

# Hőbontás, pirolízis



EnviroVid

*renewing energy*  
**Partnerséget építünk**



Magyarország-Szlovákia  
Határon Átnyúló Együtműködési  
Program 2007-2013

**Európai Unió**  
Európai Regionális Fejlesztési Alap



A **hőbontás (pirolízis)** a szerves anyagú hulladék kémiai lebontása megfelelően kialakított reaktorban, hő hatására, oxigénszegény vagy oxigénmentes közegben – esetleg inert gáz (pl. nitrogén) bevezetés közben.

A hőbontás során a szerves hulladékból

- **pirolízis gáz**
- **folyékony termék** (olaj, kátrány, szerves savakat tartalmazó bomlási víz)
- **szilárd végtermék** (piroliziskokszt) keletkeznek.

### Reakciófeltételek:

- hőmérséklet
- reakcióidő,
- szemcsenagyság,
- keveredés



## A hőbontás alaptípusai:

- kis- és középhőmérsékletű eljárások (450-600 °C)
- nagy hőmérsékletű eljárások (800-1100 °C)
- nagy hőmérsékletű salakolvasztások eljárások (>1200 °C)

A salakolvasztásos eljárás célja a gáznemű végtermék-kihozatal növelése, másrészt a környezettel szemben teljesen közömbös, kiégett maradékanyag biztosítása (az olvasztott salakgranulátum gyakorlatilag bárhova lerakható)

## A végtermék hasznosítható:

- *energiahordozó*ként (fűtőgáz, tüzelőolaj, kokszt),
- *vegyipari másodnyersanyag*ként (pl. a gázterméket szintézisgázzá konvertálva metanol előállításához)
- egyéb célokra (*talajjavítás* szilárd, szénben dús maradékkal; *fakonzerválás* vizes maradékkal; granulált salakolvadék *építőipari adalékanyag*ként stb.)



## Pirolízis előnyei

- A szilárd maradékok vízfürdős leválasztást követően különbözőképpen feldolgozhatók
- Keletkeznek értékesíthető alifás és aromás szénhidrogének
- Légszennyező hatása jelentősen kisebb, mint a hulladékégetésé.

## Hátrányai:

- Fokozott anyag-előkészítési igény
- A kisebb hőmérsékletű eljárásokban a gáztisztítás összetettebb és komplikáltabb
- Az ennek során keletkező, többnyire erősen szennyezett mosóvizet is komplex módon tisztítani kell.
- Az égetéshez képest nagyobb a lehetősége a nehezen bomló, nem tökéletes égéstermékek képződésének.



- A települési és az egészségügyi veszélyes hulladék kezelésben „áttörés” a **reduktív és oxidatív eljárás soros összekapcsolása, folyamatirányítási rendszerek** kifejlesztése és alkalmazása.



## Szabályozott termikus oxidáción alapuló pirolízis technológia

- az első kamrában oxigénmentes körülmények között. a szilárd hulladékot alkotó szénvegyületek gázfázisúvá alakulnak át

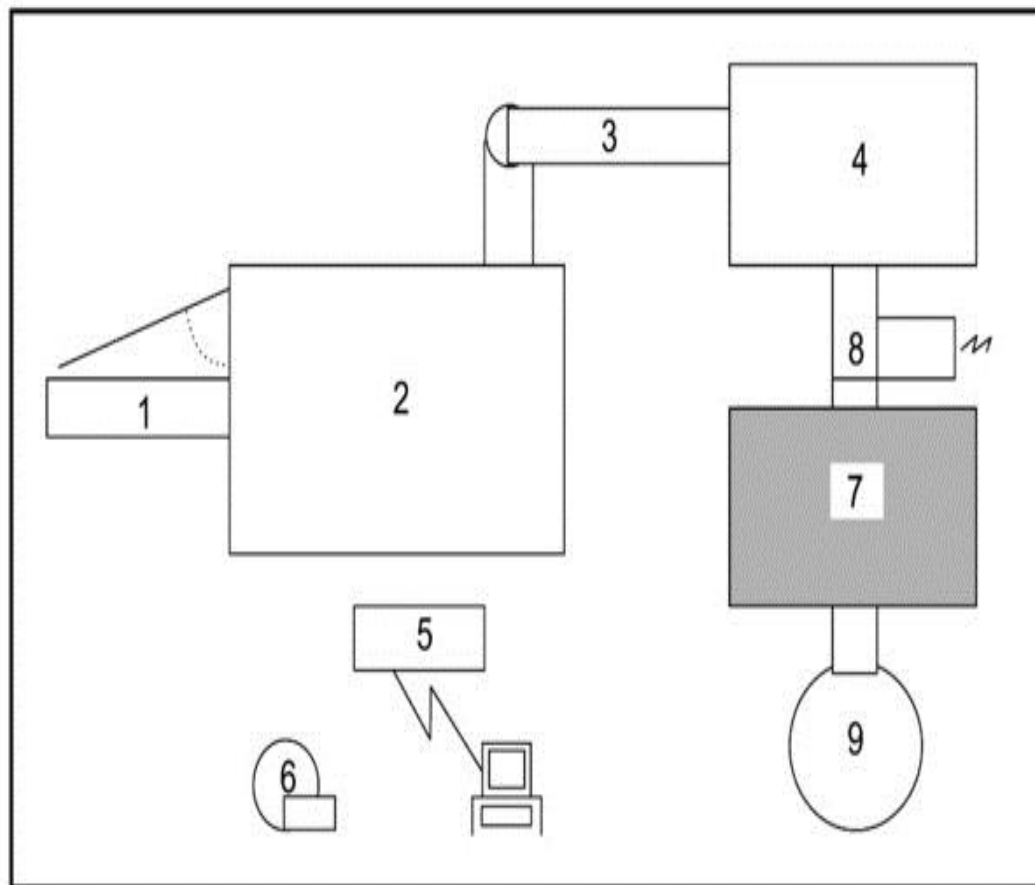
- a második kamrában (az ún. utóégetőben) a gáz levegővel turbulens áramlással keveredik, ez által magasabb hőmérsékletet elérve, biztosítjuk a lehetséges veszélyes anyagok teljes ártalmatlanítását,

- a termikus folyamat különböző paramétereit betápláljuk egy számítógépes folyamatirányítóba, mely képes az ártalmatlanítás korrekcióját adott időközön belül megoldani.

Ezt az elvet a gyakorlatban **ECO-WASTE rendszer** valósítja meg.

# Az ECO-WASTE SOLUTION pirolízisrendszer elvi technológiája

1. hulladék adagoló
2. biolízis kamra
3. gázvezető összekötő
4. utóégető kamra
5. submatikus szabályzó rendszer
6. ipari vákuum rendszer
7. füstgáztisztító
8. energia visszanyerő
9. kémény



## **Anyagmérlege kedvező**

- rendkívül lecsökkenti a továbbkezele anyagmennyiséget
- betartja a környezetvédelmi határértékeket
- **Jó energiahasznosítás**

## Hőbontási eljárások különleges típusa: elgázosítási módszerek

- a szerves anyagok hőbontása min. 850–950 °C hőmérsékleten történik
- segédanyagok – levegő, oxigén, vízgőz – segítségével megy végbe
- cél a lehető legnagyobb gázkihozatal
- elgázosításhoz szükséges energiát a szerves anyagok parciális égetése biztosítja
- gáztermék döntően hidrogént és szén-monoxidot tartalmaz, fűtőértéke jelentősen az alacsony hőmérsékletű pirolízisgáz fűtőértéke alatt van
- A gáztisztításra a pirolízises módszereknél említett komplex tisztítási eljárások alkalmazottak

### Előnyei

- kisebb, tisztítandó gázmennyiségek,
- a nagymolekulájú szénhidrogének, főként az ártalmas klórtartalmú vegyületek nagy hőmérsékletű lebontása a dioxinok és furánok redukáló atmoszférával gátolt képződésével
- üvegszerű salakgranulátum előállításával (nehézfémek megkötésével) a szilárd maradékok másodlagos környezetszennyező hatásának minimalizálása, egyúttal könnyebben hasznosítható végtermék kinyerése (hasonlóan a salak-olvasztásos égetéshez),
- a tiszta gáztermék előállítása, amely sokoldalúan hasznosítható.

# A 4 legjellemzőbb technológia

1.) **A Siemens-eljárás** a pirolízis és az azt követő nagyhőmérsékletű égetés kombinációja.

A 150–200 mm-re aprított **szilárd települési és ipari hulladékot** 450–500 °C hőmérsékleten **pirolizálják**

Az így előállított **pirolízisgázokat** további kezelés nélkül **közvetlenül a nagyhőmérsékletű (kb. 1300 °C) égetőkamrába vezetik.**

A szilárd **pirolízismaradékot rostálják, a fémeket leválasztják.** A tapasztalat szerint az 5 mm-nél kisebb részek gyakorlatilag az egész izzítási kokszot tartalmazzák.

Ezt megőrlik és **szintén a nagyhőmérsékletű égetőkamrába vezetik.** Itt égetik el a véggáztisztításból származó szálló port és elhasznált adszorbenst is.

A **hőhasznosítást** követően (gőz-, ill. áramtermelés) a **füstgázt** a hulladékégetőkhöz hasonló komplex rendszerben **tisztítják.**

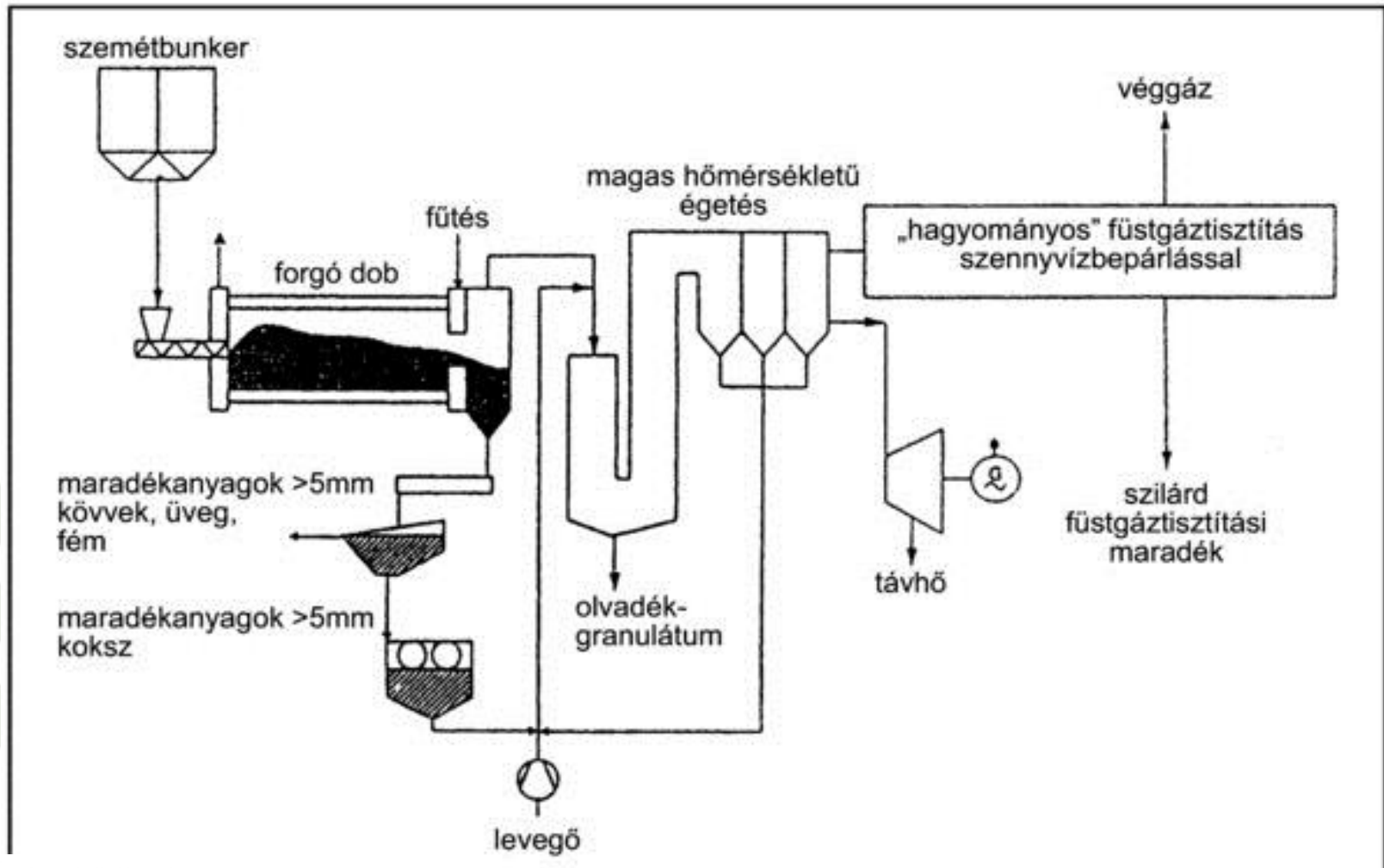
A salakolvadékot vízfürdős hűtést követően tárolják ki.

**Nagy előnye** a hagyományos égetéssel szemben, hogy a gáz és a finomra őrölt pirolíziskoksz elégetése az égetőkamrában alacsony (20–30%) légszeleplettel történik.





# A Siemens-eljárás egyszerűsített sémája



# A 4 legjellemzőbb technológia

2.) **A Lurgi-eljárás** az előzőtől főként az elülső, termikus feltáró egységben különbözik, ahol cirkuláló **fluidágyas kemencét** alkalmaznak.

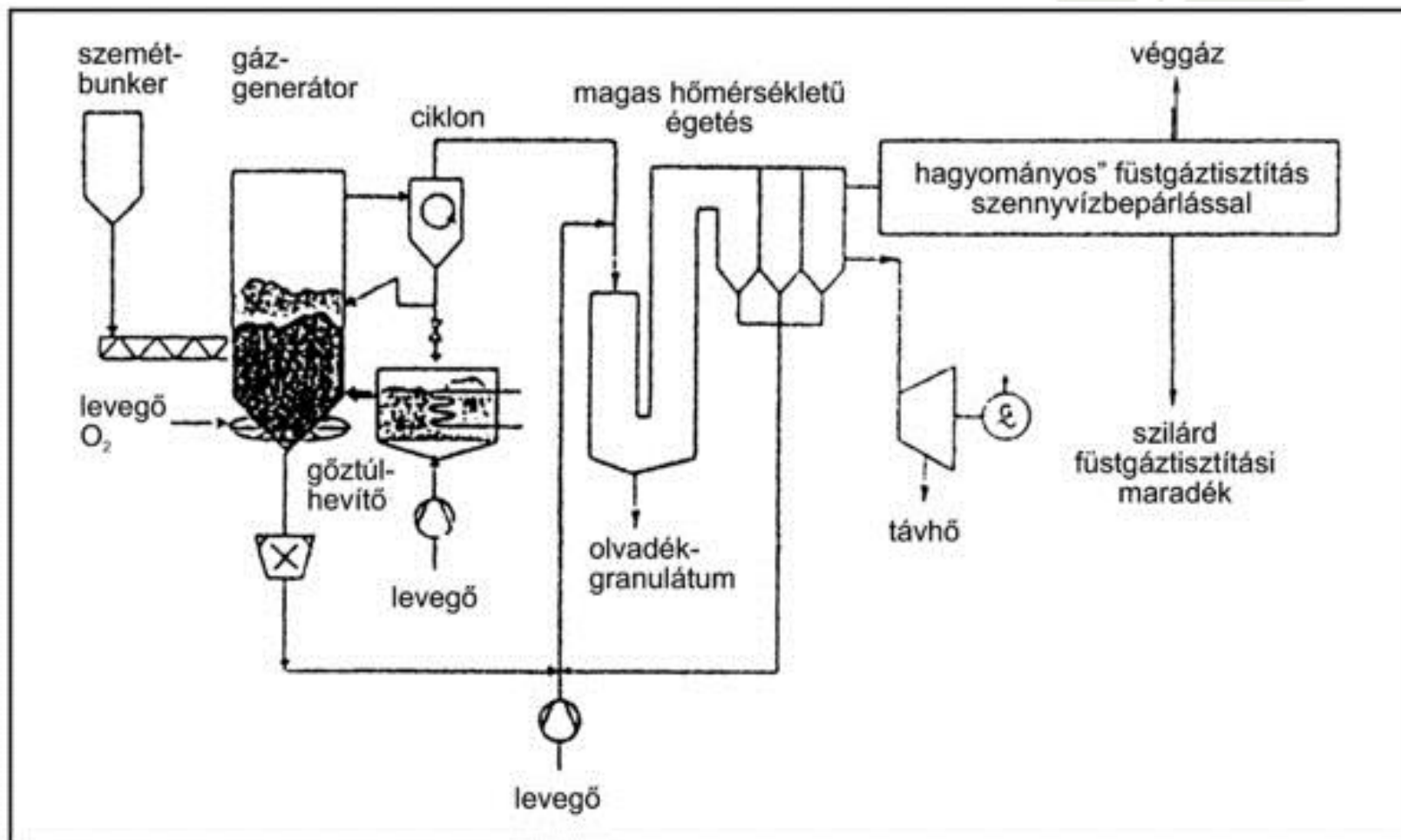
A pirolízishez szükséges energiát a gáz és a pirolíziskoksz részleges elégetésével biztosítják, a fluidágy tehát önálló elgázosítóként működik.

A keringtetett fluidizáló közeget olyan fűtőágy felett vezetik, amelyben a hőhasznosító kazánban előállított gőzt túlhevítik (hatásfoknövelés).

A fűtőágyat az égetési levegővel fluidizálják és így az égetés véggáza nem okoz klórkorróziót. A gáz-és szilárd szén kiégetése, valamint a véggáz tisztítása az előző eljáráshoz hasonló.



# A Lurgi-eljárás egyszerűsített sémája



# A 4 legjellemzőbb technológia

3.) **Noell-féle eljárás**: a szilárd hulladék termikus feltárása közvetetten fűtött forgódobos reaktorban, aprítás után, 450–550 °C-on történik.

A pirolízis kokszt szárazon hűtik, a fémtartalmát leválasztják, majd őrlést követően az áramlásos rendszerű elgázosító reaktorba vezetik.

A pirolízisgázokat gyors hűtéssel hűtik, a kondenzálható szénhidrogéneket leválasztják és szintén a reaktorba vezetik.

A pirolízis összes maradékanyaga elgázosításra kerül. Az áramlásos gázosítóban oxigén felhasználásával parciális oxidáció megy végbe, salakolvasztási hőmérsékleten, 2–35 bar túlnyomás mellett.

A véggázt hűtik, tisztítják.

A hűtővízzel előtisztított gáz alacsony hőmérsékletű gőzhasznosítás mellett hűl le és a gáztisztító berendezésben szabadul meg a kéntartalmától, a kinyert elemi kén értékesíthető.

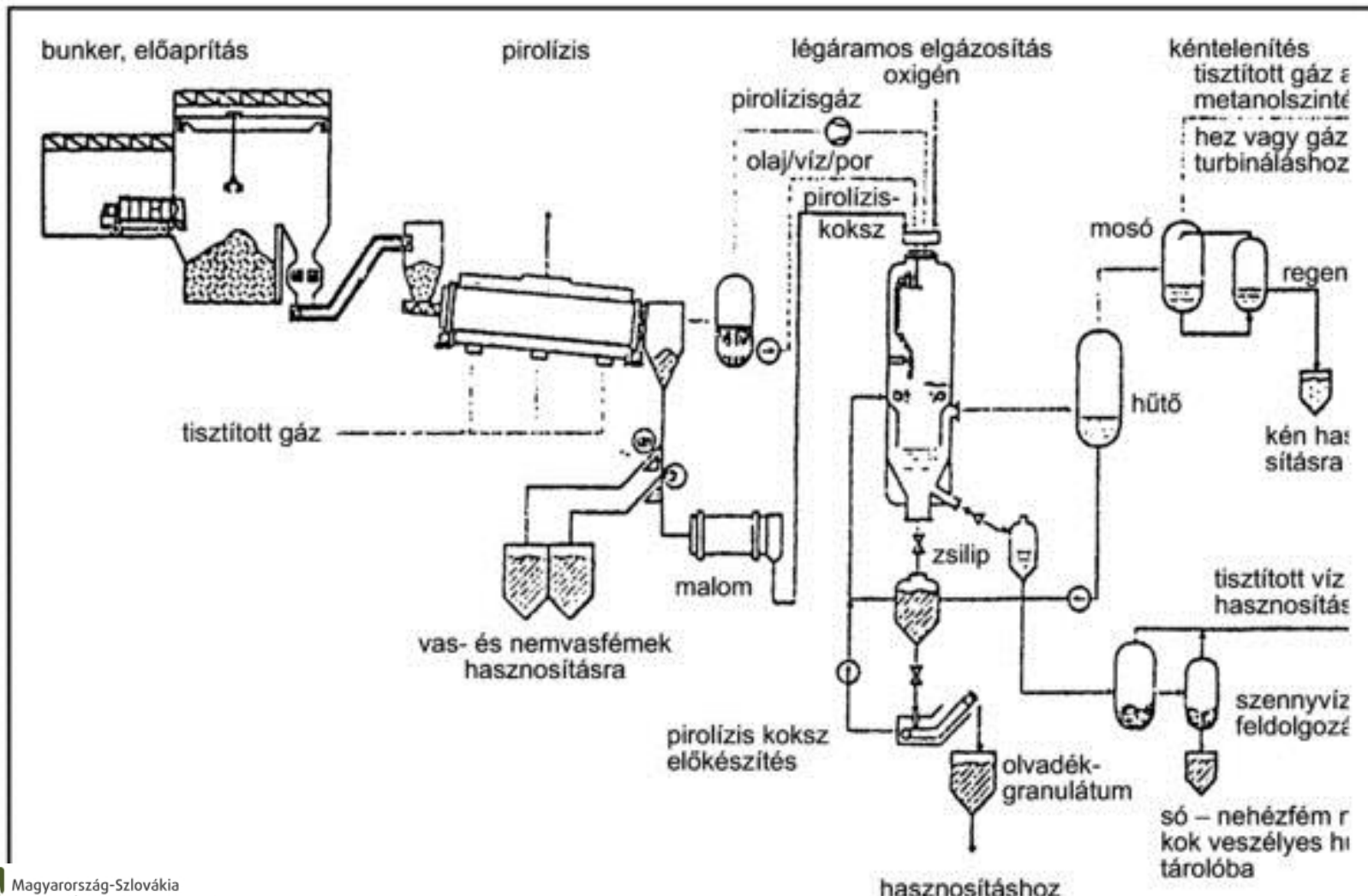
A szilárd olvadék vízfürdőben kerül lehűtésre és további hasznosításra.

A gáztisztító szennyvize a nyersgáz szennyezéseinek nagy részét tartalmazza, ezért az oldott gázoktól és szilárd részekről elválasztják, elgőzölik.

A további gázhűtésből származó vizes kondenzátumot a gázmosóban újra felhasználják. A gáztisztításból különböző célra hasznosítható tisztított gázt nyernek.



# A Noell-eljárás egyszerűsített sémája



# A 4 legjellemzőbb technológia

4.) **Thermoselect-eljárás**: Alapvetően szilárd települési és ipari hulladékok kezelésére dolgozták ki. A települési hulladék előkezelés (aprítás) nélkül feldolgozható a berendezésben.

## Technológiai lépései:

- **a hulladék tömörítése** (a hulladék heterogén összetétele miatt)
- **pirolízis** (gáztalanítás, a levegő kizárása és állandó nyomás mellett, közvetetten fűtött pirolizáló csatornában kigázosítás vagy pirolízis 500–600 °C hőmérsékleten)
- **elgázosítás, nagyhőmérsékletű égetés** (elgázosítás tiszta oxigénnal 1200 °C hőmérséklet feletti tartományban)

A megolvadt szervesetlen alkotórészek homogenizálva, stabil vegyületekben kötődnek meg, amelynek további hasznosítása kedvező (építési és kohászati alapanyag).

A nagyhőmérsékletű elgázosítás során valamennyi szerves anyag elbomlik, a képződő szintézisgáz lényegében hidrogénből, szén-monoxidból és vízgőzből tevődik össze, kismennyiségű szilárd és gáznemű szennyező tartalommal.

A **gáz tisztítása** a szokásos módon, több fokozatban történik.



# A Thermoselect-eljárás egyszerűsített sémája

