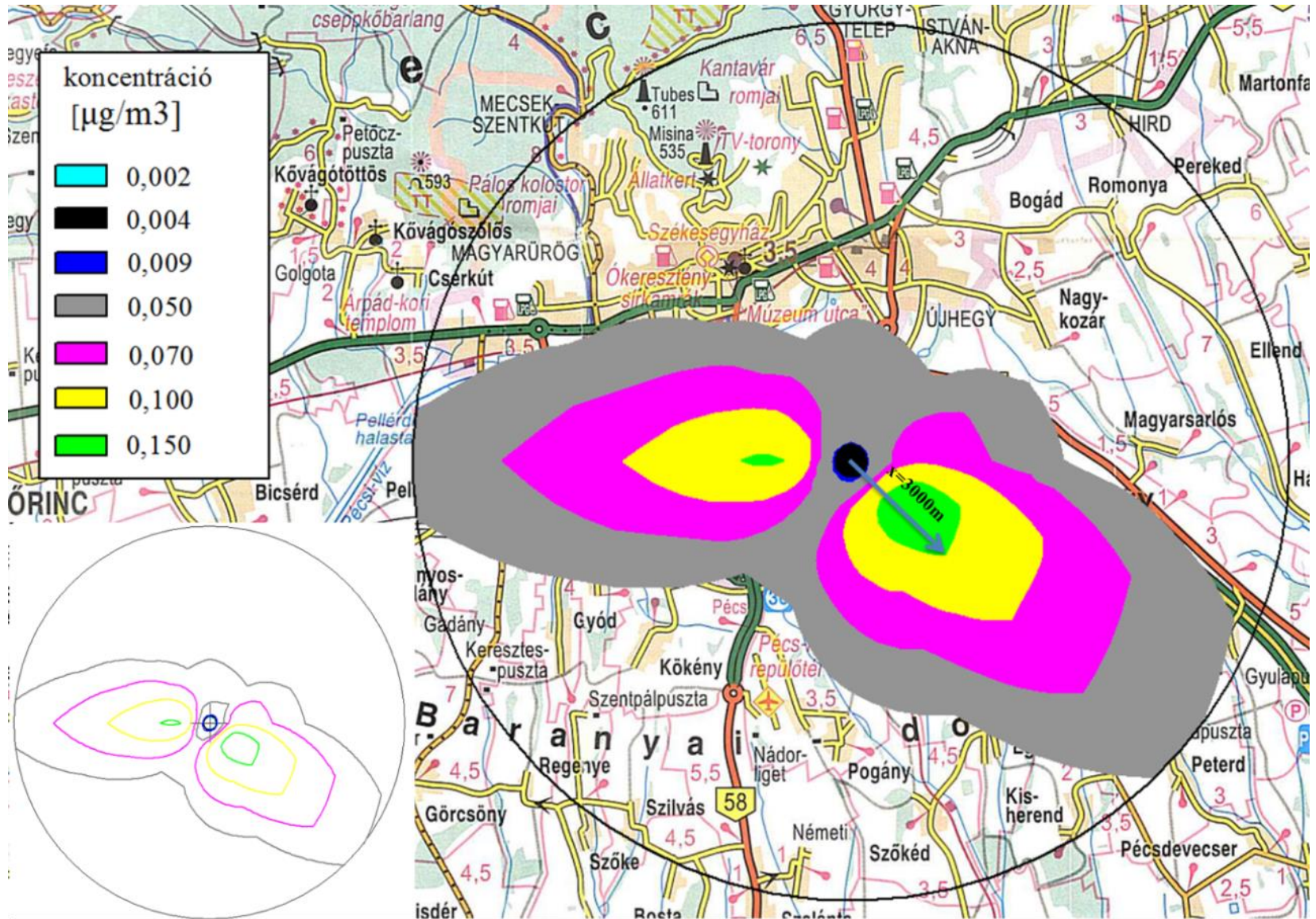
1





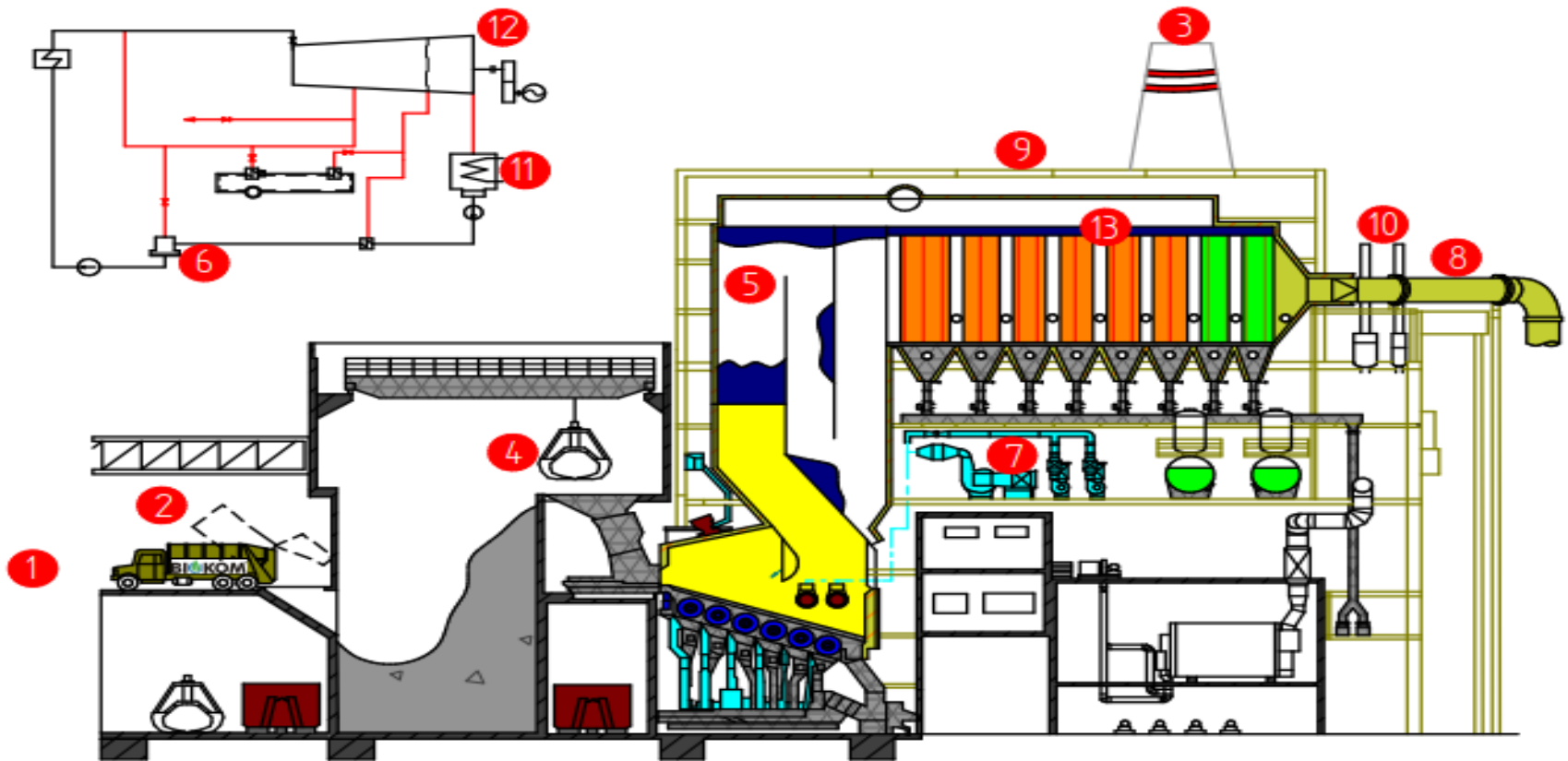
# METEOROLÓGIAI VISZONYOK

2



# METEOROLÓGIAI VISZONYYOK

## 3

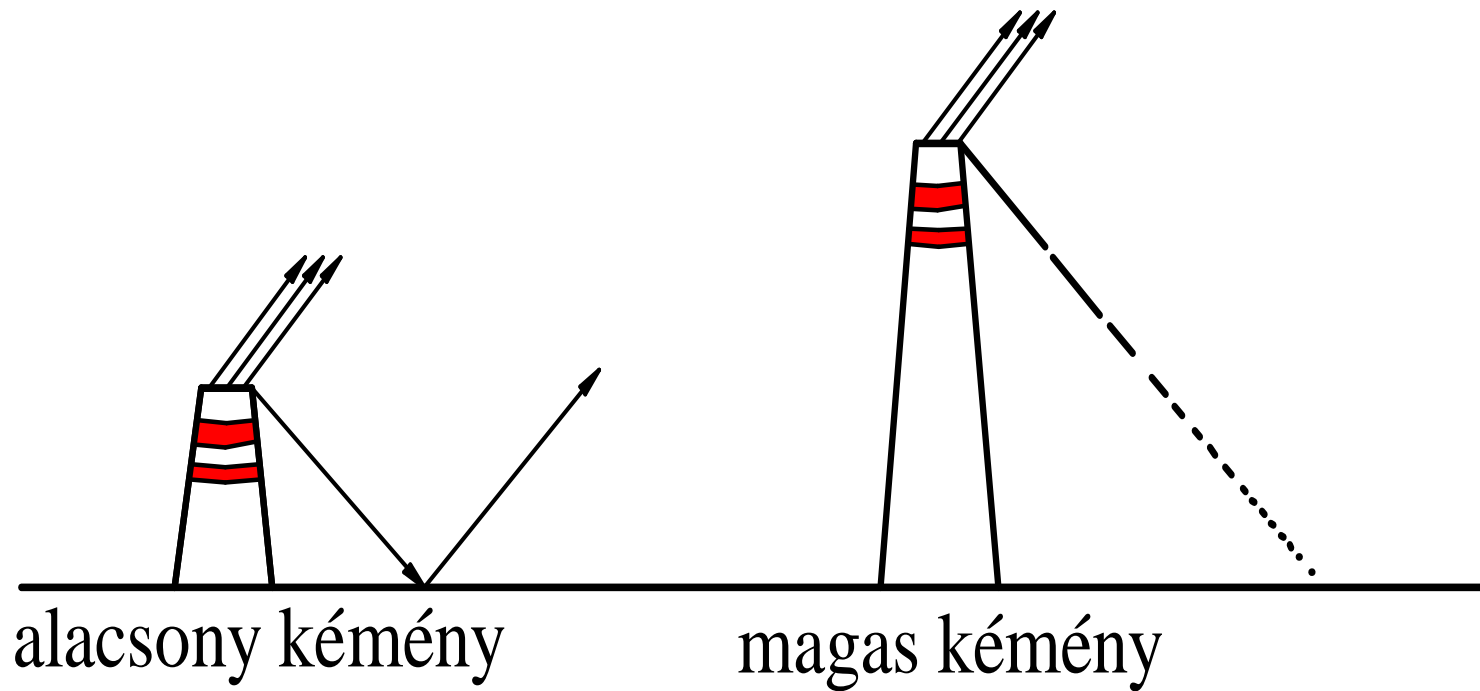


# METEOROLÓGIAI VISZONYOK

# 3

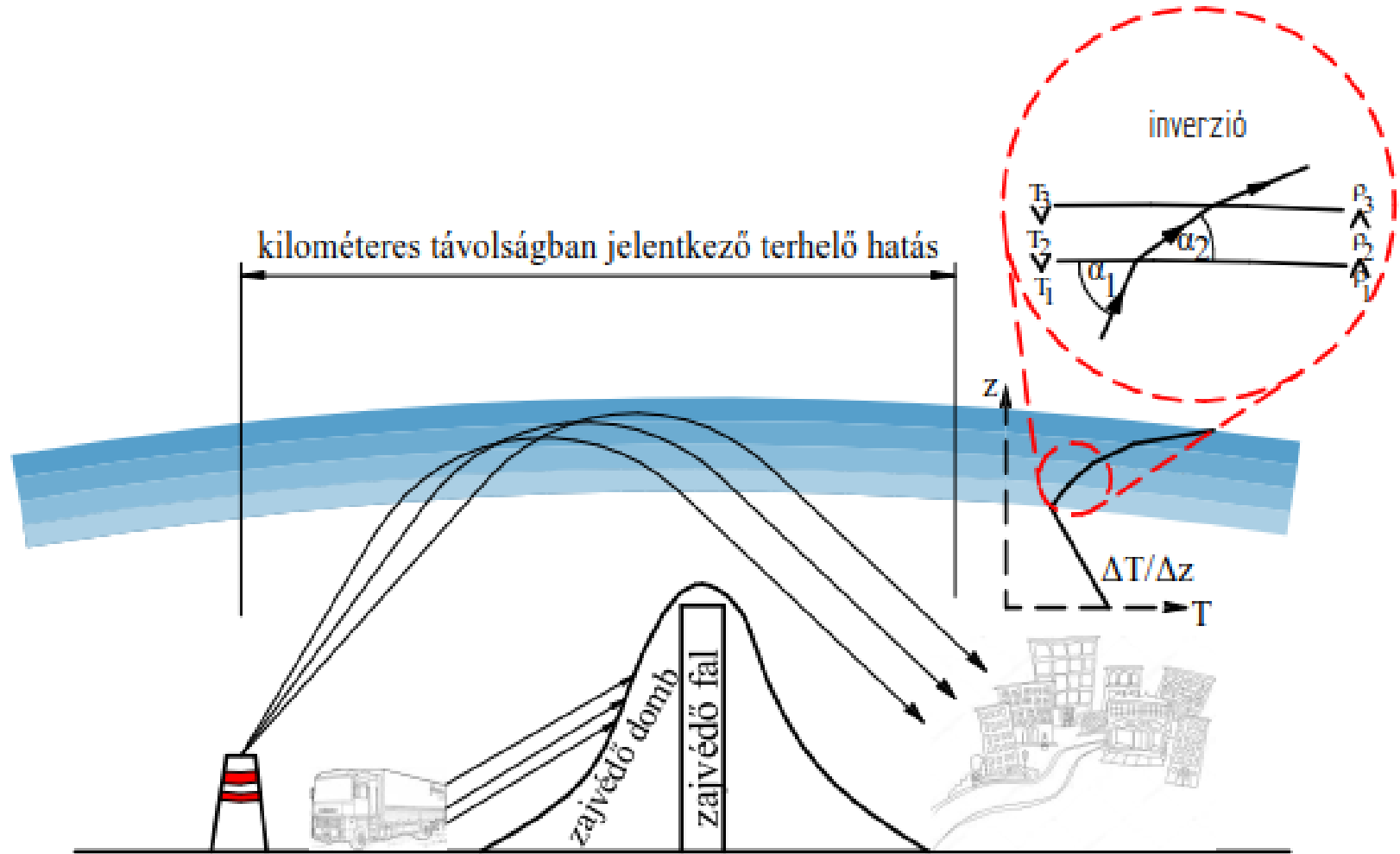
z.f. jele	zajforrás megnevezése	működési idő (óra/nap)	működés helye	$L_p$ [dB(A)] – hangnyomásszint, közvetlen a forrásnál	$L_w$ [dB(A)] - hangteljesítményszint
1	hulladék beszállítás, közlekedés, teherautók	16	szabadban	n.r.v. (n.r.v. nem releváns)	n.r.v.
2	hulladékgyűjtő autó ürítése	16	szabadban	n.r.v.	n.r.v.
3	<b>kémény huzat, füstgáz kilépése</b>	<b>24</b>	<b>szabadban</b>	<b>130</b>	<b>140,7 – hangtompító nélkül 70 – hangtompítóval szerelve</b>
4	polip markoló	24	épületben	n.r.v.	n.r.v.
5	füstgáz huzatok	24	épületben	n.r.v.	n.r.v.
6	előmelegítők	24	épületben	n.r.v.	n.r.v.
7	levegő befúvás	24	épületben	n.r.v. (60)	n.r.v. (110)
8	füstgáz áramlása, csővezetéki zajok	24	épületben	n.r.v.	n.r.v.
9	<b>épületburkolaton átjutó technológiai zajok</b>	<b>24</b>	<b>szabadban</b>	<b>110</b>	<b>74</b>
10	<b>gőz lefúvatás</b>	<b>0</b>	<b>szabadban</b>	<b>100</b>	<b>115</b>
11	kondenzátor zaja	24	épületben	n.r.v. (80)	n.r.v. (107)
12	turbó gépcsoport	24	épületben	n.r.v. (85)	n.r.v.(117)
13	füstgáz tisztítás, ciklonok	24	épületben	n.r.v.	n.r.v.

## 3



# METEOROLÓGIAI VISZONYOK

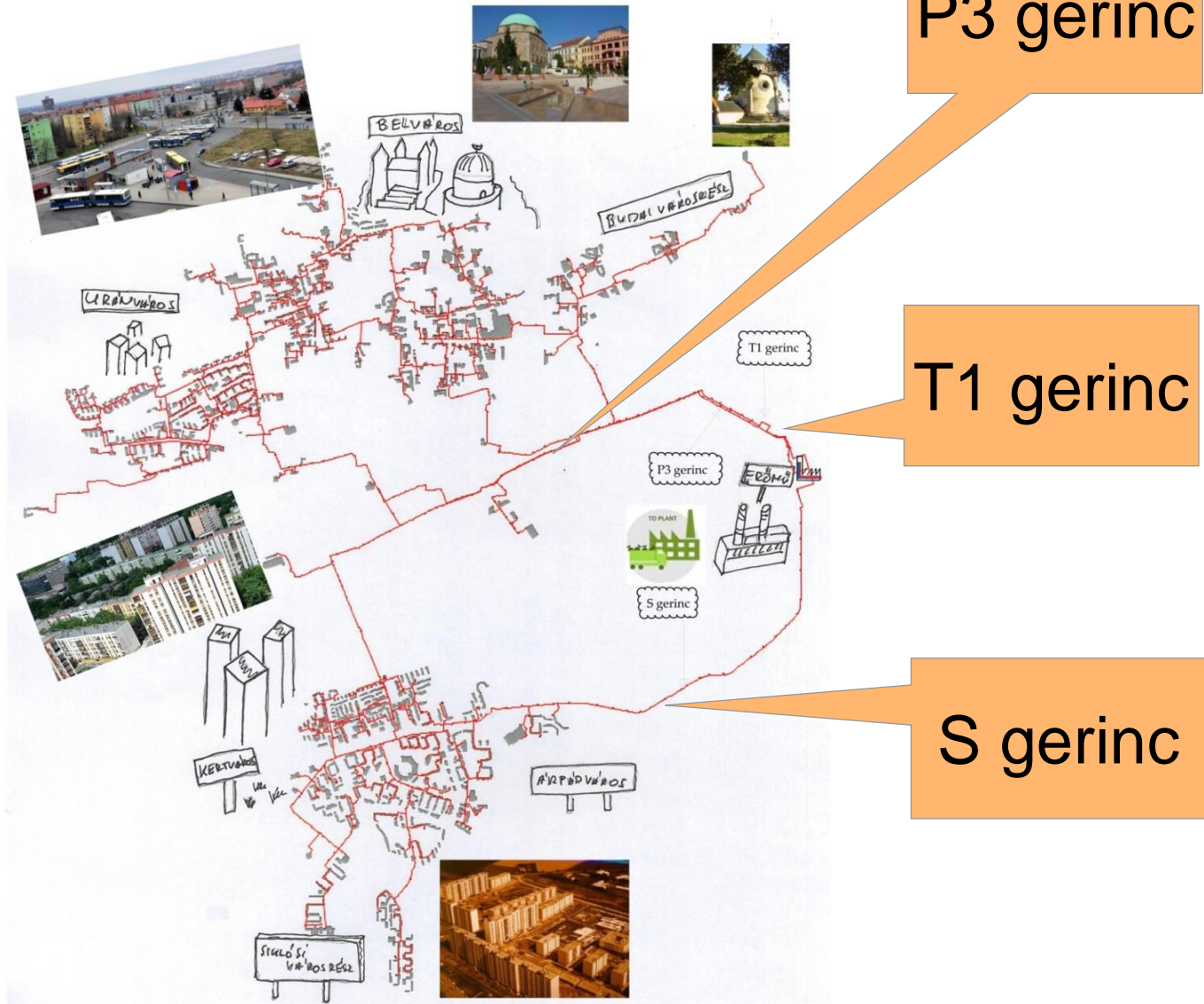
## 3



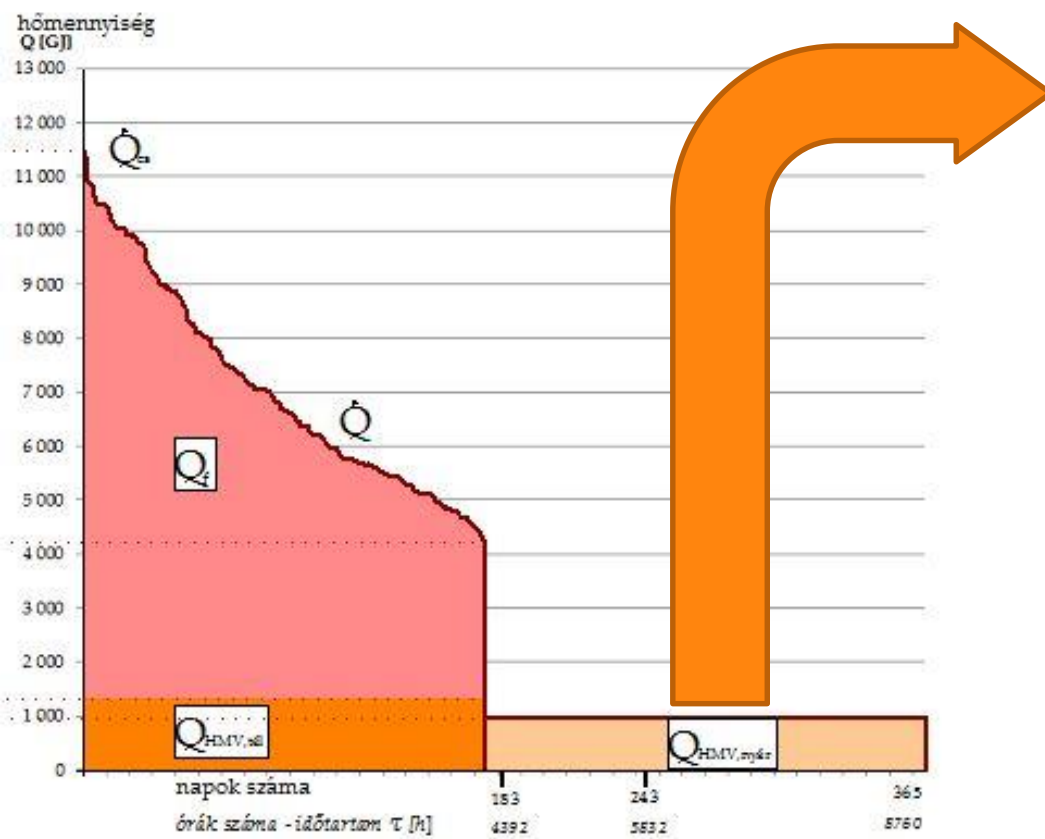
# A HŐHASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEKRŐL

- A hőhasznosítás módja;
- a hőhordozó közeg jellemzői;
- az értékesíthető hőhordozó közeg mennyisége, az átvétel időbeni ütemezése;
- az átvevők távolsága, speciális kikötéseik árban vagy szállítási feltételekben.

# A HŐHASZNOSÍTÁSI LEHETŐSÉGEKRŐL

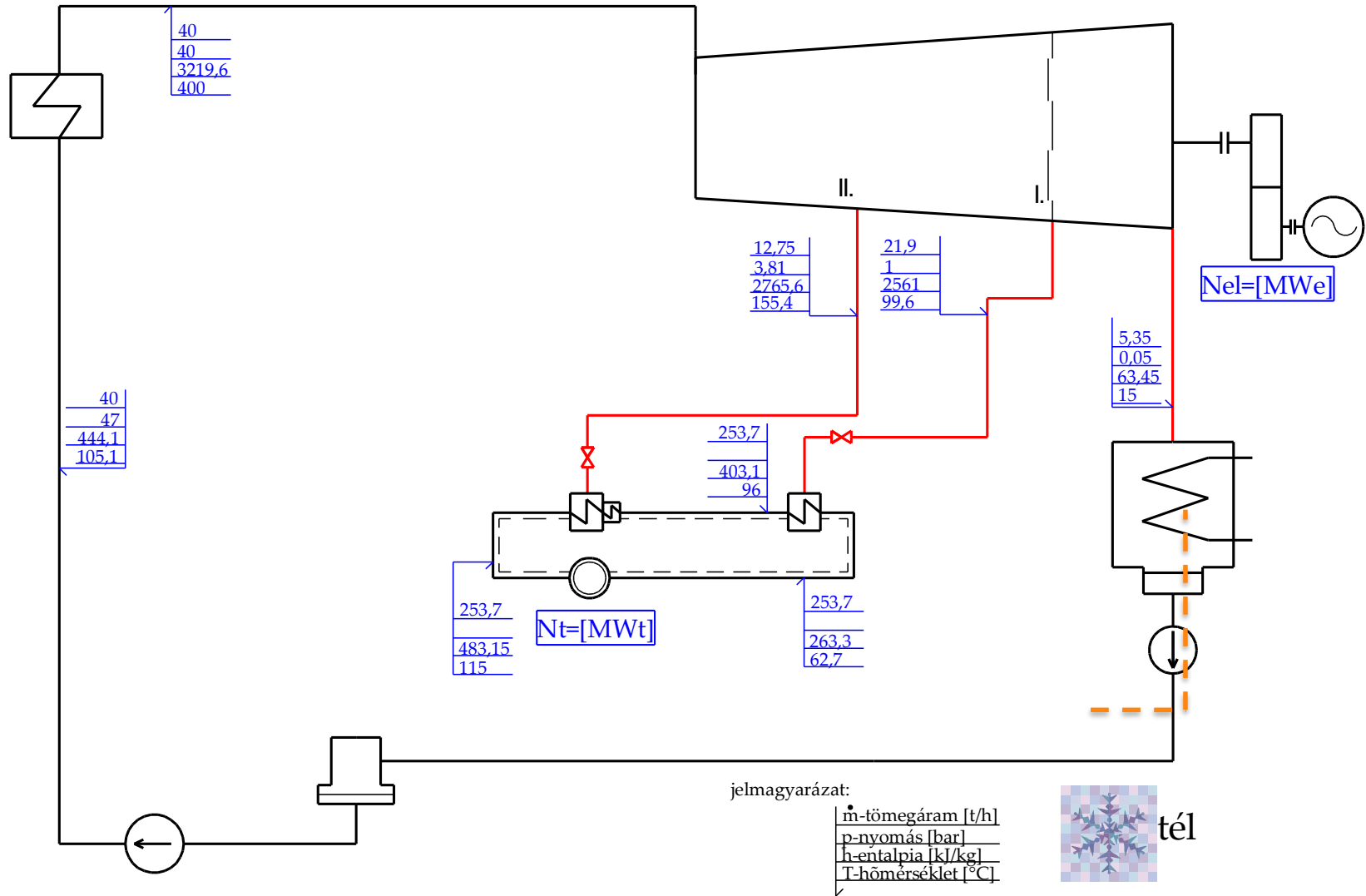


# EGYSZERŰ KAPCSOLÁSI VÁZLAT





# EGYSZERŰ KAPCSOLÁSI VÁZLAT



# A HŐHASZNOSÍTÁS „SZÜKSÉGESSÉGE”

R1 hatékonysági képlet

$$\text{Energiahatékonyság} = (E_p - (E_f + E_i)) / (0.97 \times (E_w + E_f))$$

$$R1 \geq 0,65 \quad (0,6)$$

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

# A VÉGEREDMÉNY



Ahogy a megrendelő  
elmagyarázta



Ahogy a projektvezető  
megértette



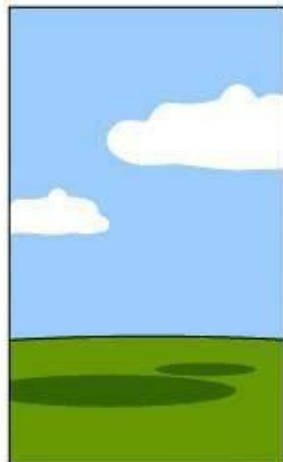
Ahogy az elemző  
megtervezte



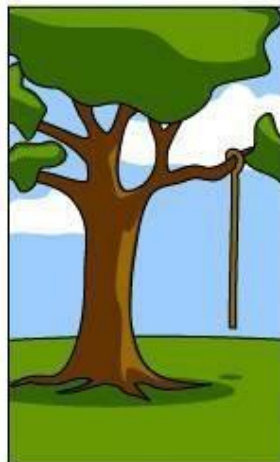
Ahogy a programozó  
megírta



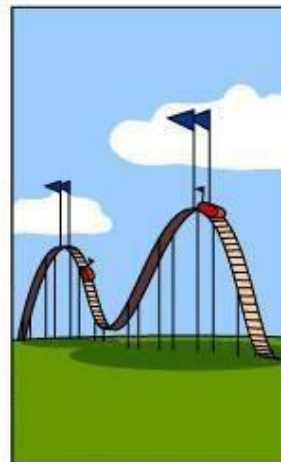
Ahogy az üzleti  
tanácsadó körülírta



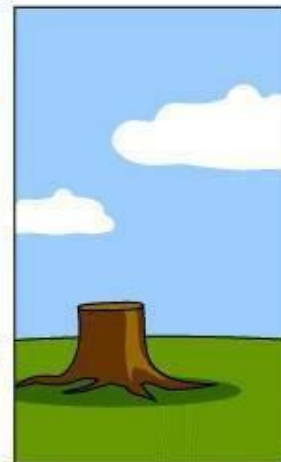
Ahogy a projekt  
dokumentálva lett



Amennyire a telepítés  
sikerült



Amire a számlát  
kiállították



Amennyire az ügyfél  
támogatva volt



Amire az ügyfélnek  
szüksége lett volna



**KÖSZÖNÖM SZÉPEN  
MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!**

Molnár Szabolcs  
[szabolcsmo@gmail.com](mailto:szabolcsmo@gmail.com)  
+36 20 439 83 51

# FELHASZNÁLT FORRÁSOK

Bánhidy János előadásai és szóbeli közlései,  
Buzás Norbert: A környezetgazdaságtan alapjai, Szeged 2001

Prof. Dr. Csőke Barnabás előadásai,

Dr. Gács Iván előadásai és szóbeli közlései,

Leitol Csaba előadásai,

Olessák – Szabó: Energia hulladékból, Budapest 1984

[www.elte.prompt.hu](http://www.elte.prompt.hu),

[www.fkf.hu](http://www.fkf.hu),

[www.nytimes.com](http://www.nytimes.com).

Forrás: 4th Generation District Heating (4GDH) Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems

(Henrik Lund, Sven Werner, Robin Wiltshire, Svend Svendsen, Jan Eric Thorsen, Frede Hvelplund, Brian Vad Mathiesen)