

Environmentální aspekty průmyslových činností

(08)

Spalování odpadů

Ivan Holoubek, Hans-Ulrich Hartenstein

RECETOX, Masaryk University, Brno, CR

holoubek@recetox.muni.cz; <http://recetox.muni.cz>



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Omezování vzniku (nebezpečných) odpadů

Termické procesy

Spalování, pyrolýza – klasický postup - Brno 1905, 7 spalovacích komor, parní kotel 1 MPa, turbina a alternátor 510 kVA, výkon až 14 kT odpadů.

Spalování jakéhokoliv paliva je dáno především obsahem hořlavin, popela a vody – spalovací trojúhelník.

Odpad jako méně hodnotné palivo má velmi odlišné vlastnosti – zrnitost, výhřevnost, hořlavé vlastnosti dané složením, měrným povrchem.

Spalovny – dimenze v množstvích stovek kg až kt za den.

Definice spalovacího procesu

A chemical reaction in which a substance reacts rapidly with oxygen with the production of heat and light.

Such reactions are often free-radical chain reactions, which can usually be summarized as the oxidation of carbon to form its oxides and the oxidation of hydrogen to form water.

A Dictionary of Science (Oxford University Press, © Market House Books Ltd 1999)

Schéma základních složek rotační pece spalovny včetně zařízení na omezování emisí do ovzduší

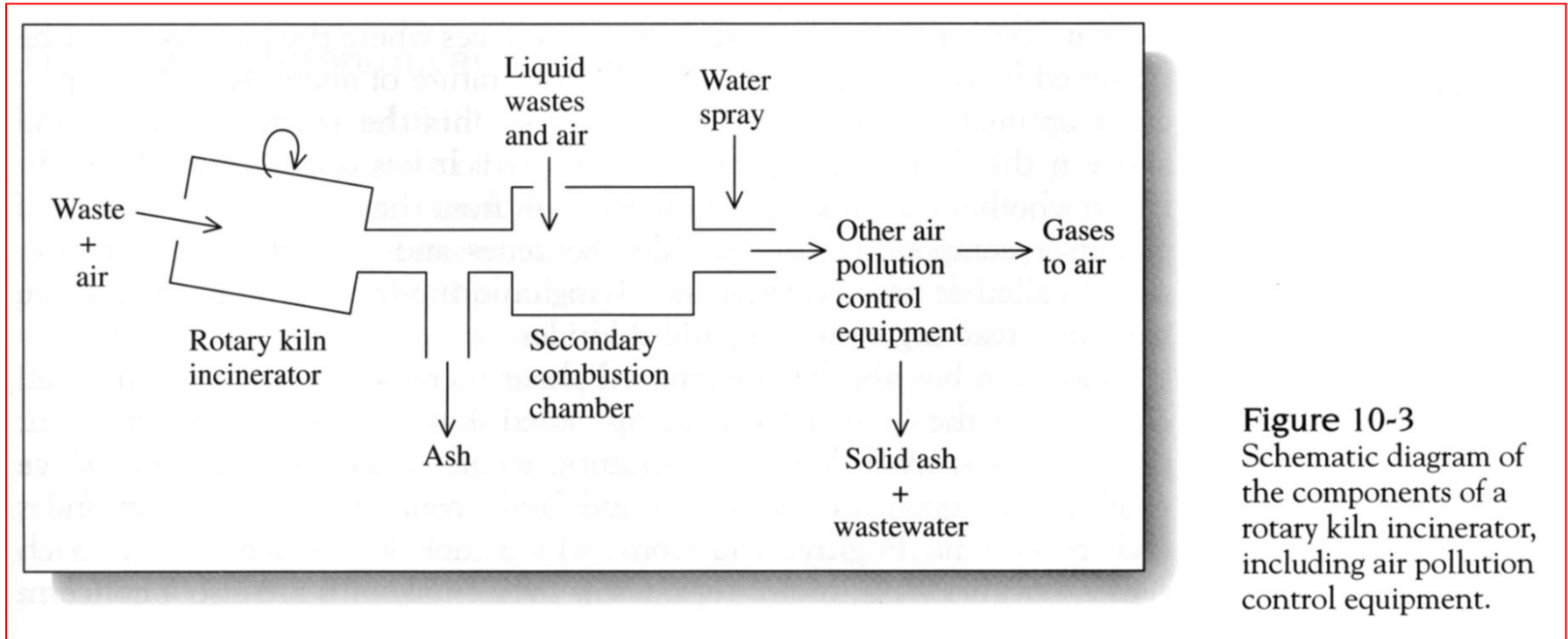
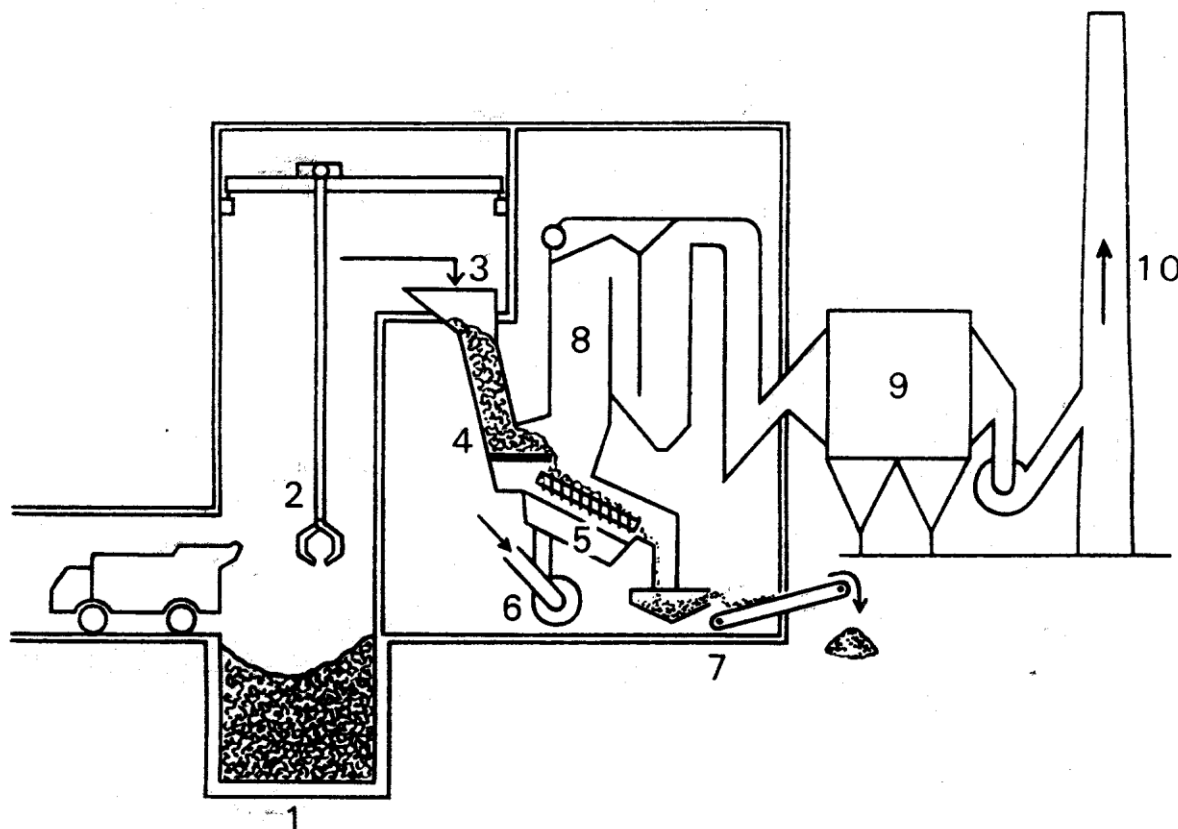


Figure 10-3
Schematic diagram of the components of a rotary kiln incinerator, including air pollution control equipment.

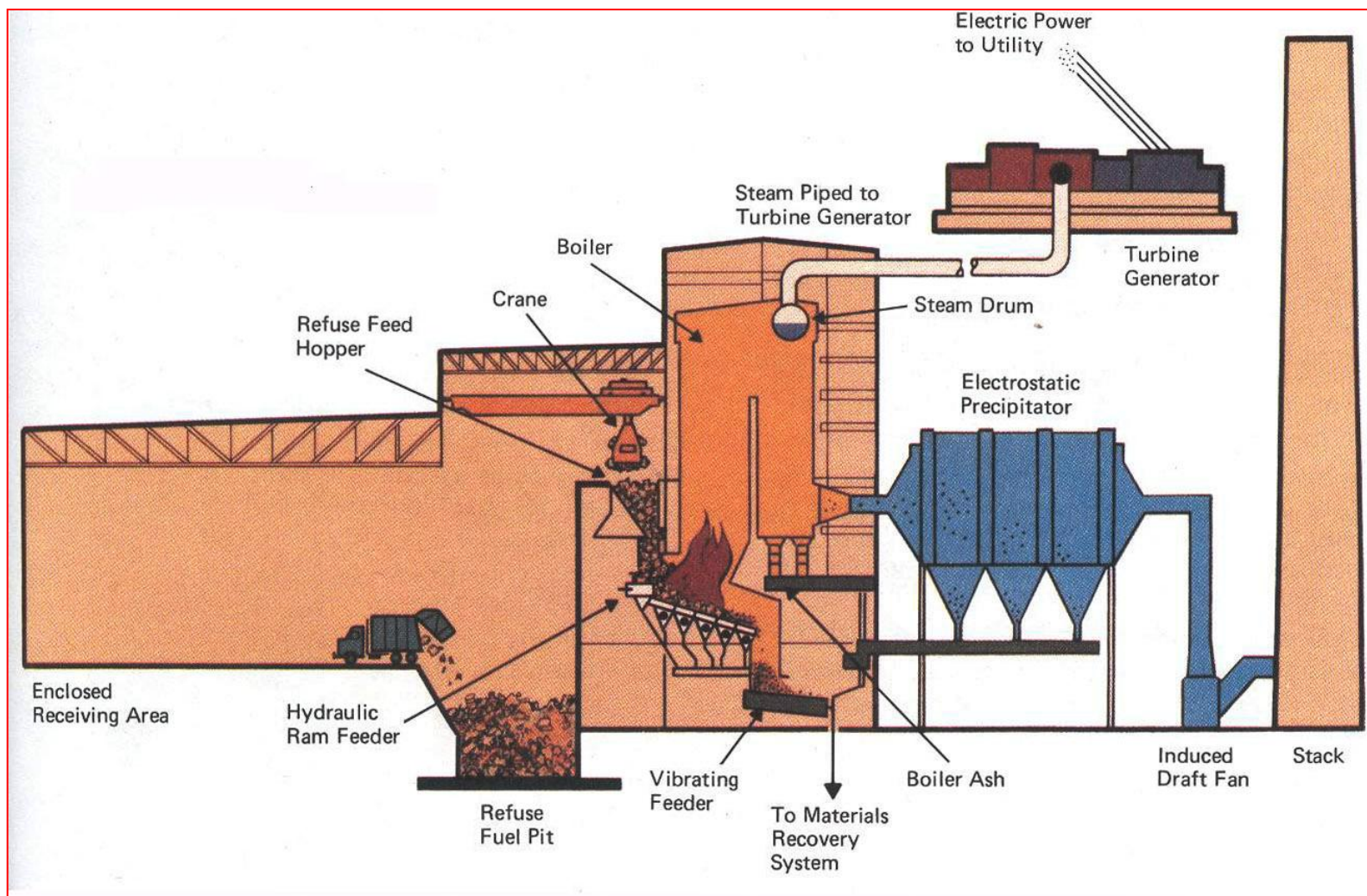
Spalování komunálních odpadů



Spalování pevných komunálních odpadů

1 zásobník odpadu, 2 drapákový podavač, 3 násypka, 4 podávací zařízení,
5 pohyblivý rošt, 6 dmychadlo, 7 odškrabávač a dopravník škváry, 8 výměník tepla,
9 elektrický filtr, 10 komín

Spalování komunálních odpadů



Spalování odpadů

Přítomnost kyslíku

Pro spalování je rozhodující přítomností kyslíku, resp. obsah kyslíku v reakčním prostoru z hlediska stechiometrické potřeby.

Procesy oxidativní (spalovací) – při potřebném nebo nadbytečném množství kyslíku.

Procesy reduktivní (pyrolytické) – za nepřítomnosti kyslíku nebo při substechiometrickém poměru.

Spalování odpadů

Základní fáze spalování:

- ↪ Sušení, T se nezvýší nad 100 °C,
- ↪ Zplyňování, kdy vysušený odpad vlivem stoupající teploty (vyvolané přenosem tepla z protiproudě postupujících spalin a sáláním z vyzdívky topeniště) uvolňuje těkavé složky a vzplane,
- ↪ Teplota vzplanutí závisí na podílu prchavé hořlaviny (kolem 300 °C – odpad s nízkým obsahem prchavé hořlaviny vzplane až kolem 750 °C),

Spalování odpadů

Základní fáze spalování/2:

- ↪ Zapálené odpady prohořívají v závislosti na hořlavých vlastnostech, přebytku vzduchu, přenosu tepla, konstrukci roštu..
- ↪ Doba zdržení řádově v hodinách, obdobná doba je nutná na dohořívání odpadů v dohořívací fázi roštových topenišť’.

Spalování odpadů

Typy topenišť a roštů:

- ↪ Velmi různá, původně odvozené od zařízení na spalování uhlí (šikmý, pohyblivý, vratisuvný rošt)
- ↪ Spalování komunálního odpadu – válcový rošt
- ↪ Spalování průmyslových odpadů – rotační ohniště (pece)
- ↪ Spalování kalů – etážové pece
- ↪ Spalování drobného, stejnorodého odpadu – fluidní topeniště

Spalování odpadů

Spalovny s rotačními ohništi – nejvýhodnější pro spalování různorodých průmyslových a nebezpečných odpadů.

Možnost vypálení i celých vyprázdněných barelů.

Nutnost co nejhomogennější vsázky.

Spalovna se sekundární spalovací komorou

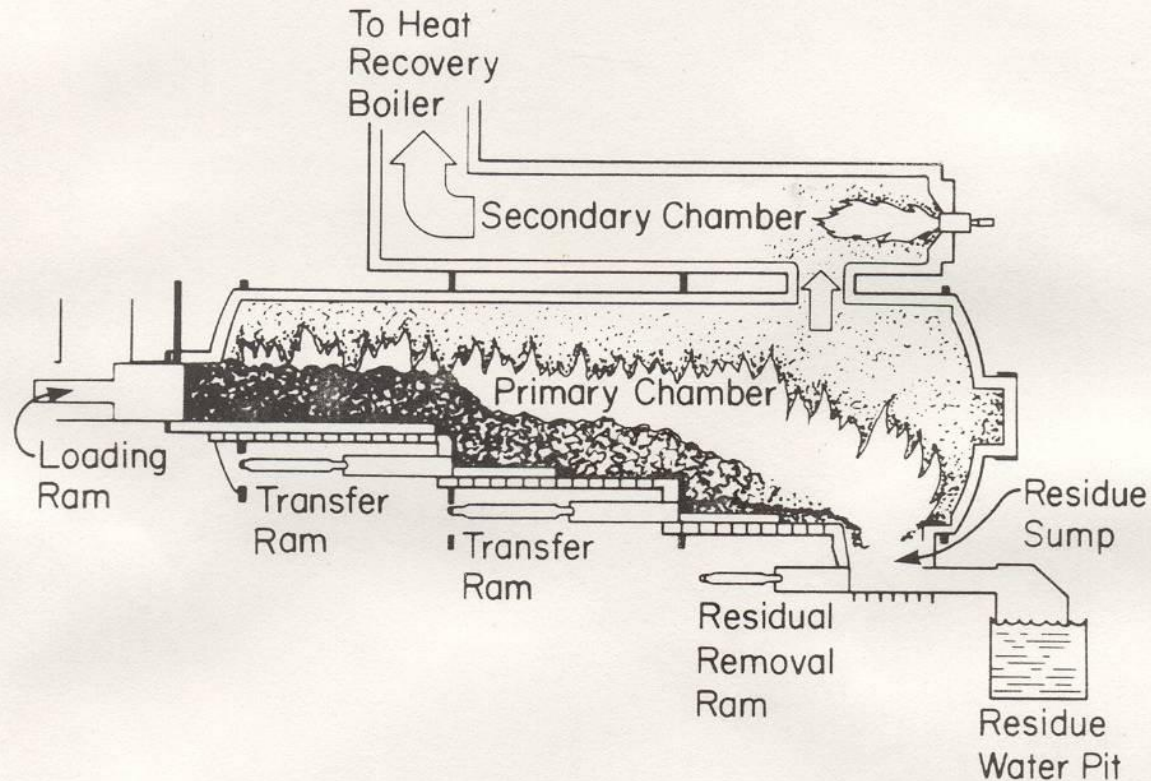


Figure 5. Example of starved air incinerator with secondary combustion chamber (From United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C., Report SW797, November 1979).

Spalování odpadů

Pomocná zařízení – vstupní váha s registrací, dávkovací a mísící zařízení, kotle s přehřívací páry, vody, event. vzduchu, zařízení na čištění spalin, zařízení na odebírání, drcení škváry, vybavení na čištění pracích roztoků, OV, laboratoře.

Pyrolýzní zařízení – zásadní výhodou je vyloučení tvorby PCDDs/Fs a vzhledem k redukční atmosféře při rozkladu odpadů a nižší teplotě i menší přechod toxických odpadů do spalin (vznik aerosolů z těkavých chloridů kovů).

Nevýhodou je menší kapacita a větší složitost zařízení i vyšší nároky na homogenitu odpadů.

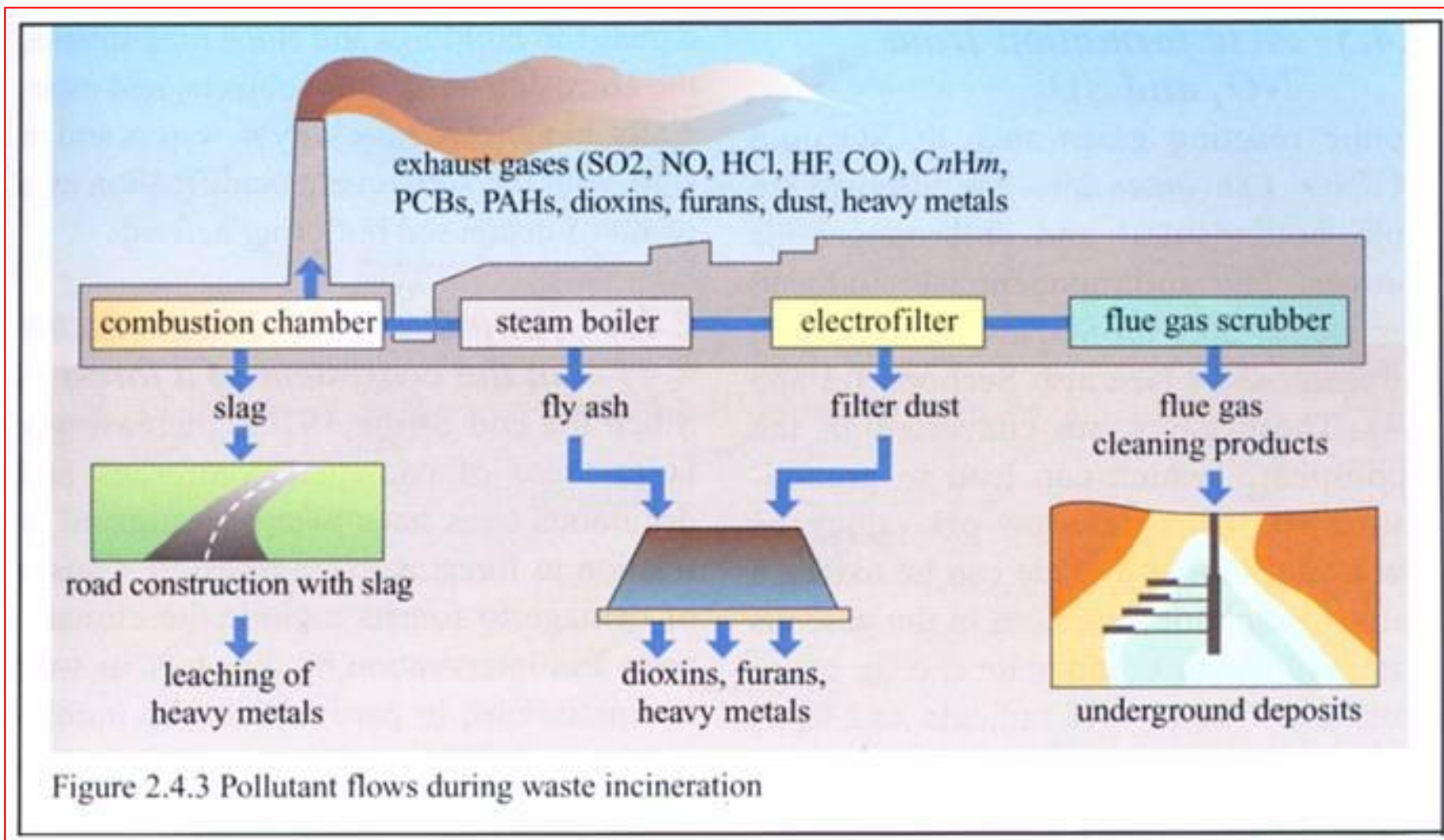
Čištění spalin a dekontaminace nebo zabezpečení odpadních produktů spaloven – hlavní technický problém.

Spalování odpadů

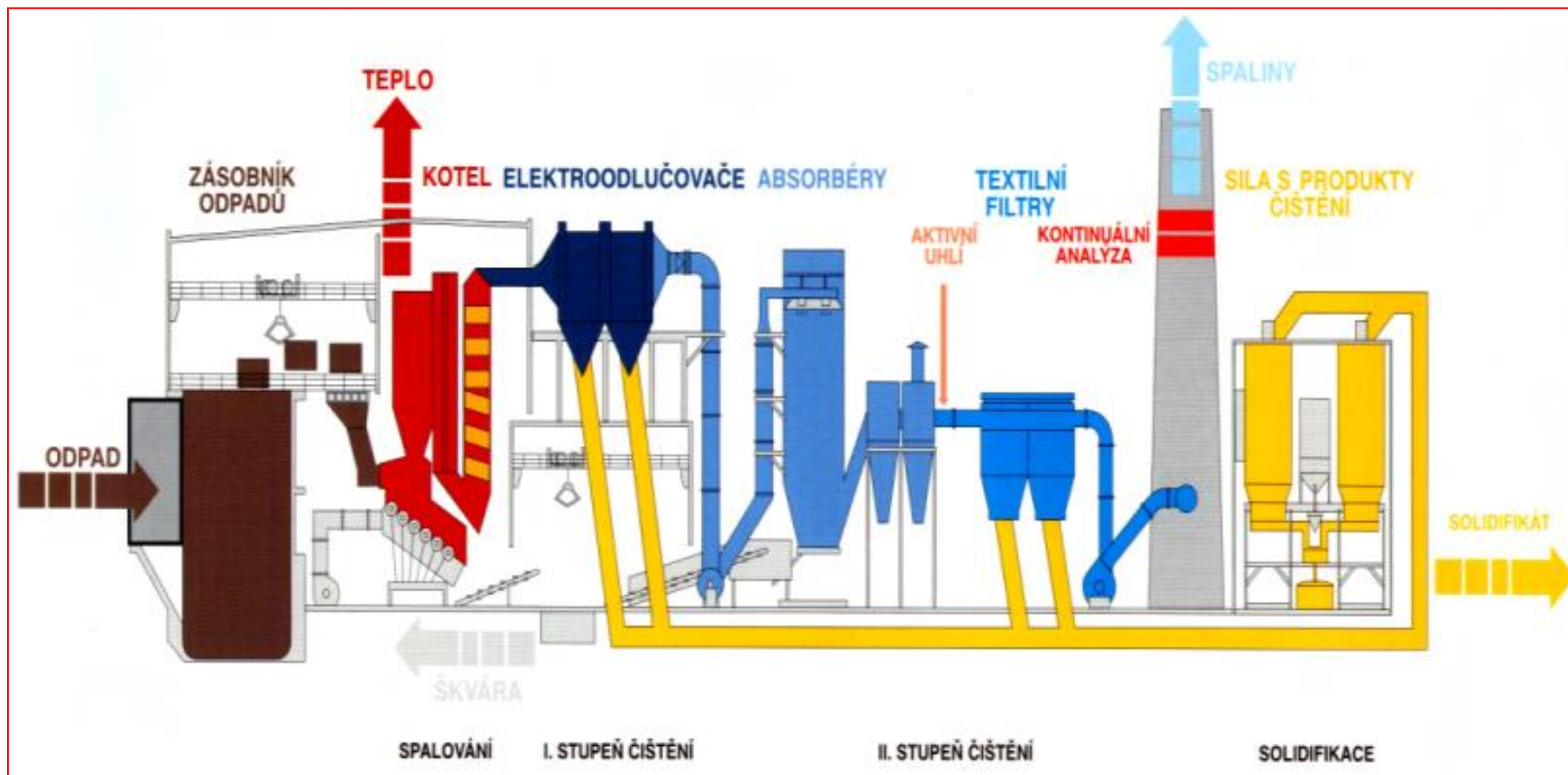
Hlavní škodliviny:

- ↪ Odprášení – nutnost zachycení i jemných aerosolů
- ↪ Kyselé plyny zejména HCl
- ↪ Toxické kovy (Hg – ukazatel účinnosti čištění spalin)
- ↪ PCDDs/Fs – omezení vzniku – konstrukce topeniště, T, doba zdržení při T nad 1 000 °C, rychlé zchlazení
- ↪ Alifatické halogenované HCs zachycené aktivním uhlím nebo koksem (společně se stopami PCDDs/Fs)
- ↪ Oxidy dusíku

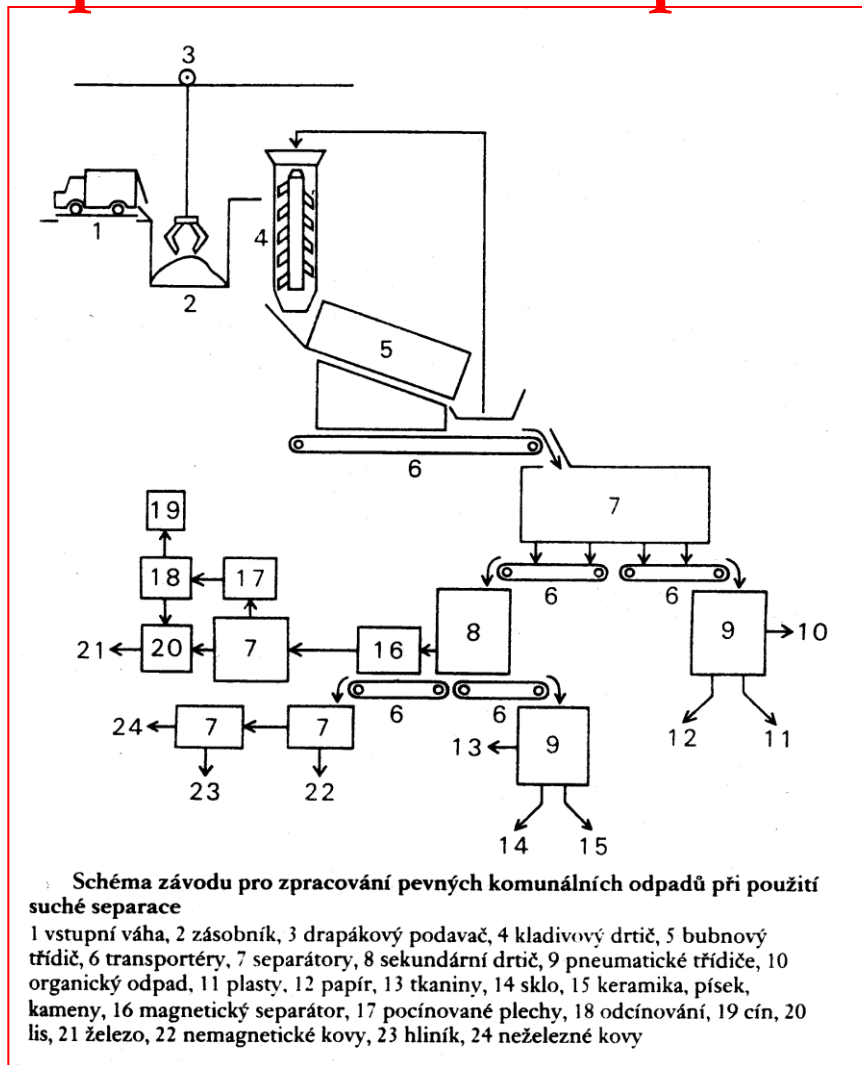
Polutanty emitované ze spalování odpadů



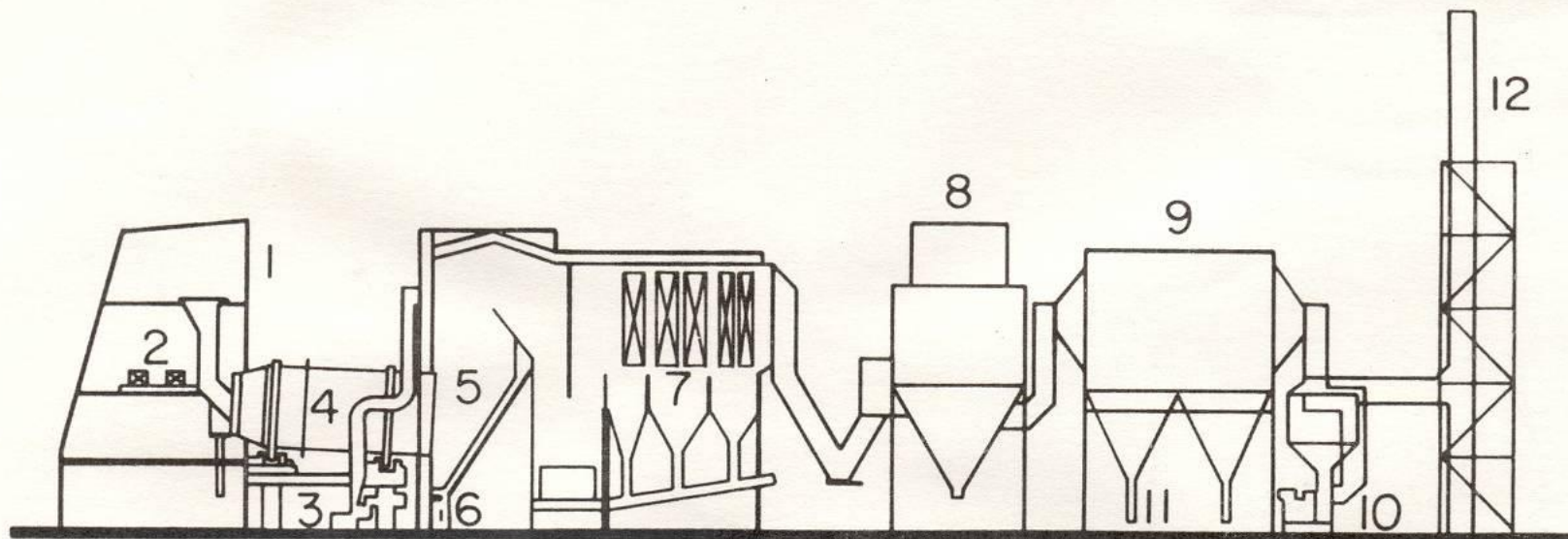
Spalovna KO Sako, a.s. Brno



Zpracování tuhých komunálních odpadů při použití suché separace



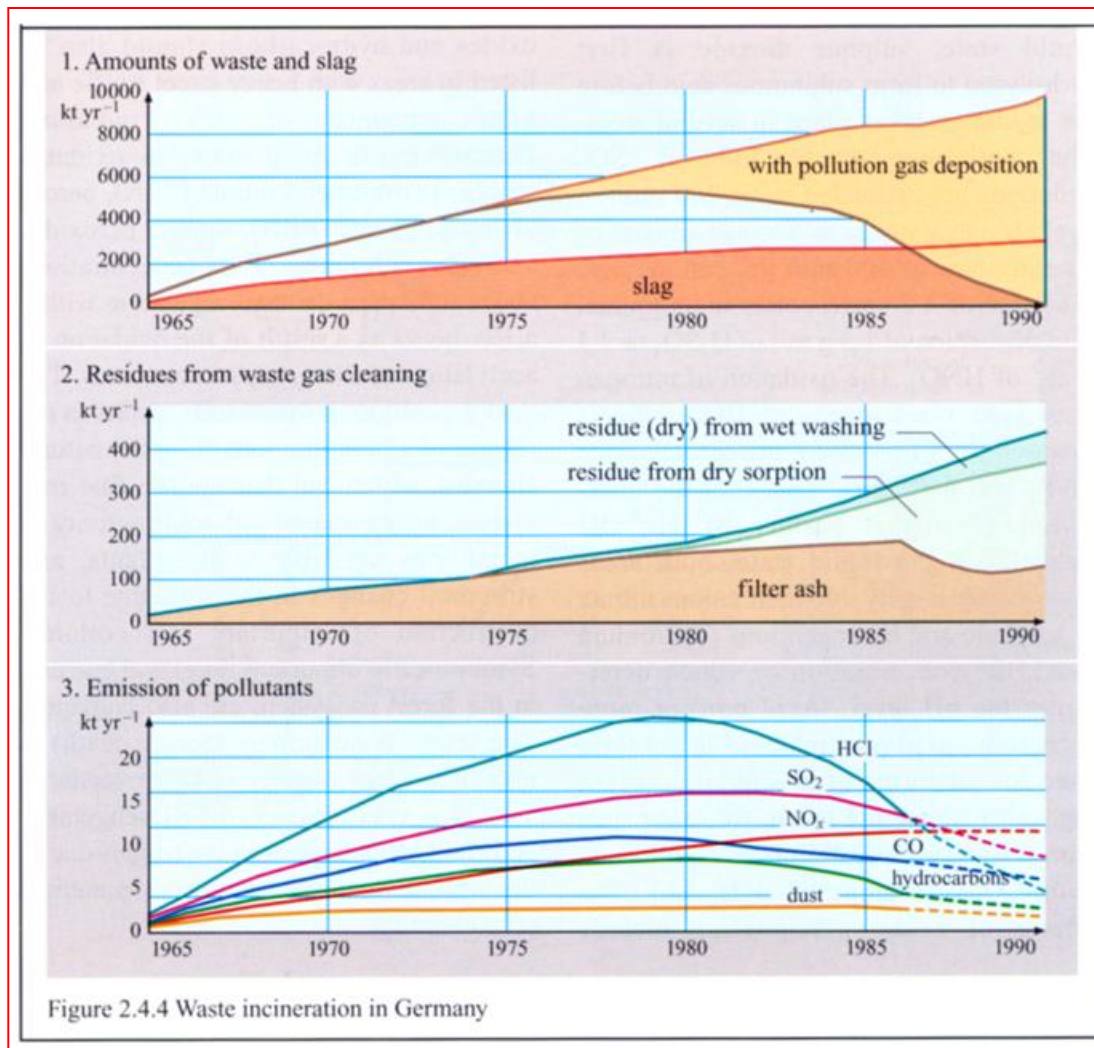
Spalovna nebezpečných odpadů



- | | | |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Waste-handling crane | 5. After-combustion chamber | 9. Electrostatic precipitator |
| 2. Barrel-feeding device | 6. Discharging system for residue | 10. Flue gas fan |
| 3. Secondary air system | 7. Steam boiler | 11. Fly ash transport system |
| 4. Rotary kiln | 8. Dry flue gas scrubbing | 12. Steel stack |

Figure 7. Hazardous waste incinerator at Nyborg, Denmark.

Spalování odpadů v Německu



Omezování vzniku (nebezpečných) odpadů

Mobilní a modulární spalovny a zařízení na vypalování kontaminovaných zemin – sanace lagun rafinérských zbytků, malá zařízení ve střediscích sezónních sportů.

„Mokrý“ spalování kyslíkem nebo vzduchem za vysokého tlaku a teploty – technologie používané k oxidaci kalů z ČOV (USA), možné je i použití pro jiné průmyslové a nebezpečné odpady.

Vysoká náročnost na materiály reaktoru, čerpadel, armatur.

Omezování vzniku (nebezpečných) odpadů

Spalování s aditivy – relativně jednoduchý způsob umožňující provozování spalovny účinností zachytu spalin, které již neodpovídá současným předpisům.

Spalování v plazmových zařízeních – může mít význam pro některé speciální případy (likvidace bojových plynů, PCBs, odpadních HCX..).

Vysoké náklady, omezené použití.

Omezování vzniku (nebezpečných) odpadů

Spalování odpadů v cementárenských pecích

Mimořádně efektivní technologicky i ekonomicky:

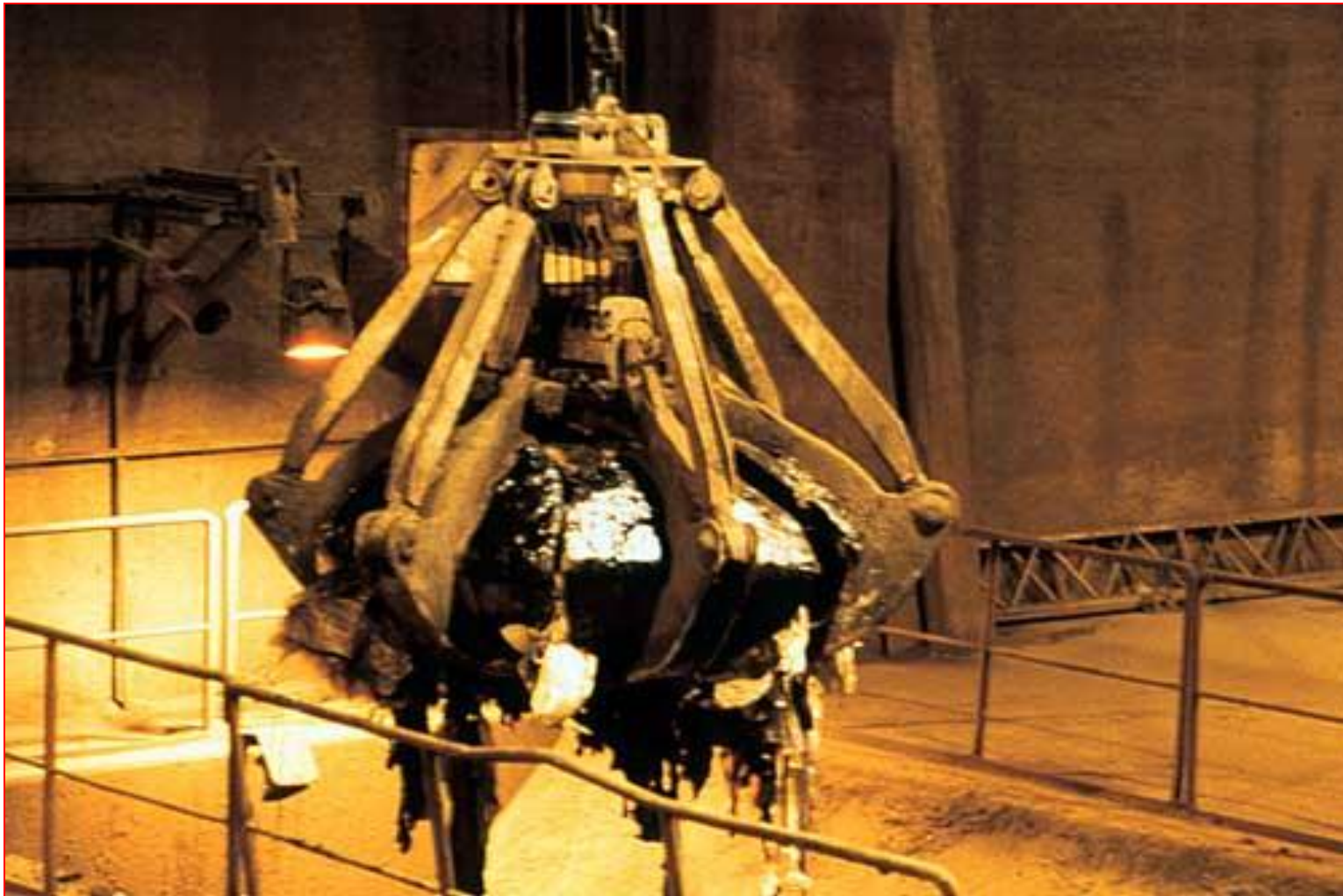
- ↙ **Není nutná investice do nového zařízení (spalovna TKO - ca 5 mld Kč)**
- ↙ **Vysoká účinnost spalování za vysoké teploty a dlouhé doby zdržení**
- ↙ **Zachycení popelovin ve slinku a jejich následné vázání v betonu**
- ↙ **Protiproudý pohyb suroviny a spalin – malá možnost vzniku PCDDs/Fs rekombinací z radikálů a z volného chlóru v pásmu s teplotou asi 900 °C**
- ↙ **Vhodné pro zneškodňování odpadních rozpouštědel, zbytků barev a pigmentů, pneumatik..**

Omezování vzniku (nebezpečných) odpadů

Nevýhody:

- ↪ Vnášení destilace schopných odpadů „horkým koncem“ pece
- ↪ Žádná reální možnost zachycení Hg
- ↪ Únik toxických látek a částečně i Cd (při nedostatečné účinnosti zachycení cementového prachu)
- ↪ Problémy „de novo“ syntézy PCDDs/Fs za přítomnosti sloučenin Cl

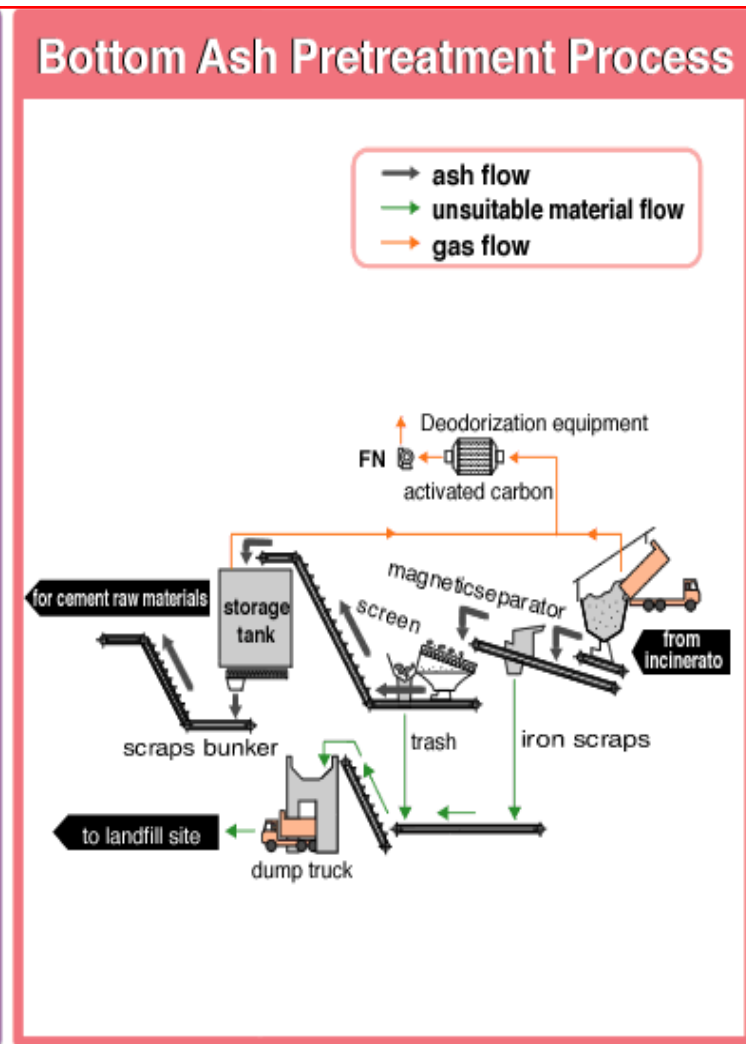
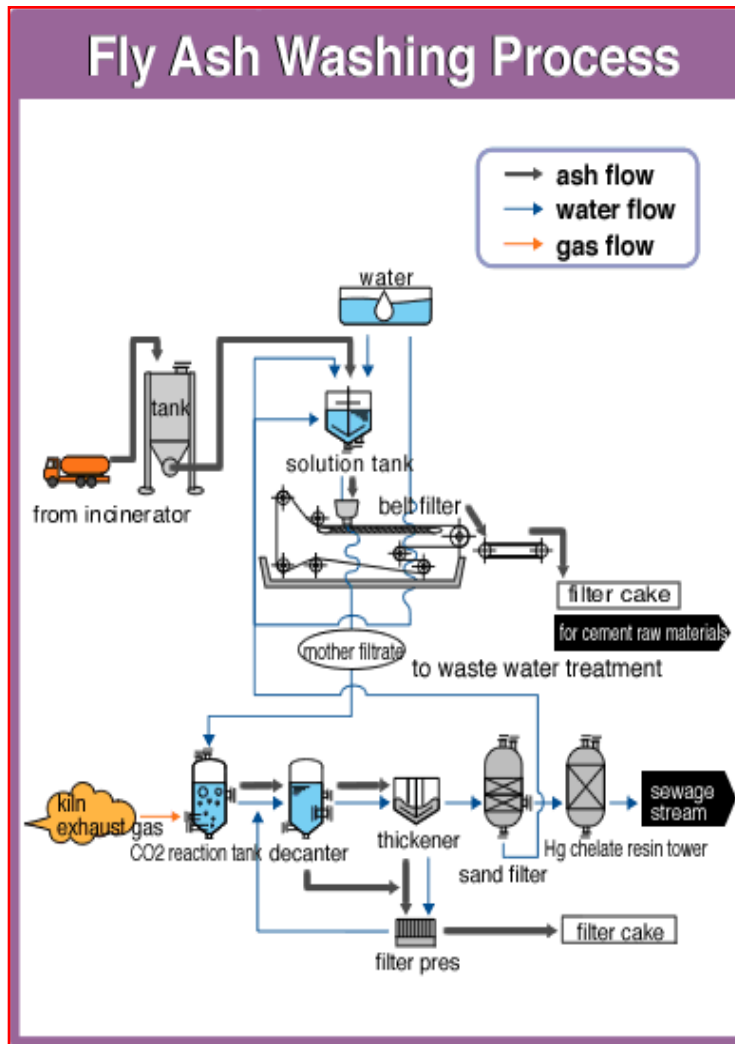
Bunkr s odpady



Research Centre for Toxic Compounds in the Environment

<http://recetox.muni.cz>

Procesy vymývání popílku a předúpravy popele





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky**