



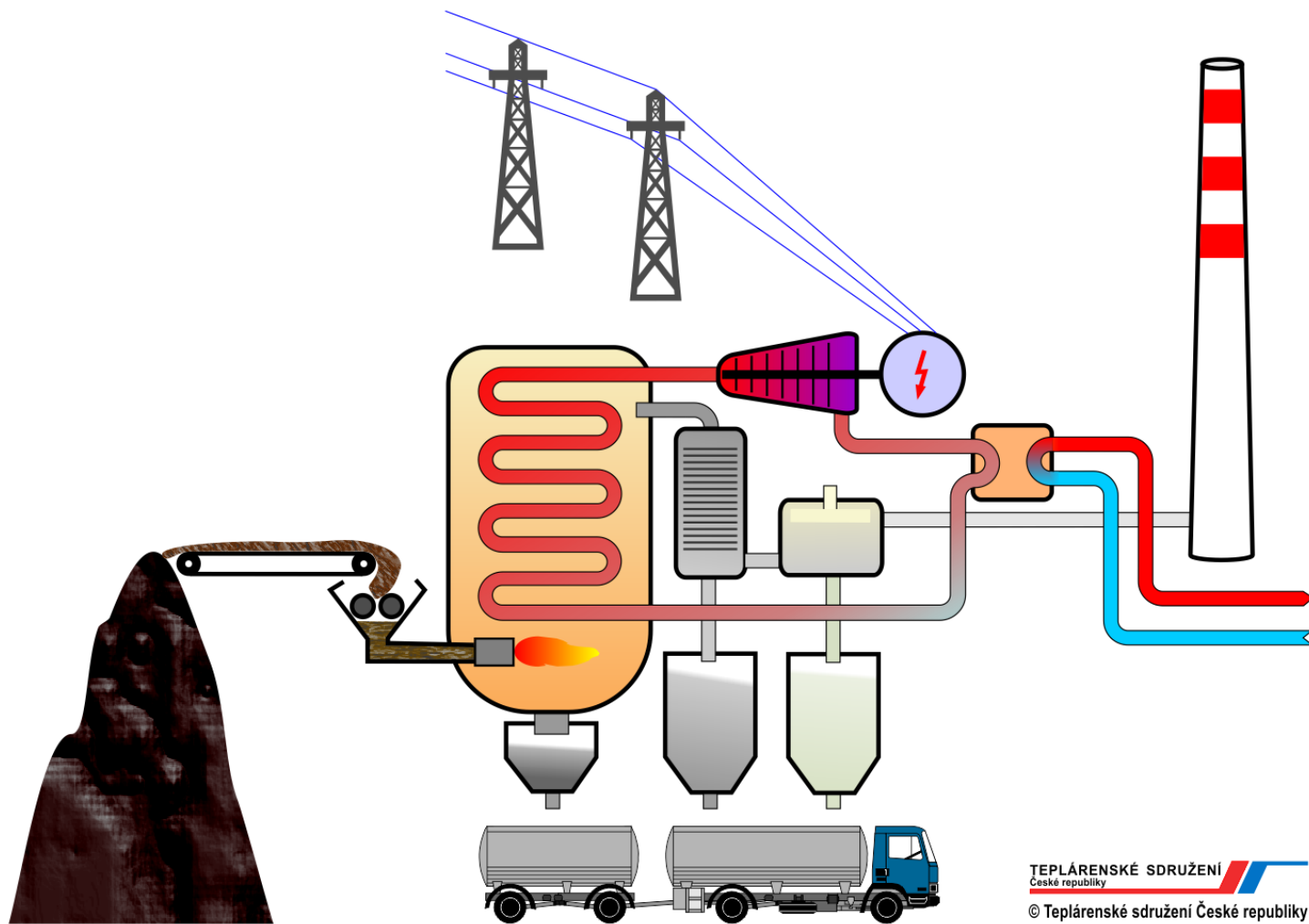
FAKULTA energetický  
STROJNÍHO ústav  
INŽENÝRSTVÍ

# Energetické využití odpadů v zásobování teplem

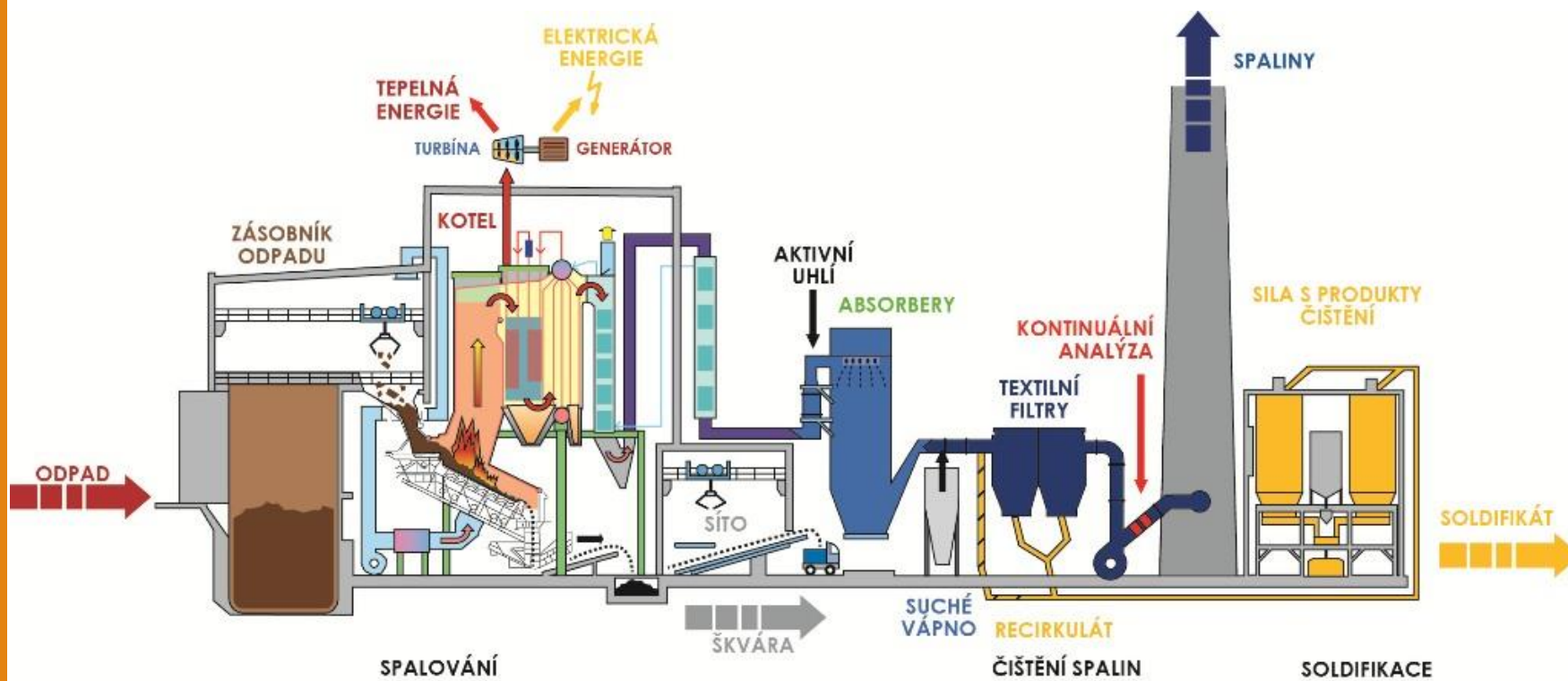
---

DOC. ING. ZDENĚK SKÁLA, CSC.

DOC. ING. MAREK BALÁŠ, PH.D.



TEPLÁRENSKÉ SDRUŽENÍ  
 České republiky  
 © Teplárenské sdružení České republiky



# Odpad

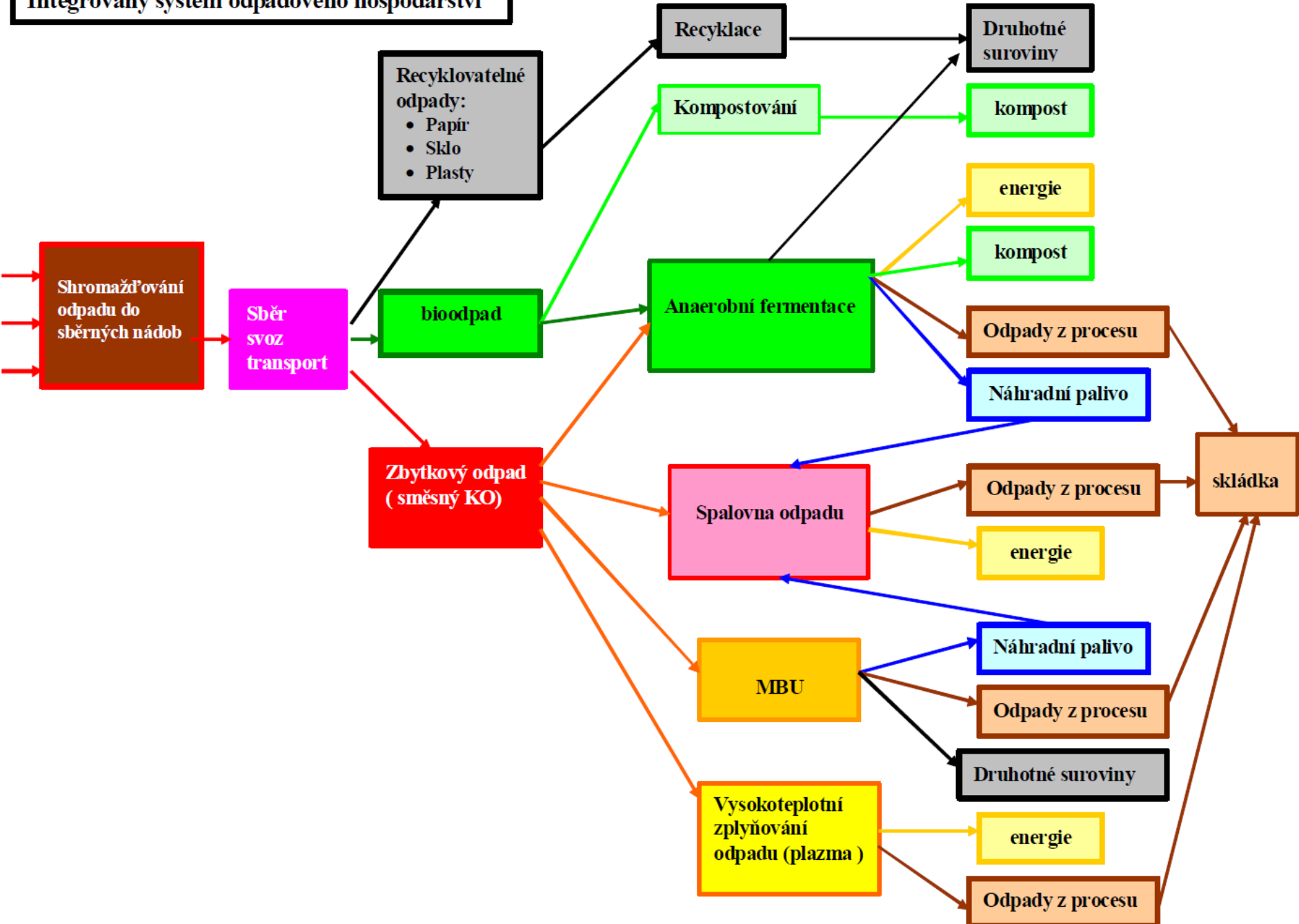
---

## odpad

- jakákoli látka nebo předmět, kterých se držitel zbavuje nebo má v úmyslu se zbavit nebo se od něho požaduje, aby se jich zbavil;

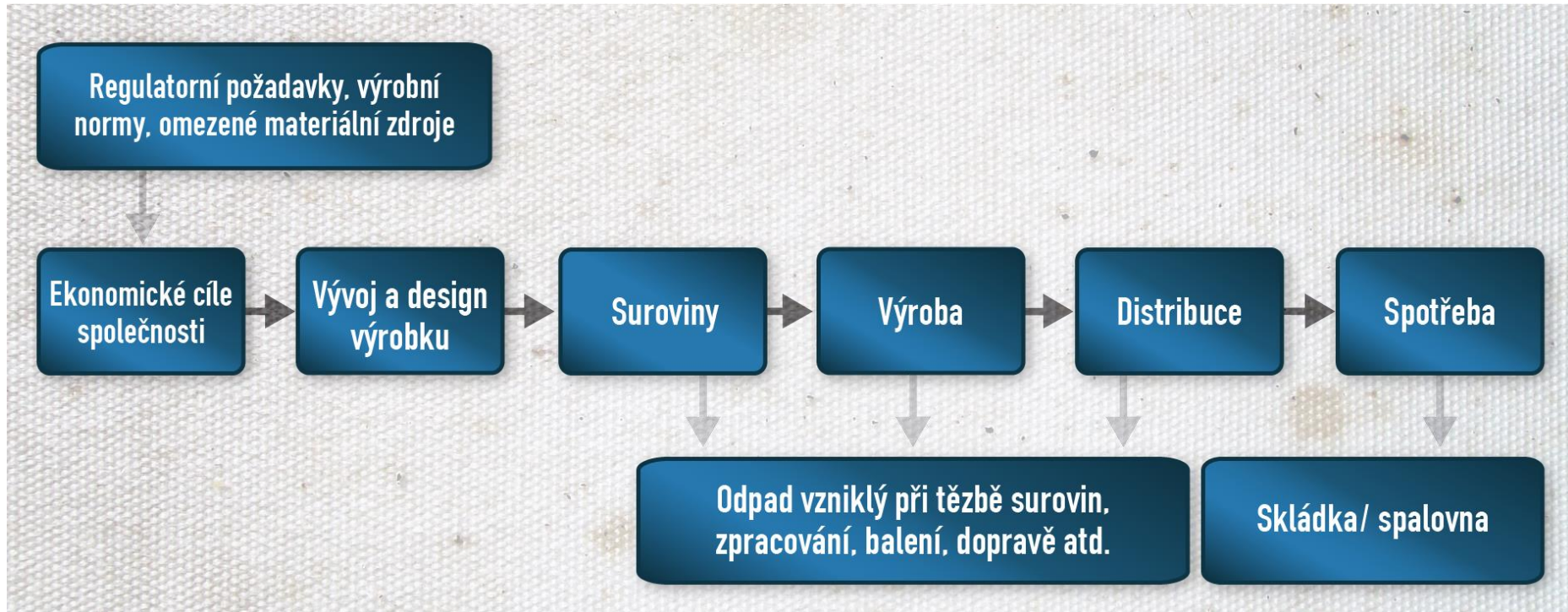
Tab. 1 Produkce odpadů v roce 2016				
		Celkem Total	v tom:	
			nebezpečné	ostatní
Produkce odpadů celkem		25 757 793	1 094 749	24 663 043
v tom:				
z podniků		21 801 816	1 081 842	20 719 974
z toho:		CZ-NACE		
zemědělství, lesnictví a rybářství		01-03	114 577	8 815
těžba a dobývání		05-09	143 876	15 486
zpracovatelský průmysl		10-33	4 670 646	550 976
výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovaného vzduchu		35	889 248	12 440
činnosti související s odpadními vodami, odpady a sanacemi		37-39	3 632 098	278 868
stavebnictví		41-43	10 141 986	105 499
doprava a skladování		49-53	252 794	22 493
z obcí			3 955 977	12 907
z toho:				
komunální odpad			3 579 614	6 878
				3 572 736

# Integrovaný systém odpadového hospodářství



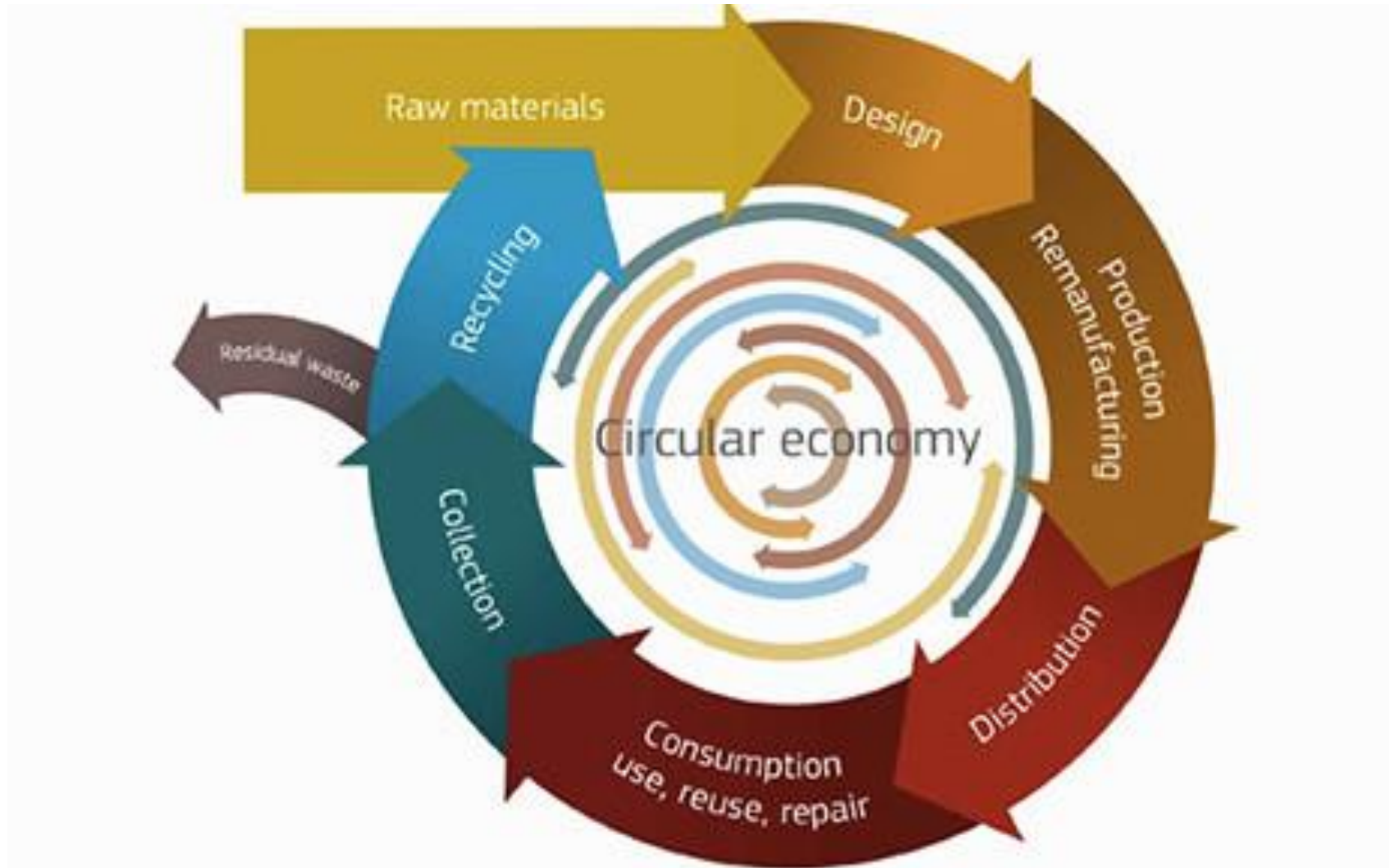
# Konvenční produkční řetězec

---



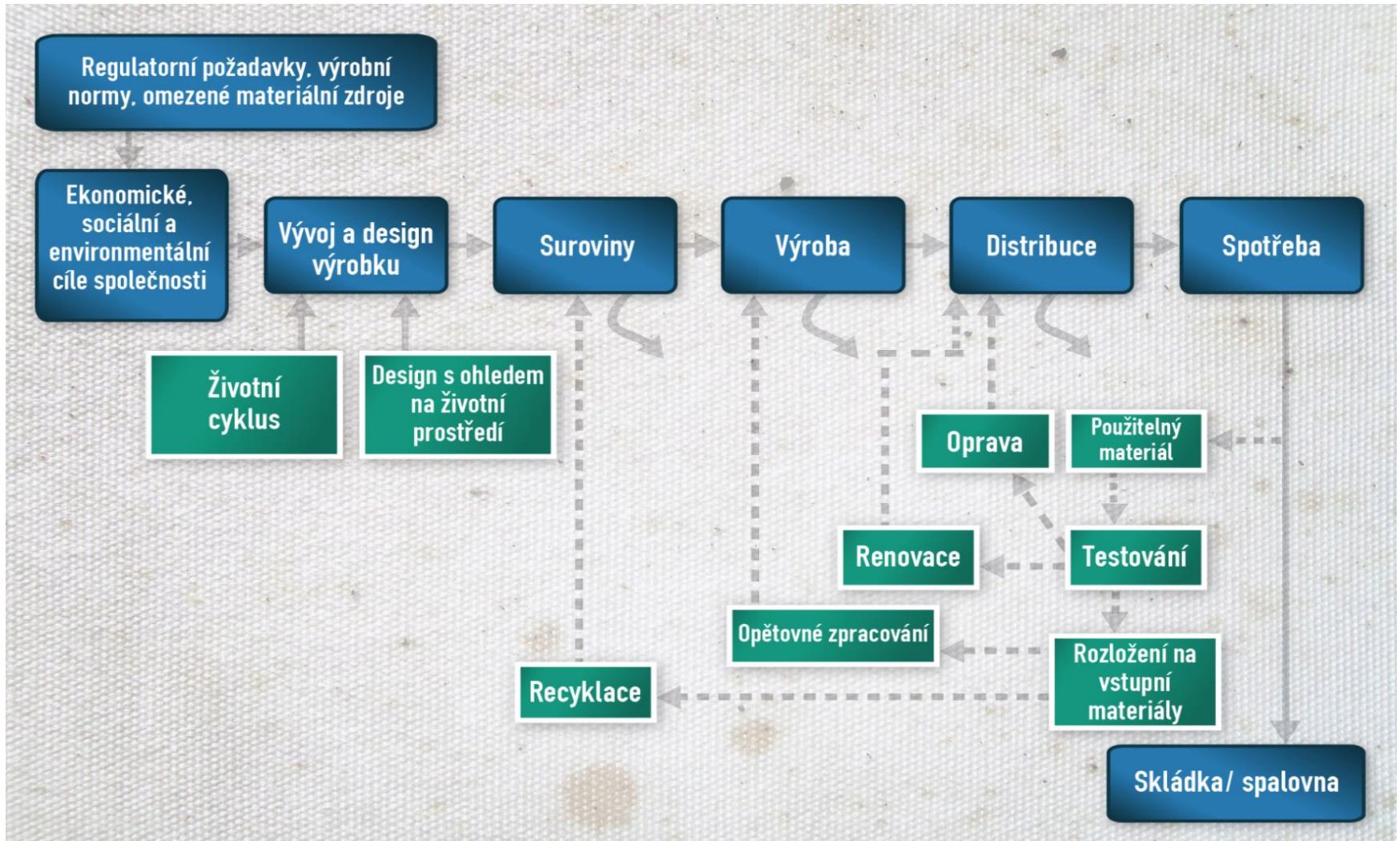
# Cirkulární ekonomika

---





# Zelený produkční řetězec



# Rámcová směrnice o odpadech 2008/98/ES (75/442/ES)

---

## hierarchie způsobu nakládání s odpady (čl. 4)

**předcházení vzniku odpadů**

**opětovné použití**

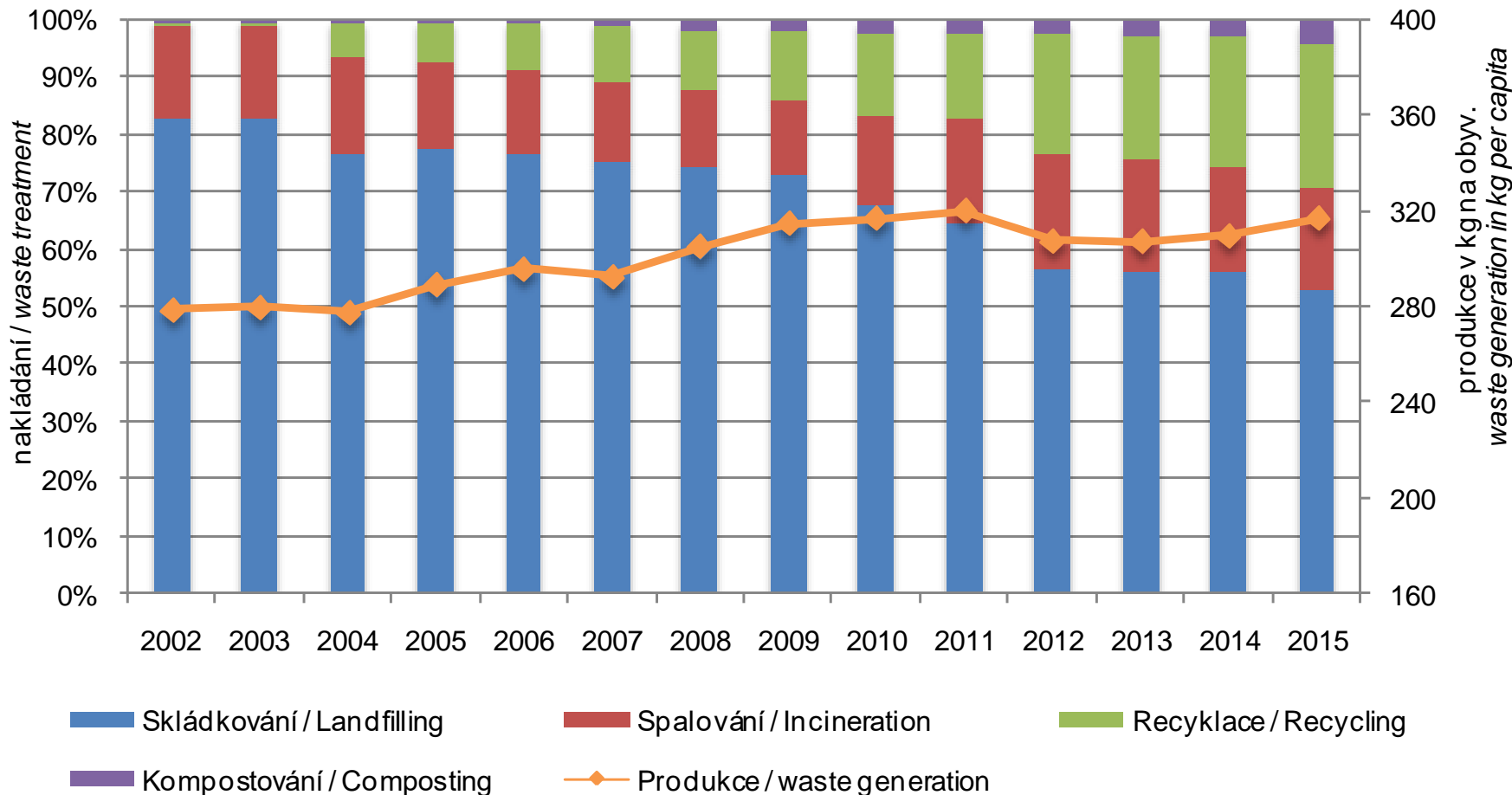
**materiálové využití  
(recyklace)**

**jiné využití  
(energetické)**

**odstranění  
(skládka)**

# Produkce a nakládání s komunálními odpady

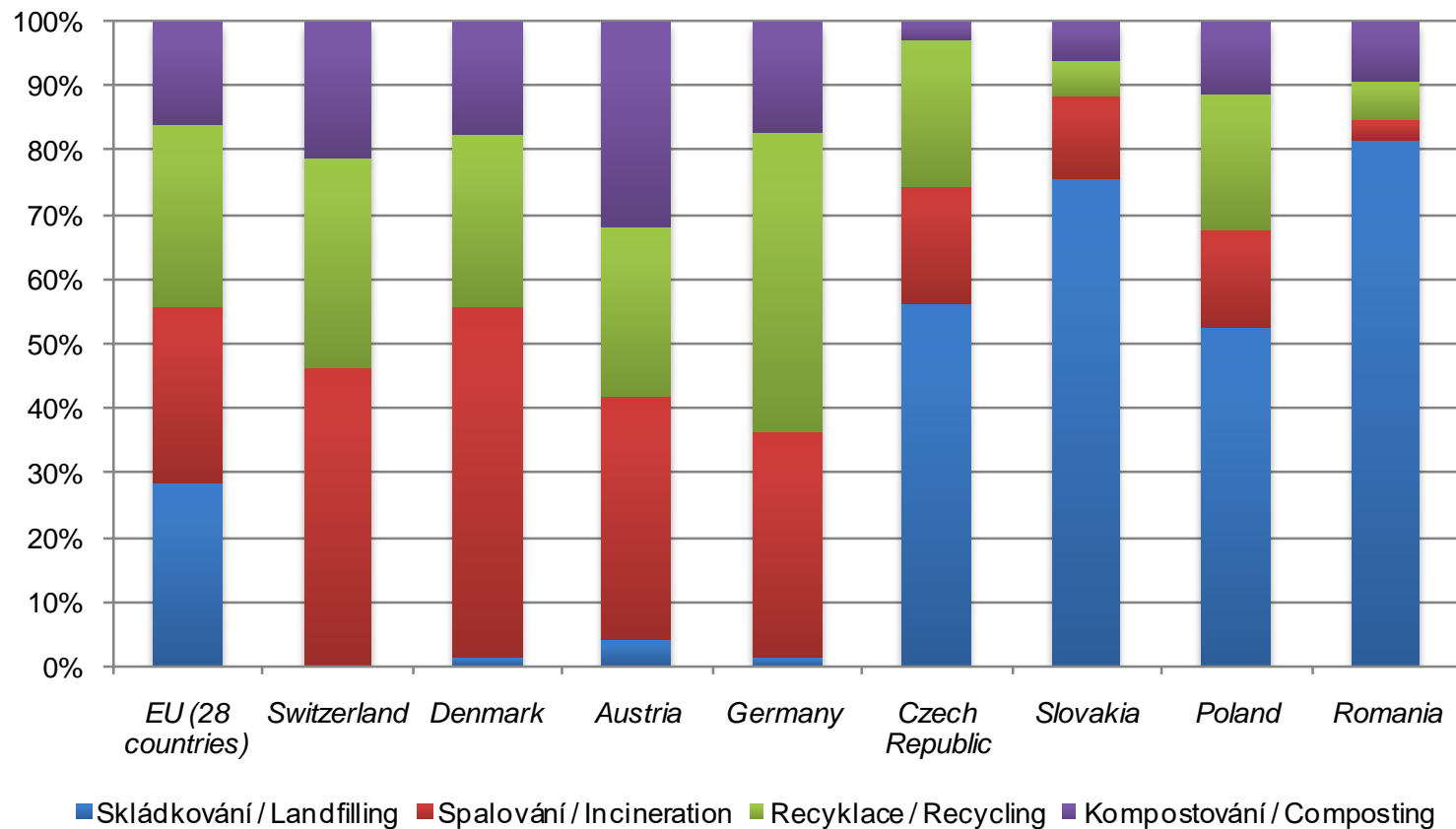
**Graf 8 Produkce a nakládání s komunálními odpady**  
*Municipal waste generation and treatment*



# Nakládání s komunálním odpadem ve vybraných zemích 2014

**Graf 16 Nakládání s komunálním odpadem ve vybraných zemích v roce 2014**

*Municipal waste management in selected countries in 2014*



Zdroj: Eurostat

Source: Eurostat

# Legislativa EU

---

SR 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999 o skládkách odpadů

**SR 2000/76/ES ze dne 4. prosince 2000 o spalování odpadu**

SR 2001/77/ES ze dne 27. září 2001 o podpoře elektřiny z obnovitelných zdrojů v podmínkách vnitřního trhu s elektřinou

SR 2006/12/ES ze dne 5. dubna 2006 o odpadech

**SR 2008/98/ES ze dne 19.11. 2008 o odpadech**, rozhodnutí Komise 2014/955/EU a směrnice Komise 2015/1127

EP 1996/61/ES o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC) uplatňování BAT

ROZHODNUTÍ RADY 2003/33/EC, kterým se stanoví kritéria a postupy pro přijímání odpadů na skládkách podle článku 16 směrnice 1999/31/ES a její přílohy II

## Odpadové hospodářství:

- Zákon 223/2015 Sb. kterým se mění zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a zák. č. 169/2013 Sb., zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady ES č.1069/2009 Sb. o hyg. pravidlech pro vedlejší produkty živočiš. původu a krátkodobé spotřeby

# Legislativa ČR

---

## Ovzduší:

- Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší a související předpisy
- Vyhláška 330/2012 Sb. o způsobu posuzování a vyhodnocování úrovně znečištění

## Energetika:

Energetický zákon 458/ 2000 Sb.

Zákon č. 180/2005 o podpoře obnovitelných zdrojů.

Související vyhlášky a cenová rozhodnutí ERÚ

# Vyhláška č. 415/2012 Sb – Příloha 4

---

- a) dokonalé vypálení, škvára a popel  $< 3 \% C^{\text{org}}$   
(ztráta žíháním  $< 5 \%$  hmotnosti suchého materiálu)
- b) podtlak v zásobníku odpadu (zápach)
- c) spaliny  $850\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu 2 s za posledním přívodem vzduchu  
nebezpečný odpad  $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$  (halogeny Cl  $> 1 \%$ )
- d) pomocný hořák automaticky udržující teplotu  $850\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- e) Spouštění a odstavování možné jen s povolenými palivy  
plynový olej, ZP
  - Spoluspalovací zařízení pro dodržení teplotních podmínek
  - Automatický systém dávkování odpadů zabraňující přívodu pokud:
    - je při spouštění  $t < 850\text{ }^{\circ}\text{C}$
    - je vždy při provozu  $t < 850\text{ }^{\circ}\text{C}$
    - vždy při překročení emisních limitů

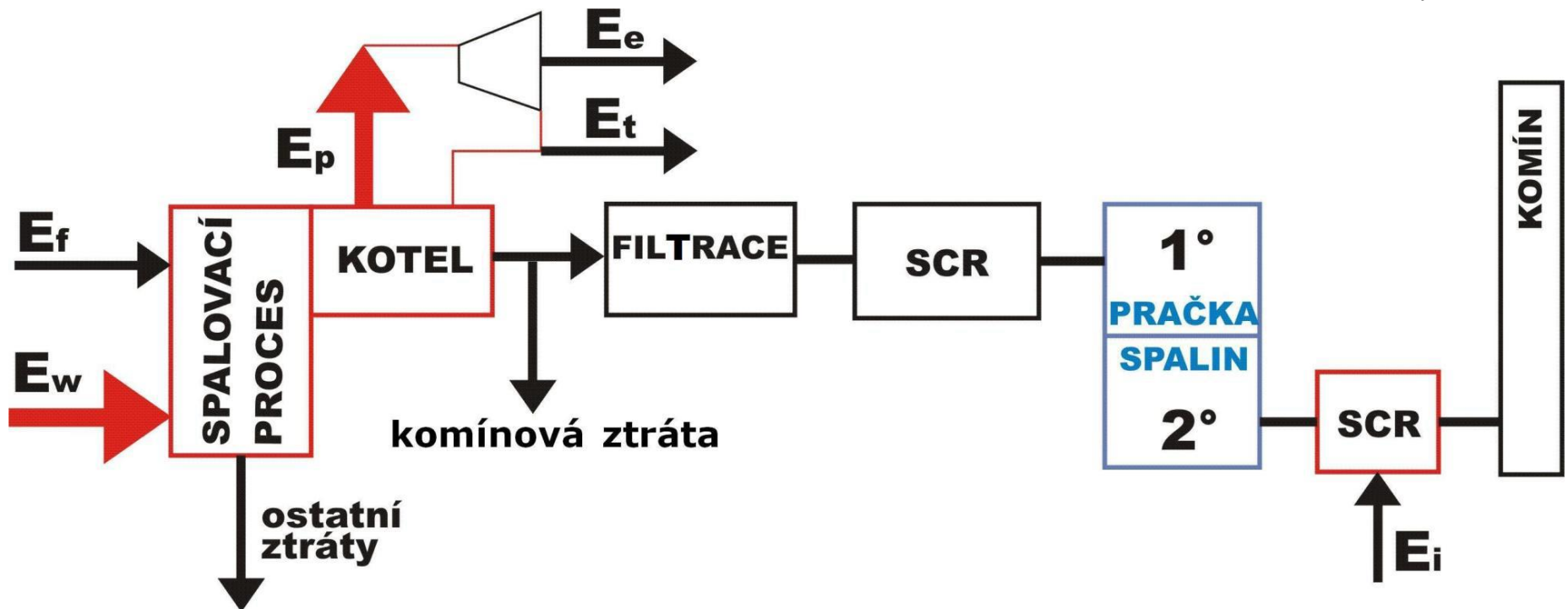


# spalování X energetické využití

ze zákona – energetické účinnost 65 %

- vyšší účinnost - jedná se o energetické využití
- nižší účinnost - spalování

$$\eta = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 \cdot (E_w + E_f)}$$



# Odpad jako palivo

---

PRODUKCE ODPADU

NAKLÁDÁNÍ S ODPADY

VLASTNOSTI ODPADŮ

# Paliva

---

## kapalná

- vyjeté oleje, kaly, dehtové a ropné odpady

## plynná

- odpadní plyny – koksárenský, vysokopecní atp.

## tuhá

- popel škvára, saze, kuchyňské a domovní odpady, obaloviny, nepotřebné věci
- množství a složení je závislé na počtu obyvatel, vybavenosti obyvatel, typu aglomerace a ročním období

# Odpady - klasifikace

---

## domovní

- byty, domky,
- zbytky potravin, papír, plasty, obaly, textil, sklo, kovy, popel

## živnostenský

- obchody, restaurace, kanceláře, hotely
- zbytky potravin, obaly, sklo, kovy, papír, objemný bytový odpad, nábytek

## průmyslový

- zpracování, chemický, průmysl, chemické továrny, elektro...
- dřevo, textil, kůže, kovy, plast, oleje, nebezpečný odpad

## stavební odpady

- demolice
- zemina, sutě, beton, dřevo, plasty, sklo

# Složení odpadu

---

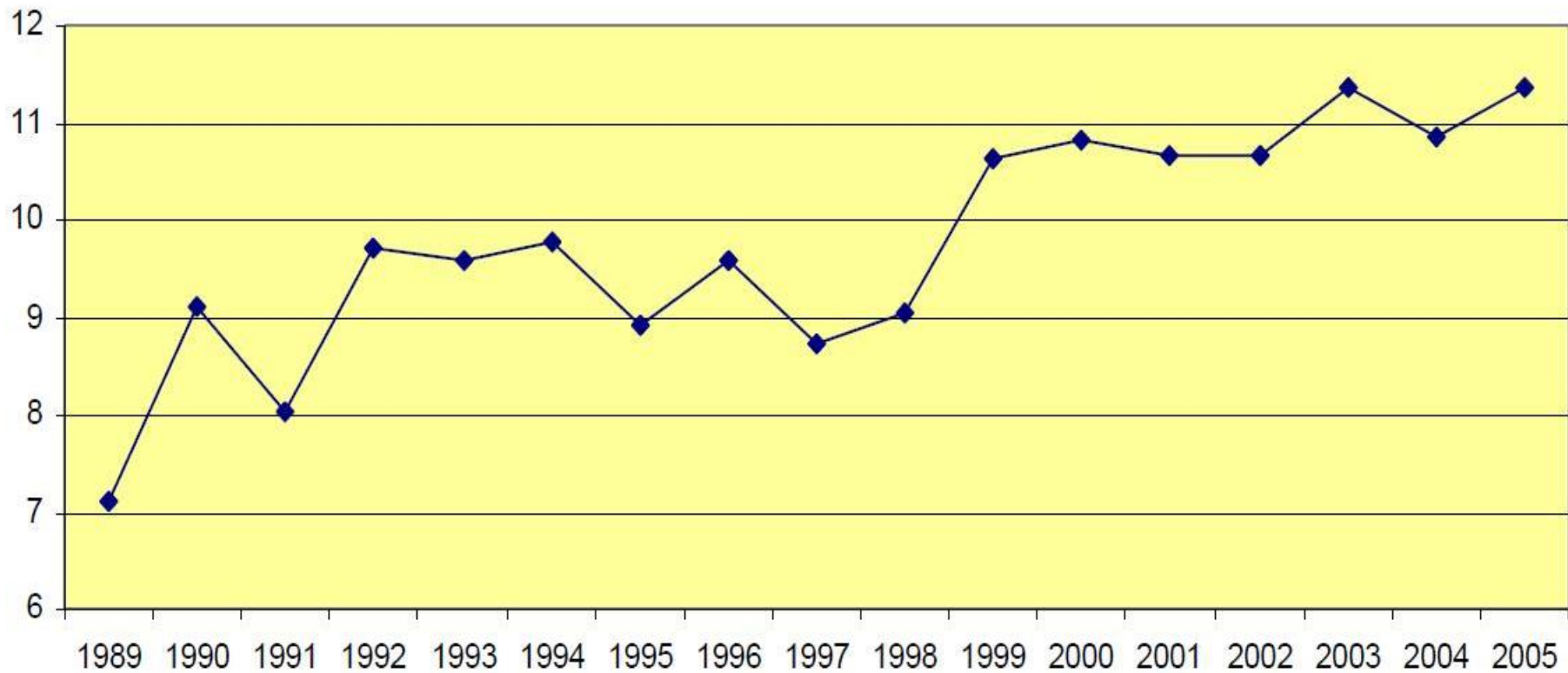
## Hrubý rozbor

- popelovina 20-35 %
- vlhkost 15-40 %
- hořlavina 40-60 %

## Prvkový rozbor

- Hořlavina
  - C
  - H
  - O
  - Cl
  - S
  - N
- Další složky

# Vývoj výhřevnosti komunálního odpadu

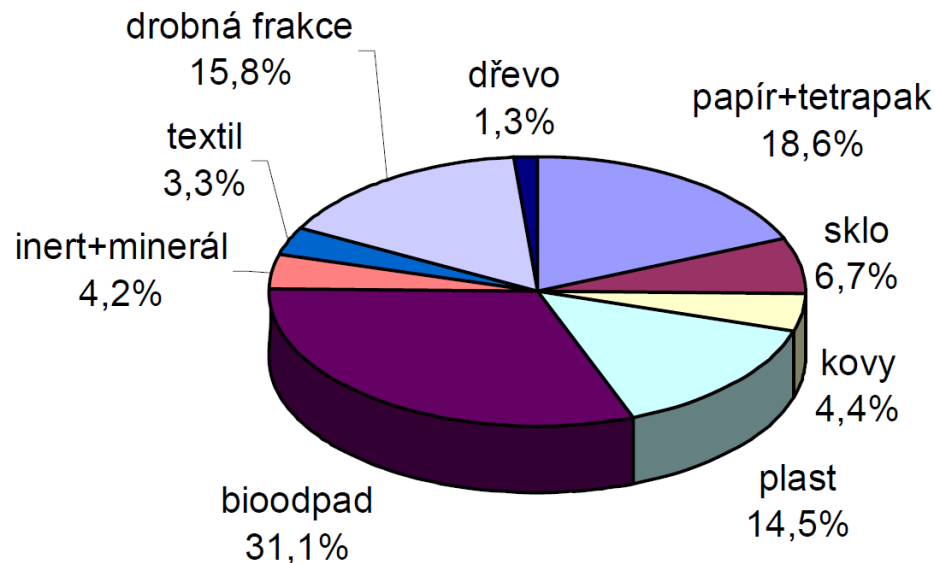
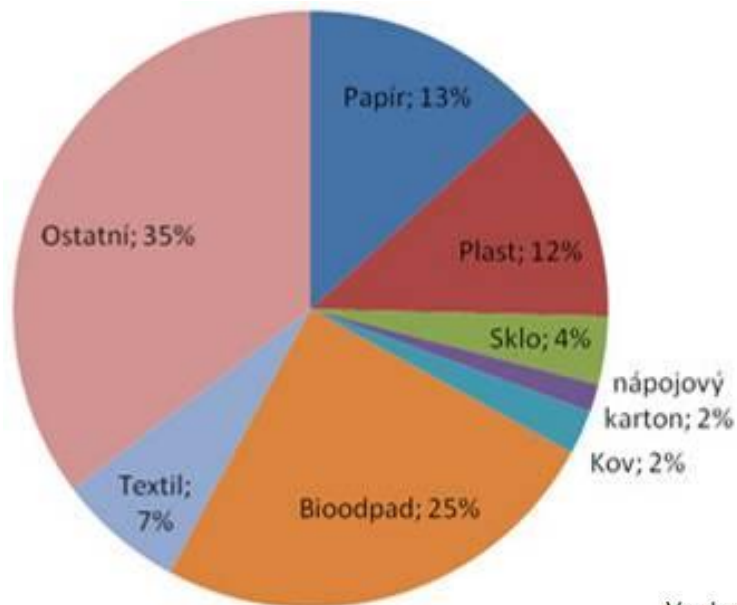


# Výhřevnost složek TKO

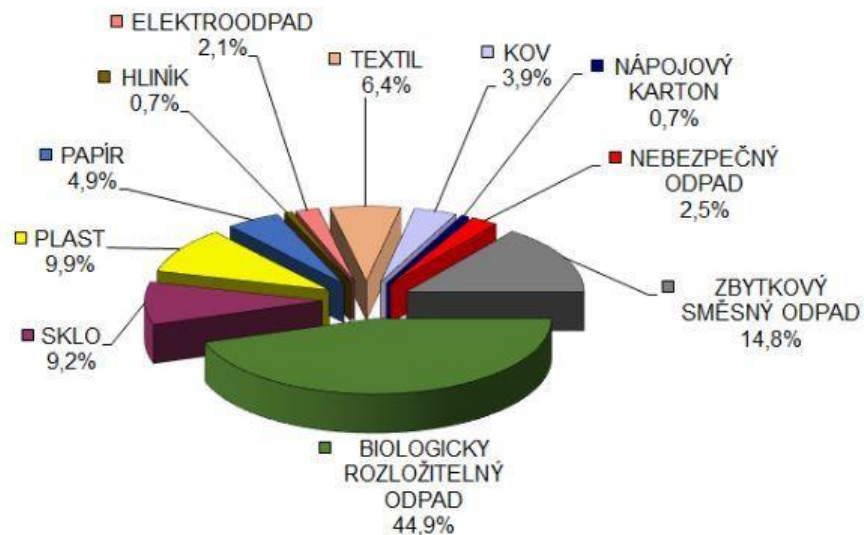
---

Druh odpadu	Výhřevnost
Papír	15,7 MJ/kg
Plasty	32,7 MJ/kg
Polyetylen	43,4 MJ/kg
Polystyren	38,0 MJ/kg
PVC	22,5 MJ/kg
Textil	18,3 MJ/kg
Potraviny	4,2 MJ/kg
Smetky	6,0 MJ/kg
Štěpka, dřevo	15,4 MJ/kg
Sklo	0,2 MJ/kg

# Složení komunálního odpadu z domácností v ČR a v Brně, údaje 2007



Vzorkování smíšeného komunálního odpadu Prostřední Bečva 9. 5. 2016





# Informativní tabulka energetického potenciálu SKO při výrobě elektrické energie

---

Výhřevnost	kJ/kg	10 000	11000	12 000
Tepelná energie 1 t	GJ	10	11	12
Účinnost kotle		0,85	0,85	0,85
Tepelná energie páry	GJ	8,5	9,35	10,2
Účinnost přeměny		0,295	0,295	0,295
Elektrická energie	GJ	2,508	2,758	3,009
Elektrická energie	kWh	697	766	836
Vlastní spotřeba*	kWh	79	79	79
Elektrická energie netto	kWh	618	687	757

\* vlastní spotřeba pro provoz 1 kotel + 1 linka čištění spalin 1,2 MWh

# Zařízení pro termické využití odpadů

---

SPALOVÁNÍ

ZPLYŇOVÁNÍ

PYROLÝZA

PLAZMA

# Pododvětví spalování odpadů

---

## Spalování směsného komunálního odpadu

- zpracování typických směsných a neupravených domovních odpadů, případně určité množství průmyslových a živnostenských odpadů

## Spalování předběžně upravených komunálních nebo jiných odpadů

- upravování separovaných odpady, předběžně upravených nebo připravené takovým způsobem, že se charakteristiky odpadu liší od směsného odpadu

## Spalování nebezpečných odpadů

- spalování na průmyslových stanovištích a v obchodních podnicích

## Spalování kalů z čistíren odpadních vod

- spalování odděleně od ostatních odpadů v určených zařízeních nebo spalování kombinované s ostatními odpady (např. s komunálním odpadem).

## Spalování klinických odpadů

- spalování přímo v místě vzniku odpadu nebo v jiných zařízeních, např. se směsným komunálním nebo nebezpečným odpadem.

# Rozdělení termických metod

---

## Procesy oxidační - Spalování

- procesy termického zneškodnění odpadů, při nichž je obsah kyslíku v reakčním prostoru stechiometrický nebo vyšší vzhledem k obsahu hořlavých látek ve zpracovávaném odpadu.
- je kontrolovatelný proces oxidace (za sechiometrických a nadstechiometrických podmínek) tuhých, kapalných nebo plyných spalitelných odpadů na oxid uhličitý, vodu, popel a další látky.

## Procesy redukční

- takové procesy termického zneškodňování odpadů, při nichž je obsah kyslíku v reakčním prostoru nulový nebo podstechiometrickým vzhledem k obsahu hořlavých látek ve zpracovávaném odpadu.
- Pyrolýza - tepelný rozklad organických látek za nepřístupu oxidačních médií (vzduch, kyslík, oxid uhličitý, vodní pára), při němž se organické látky rozpadají na jednoduché těkavé produkty a koks
- Zplyňování odpadů – tepelný rozklad za podstechiometrického obsahu kyslíku a za přítomnosti vodní páry směřující ke vzniku plyných hořlavých látek

# Technologie spalování

---

## Roštové komory

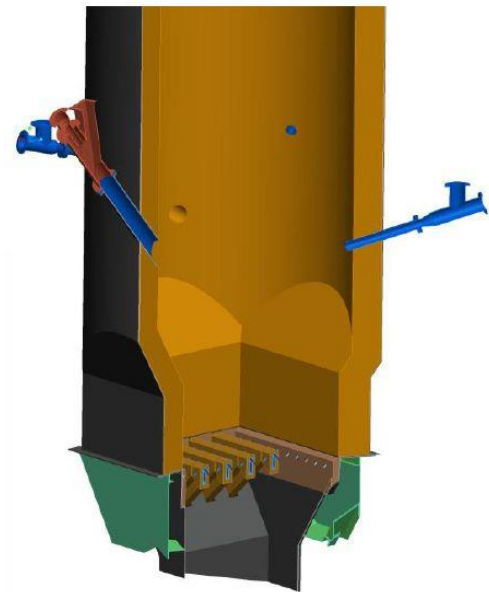
- vysoká flexibilita typu odpadu, velikosti a sezonních změn

## Fuidní lože

- nízká emisní úroveň
- vysoký stupeň homogenizace odpadu
- vyžaduje úpravu odpadu (separace, drcení apod.)

## Rotační pec

- flexibilita odpadu (kapalný, pastózní, tuhý)
- nízká účinnost energetického využití



# Typy spalovacích pecí

---

## Diskontinuální (vsázková ) pec

- jednoduchá – pevný rošt, mechanická vsázka, odpopelňování

## Kontinuální pece

- nepřetržitý provoz 24 h, výkon >100 t/d

## Rotační pece

- průmyslový odpad, pevný kapalný, pastózní

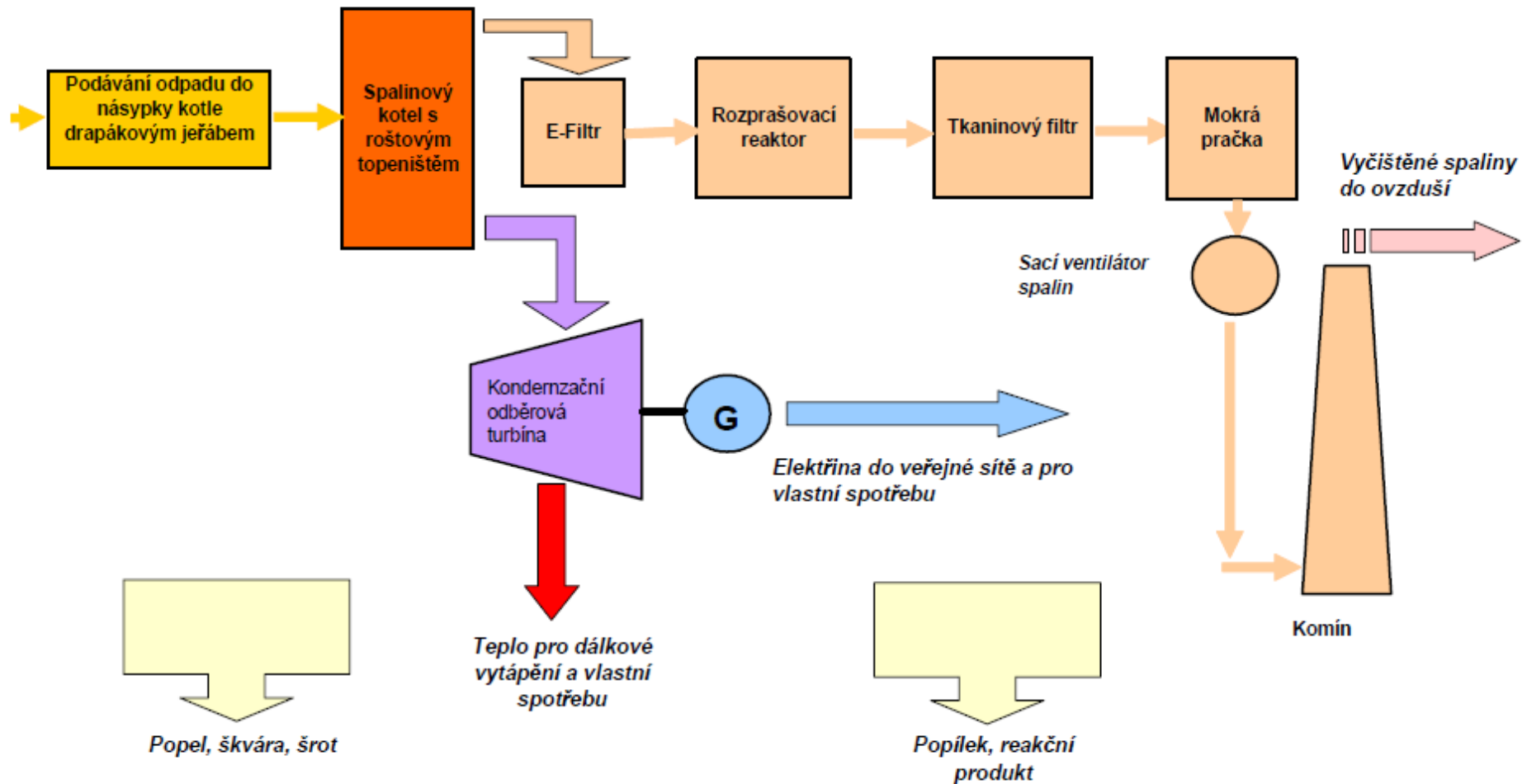
## Fluidní reaktory

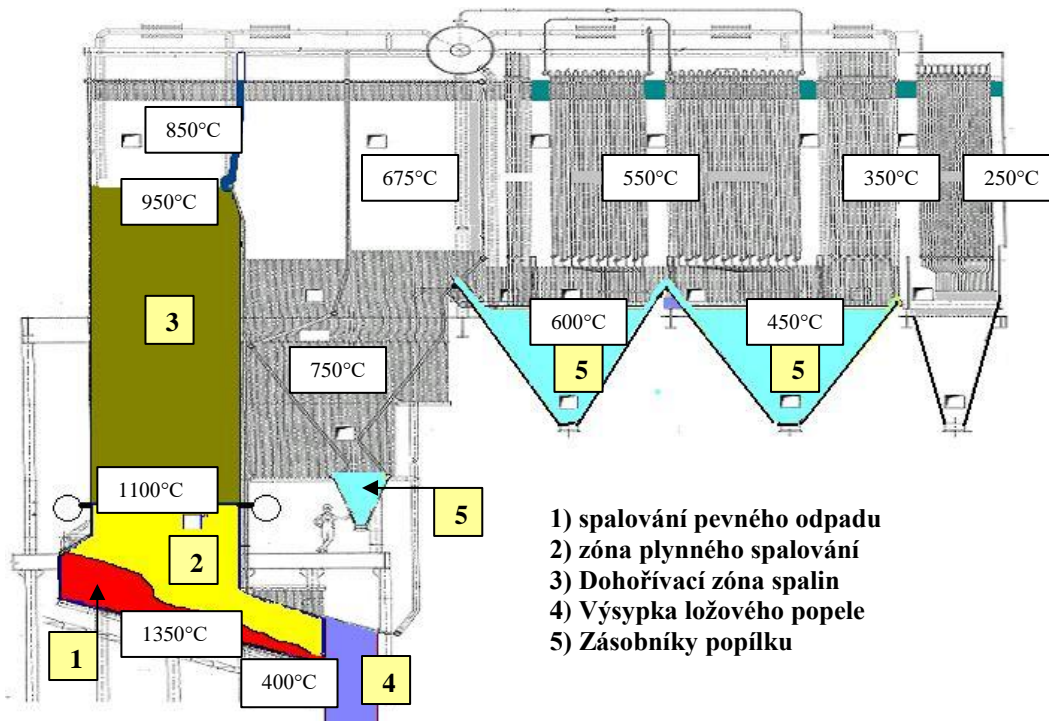
- upravený odpad, pastózní odpad

## Pece na tavení popela

- hořákové, obloukové elektrické

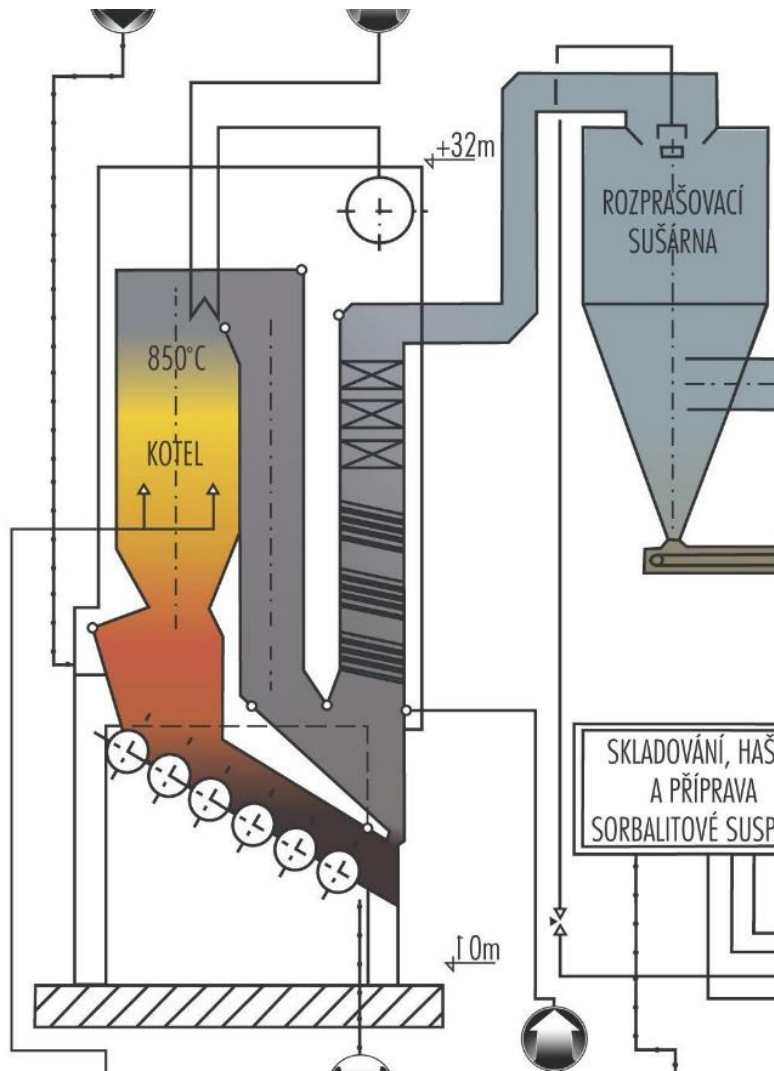
# Blokové schéma roštové spalovny





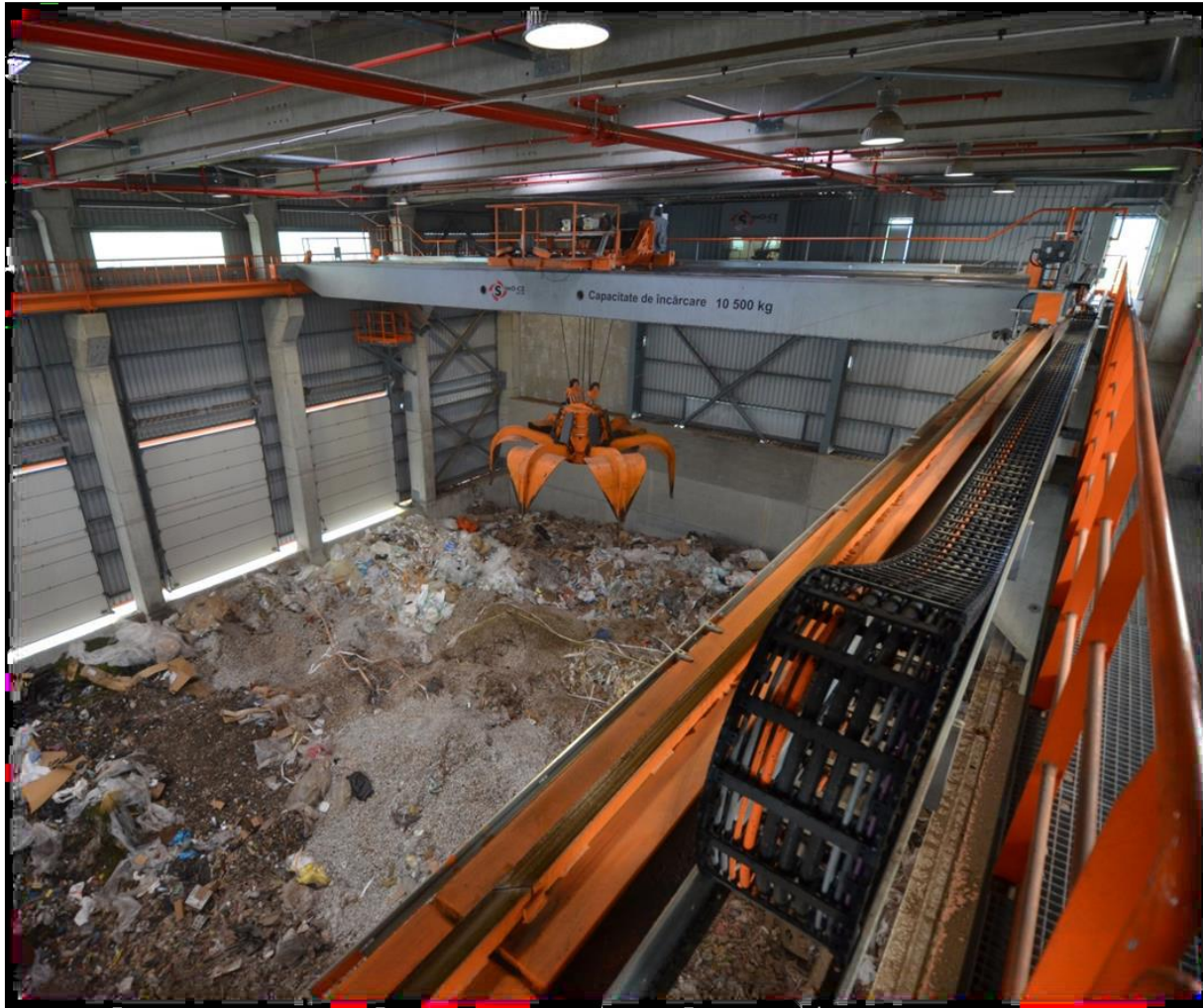
# Horizontální uspořádání





# Vertikální uspořádání

# Drapákový jeřáb






# Rošty



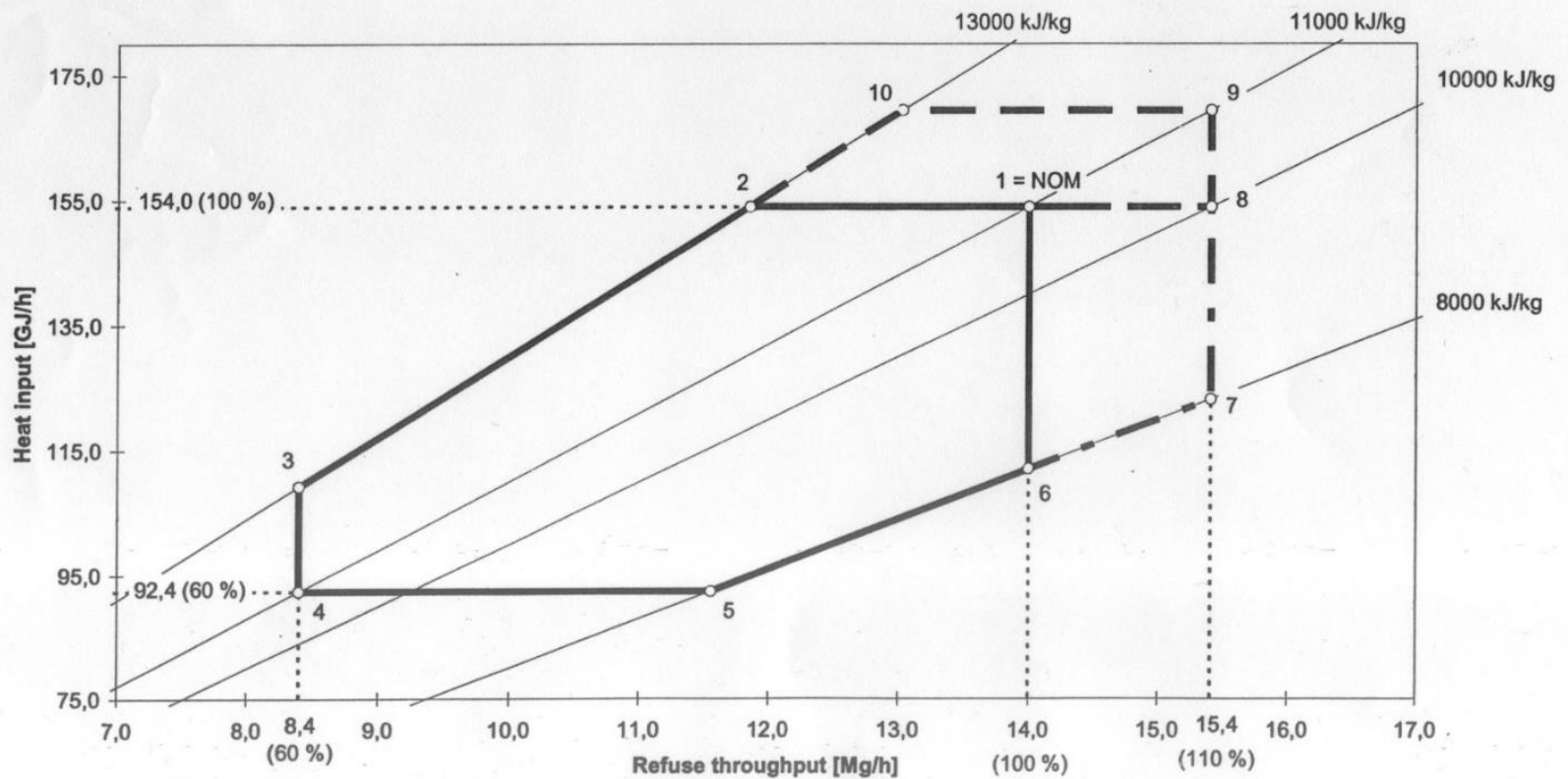
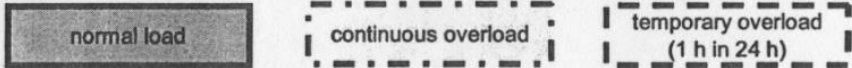
# Rošty

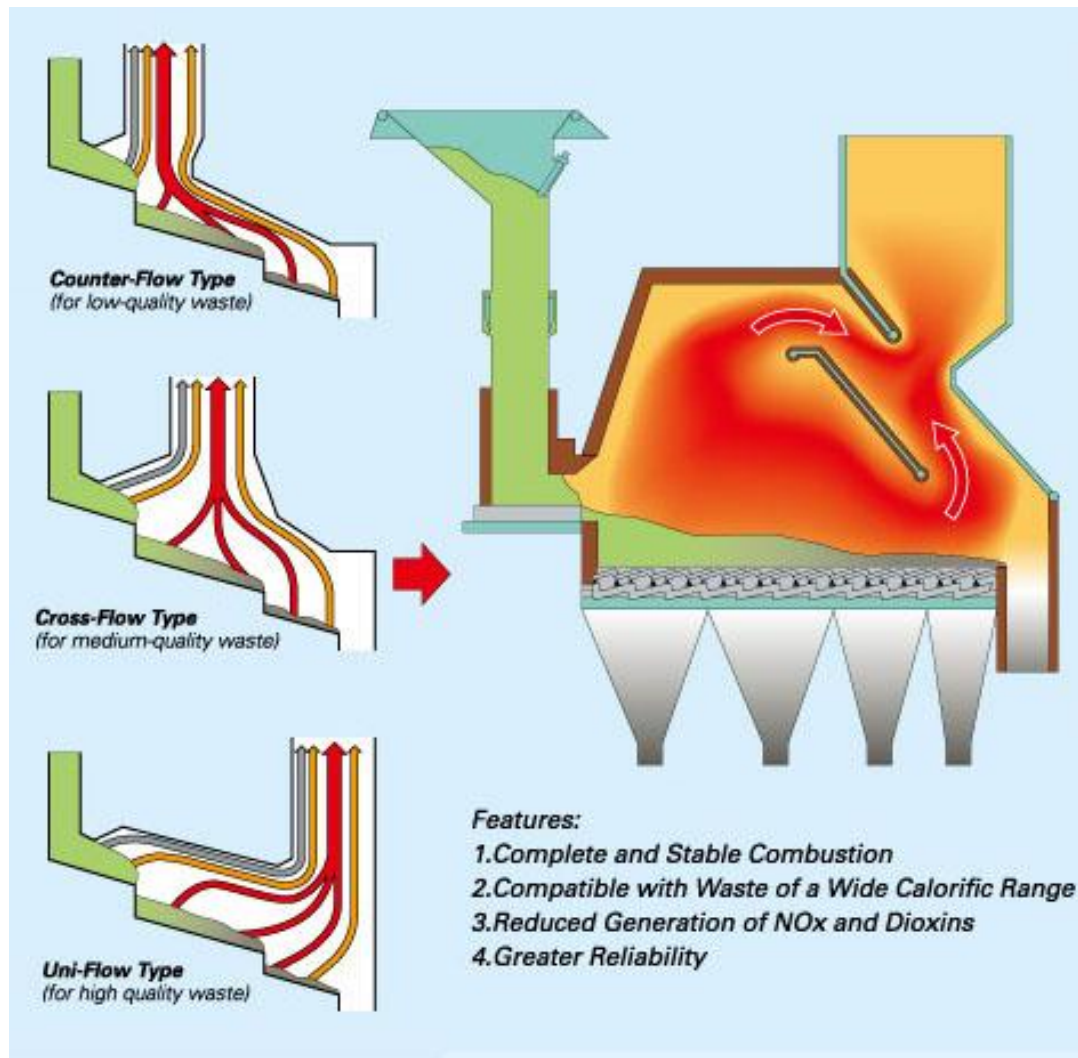
---

# Kapacitní diagram roštu

 <b>MARTIN GmbH</b>	<h2>Stoker Capacity Diagram</h2> <h3>Brno</h3>	Date: 19.10.2006 Project group: PA2 / Jf Document number: 8A 593 P09b
---	--	---

Number of runs : 3  
 Total width : 6320 mm  
 Surface : 45,4 m<sub>e</sub>  
 Number of steps : 13





# Rotační pece

---

## druhy odpadů

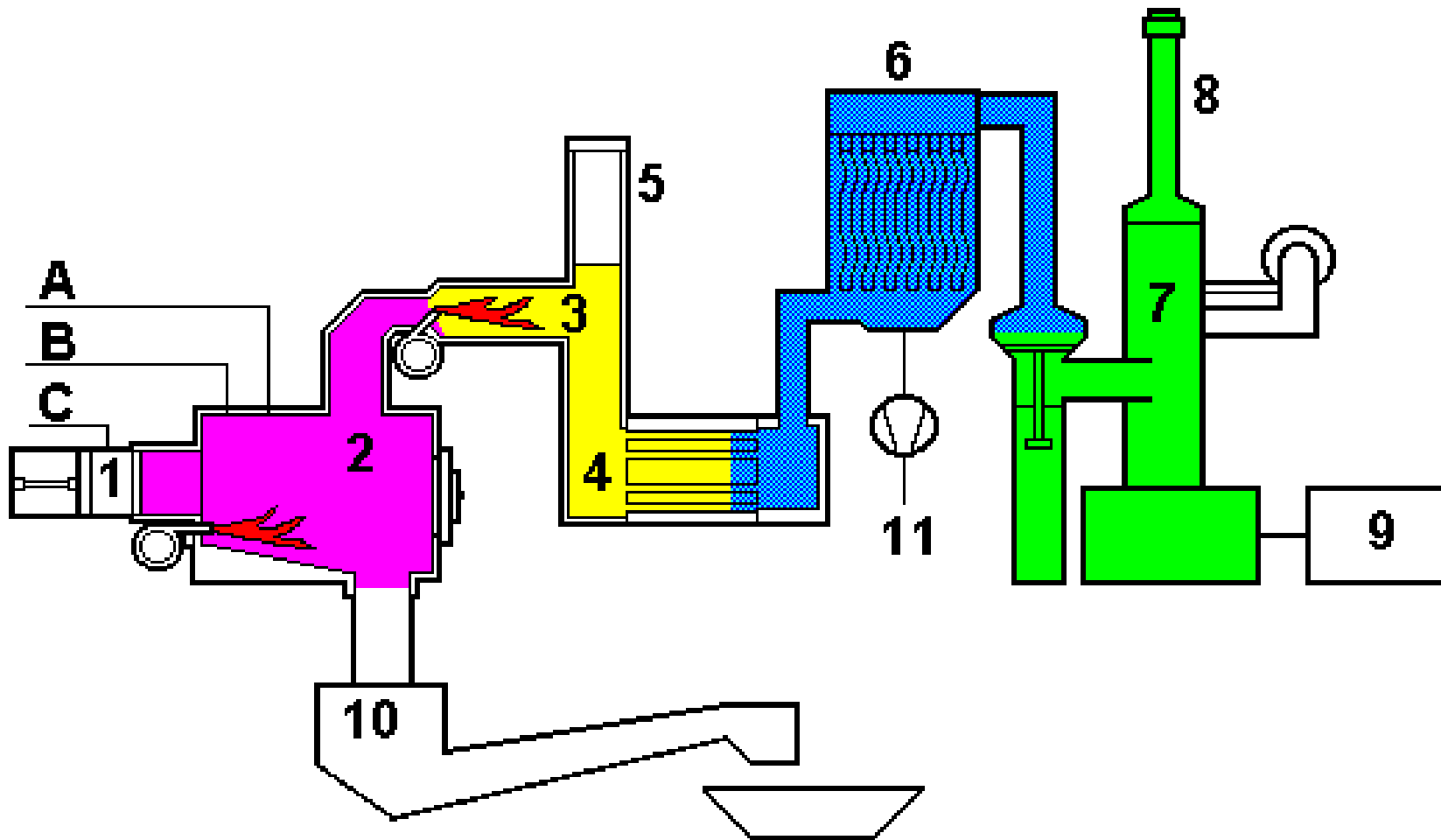
- pevné
- těstovité, pastovité
- kapalné (kaly ČOV)

## multizonární spalovny

- pyrolýzní komora
- termoreaktor
- kotel na odpadní teplo



# Schéma spalovny s rotační pecí





# Etážové pece

## Multiple Hearth Furnace (MHF)

jedná se o pec válcového tvaru, která je rozdělena do jednotlivých etáží

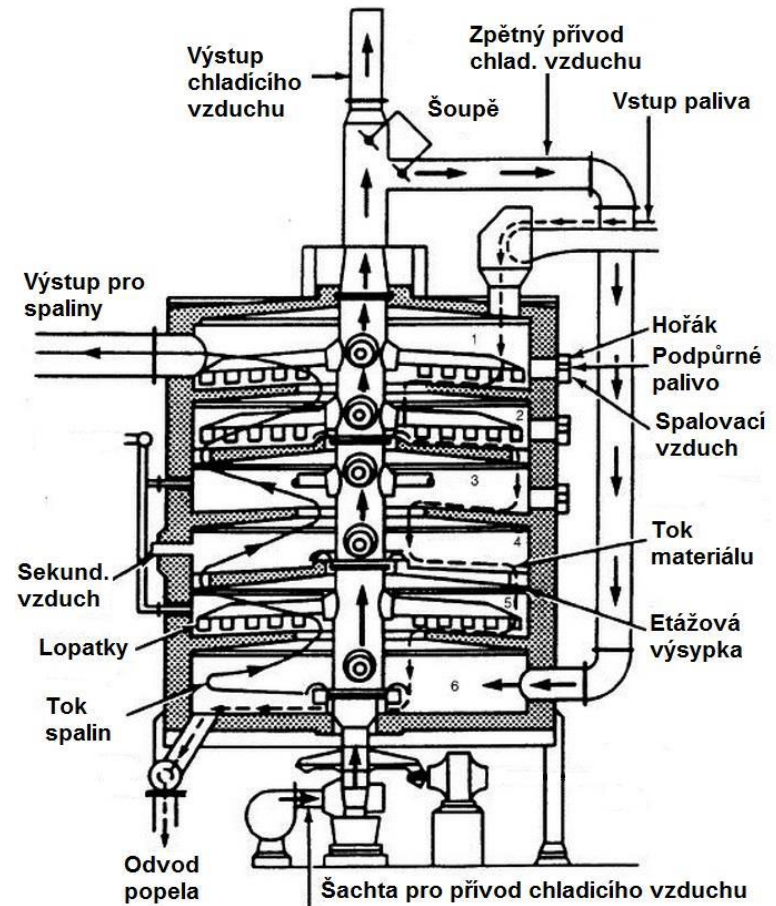
pec je opatřena žáruvzdornou vyzdívkou a osou pece je vedena ocelová, chlazená hřídel, která je opatřena lopatkami, které zasahují do jednotlivých etáží

odpad, který je dávkovaný z horní části pece, je pomocí lopatek posouván směrem k výsypce, kde materiál propadne do další etáže

proti toku odpadu proudí spaliny ze spalovací části pece

je zajištěna relativně dlouhá doba zdržení odpadu

tento způsob je vhodný pro materiál o vysoké vlhkosti (například kaly)



# Zplyňování

---

Zplyňování je částečné spalování organických látek za vzniku plynů, které lze použít jako surovinu (pomocí reformních procesů) nebo jako palivo.

Pro zplyňovací proces platí tyto speciální charakteristiky:

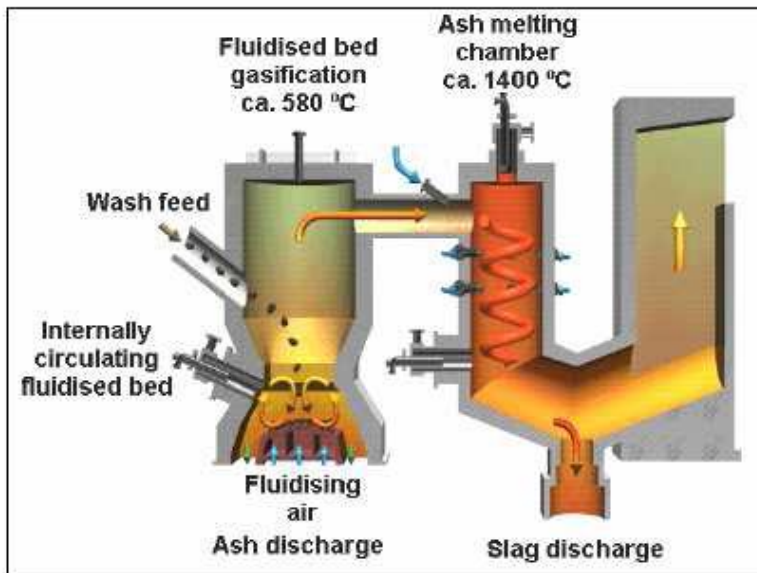
- menší objem plynu v porovnání s objemem spalin při spalování (při použití čistého kyslíku až desetinásobek)
- Převažující tvorba CO nad CO<sub>2</sub>
- Vysoké provozní tlaky (u některých procesů)
- Akumulace tuhých zbytků ve formě strusky (při vysokých teplotách zplyňování strusky)
- Malé a kompaktní agregáty (obzvláště při tlakovém zplyňování)
- Materiálové a energetické zužitkování syntézního plynu
- Menší toky odpadních vod z čištění syntézního plynu.

# Zplyňovací zařízení

odpad se zplyňuje ve fluidním loži při provozní teplotě 580 °C

větší inertní částice a kovy se oddělují od fluidního lože a padají ke dnu, materiál lože se vrací do zplyňovače

jemný popel a spalitelný plyn je přepravován do cyklónové komory, kam je přiváděn vzduch, aby se docílilo požadované teploty k tavení popele (běžně 1350-1450 °C)



# Pyrolýza

---

pyrolýza je odplynování odpadů za nepřítomnosti kyslíku

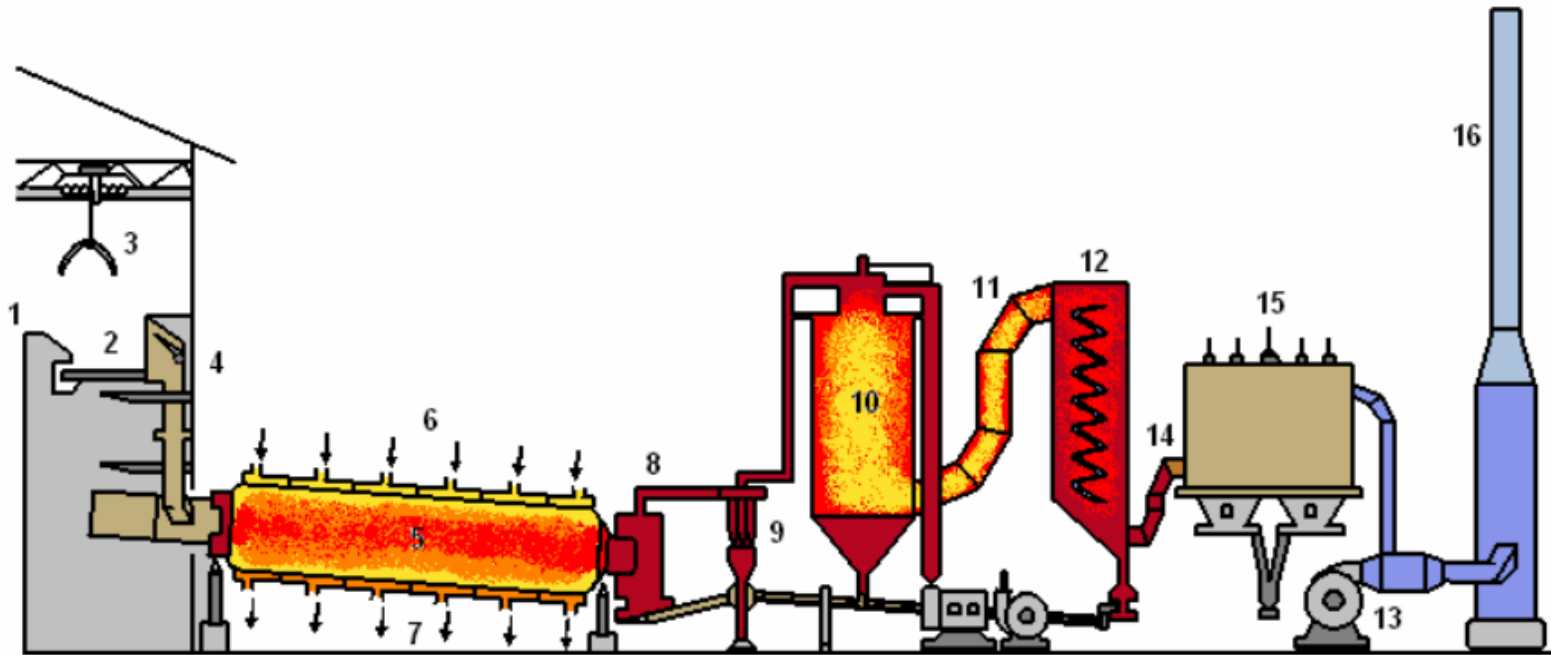
během procesu vzniká pyrolýzní plyn, dehet a tuhý koks

výhřevnost pyrolýzního plynu z komunálního odpadu je 5 až 15 MJ/m<sup>3</sup>

v širším smyslu je „pyrolýza“ všeobecný pojem zahrnující řadu různých procesů:

- proces odplynění: tvorba plynu z těkavých částic odpadů při teplotách mezi 400-600 °C
- pyrolýza: tepelný rozklad organických molekul odpadu mezi 500 a 800 °C za vzniku plynné a tuhé frakce
- zplynování: konverze uhlíkatého podílu zbylého v pyrolýzním koksu při 800 až 1000 °C s použitím zplyňovacích látek (např. vzduchu nebo páry) na procesní plyn (CO, H<sub>2</sub>)
- spalování: spalování plynu a pyrolýzního koksu (závisí na kombinaci technologií) ve spalovací komoře

# Schéma pyrolýzní jednotky Babcock



- 1 – svoz odpadu do bunkru, 2 – násypka, 3 – drapák suroviny, 4 – vstup vápna, 5 – rotační pyrolýzní pec, 6 – vstup otopových spalin, 7 – odtah otopových spalin, 8 – vynášecí komora, 9 – cyklon, 10 – spalovací komora, 11 – vstup spalin do kotle, 12 – kotel na odpadní teplo, 13 – spalinový ventilátor, 14 – sekundární vstup vápna, 15 – tkaninový filtr, 16 – komín

# Provozní a ekologické problémy spaloven odpadů

---

POPEL

KOROZE

EMISE

# Popel

---

teplota měknutí popele

škvárování

abraze spalínovodů

# Složení a teploty tavení složek popele

	Trmice	Kralupy	Val. Meziříčí
$\text{SiO}_2$	45,4	36	41,2
$\text{Al}_2\text{O}_3$	17,3	30	7,4
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	11,9	11	26,5
$\text{TiO}_2$	3	2	6,8
$\text{CaO}$	10,8	16	6,8
$\text{MgO}$	3,7	1	0,8
$\text{BaO}$	0,7		0,1
$\text{MnO}$	0,1		0,1
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	0,1		
$\text{K}_2\text{O}$	0,9	0,8	1,4
$\text{Na}_2\text{O}$	2,4	2,5	6,4
$\text{SO}_3$	0,1		

Složka	Teplota tavení [°C]
$\text{NaCl}$	800
$\text{KCl}$	776
$\text{CaCl}_2$	772
$\text{FeCl}_3$	282
$\text{K}_2\text{SO}_4$	884
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$	400
$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$	335
$3 \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 * \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$	280
$\text{Na}_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$	624
$\text{K}_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$	618
$\text{Na}_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 * \text{K}_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$	552
$\text{Na}_3\text{Al}(\text{SO}_4)_3$	646



# Opatření k omezení škvárování

---

## Projekt - návrh chlazení vyzdívky

- parní ofukování,
- chlazení vzduchem-ofukování,
- vodním sprejem,
- vzduchové chlazení vyzdívky za varným systémem kotle
- recirkulace spalin
- výběr vyzdívky (šamot. SiC)

## Provoz

- homogenizace odpadu v bunkru
- řízení výstupní teploty
- snížení výkonu linky

# Koroze

---

## koroze vlivem chloru

- způsobená chloridem železnatým  $\text{FeCl}_2$ ,
- výrazně roste při teplotách nad 240 C (tlak ve výp. 40bar) na hranici mezi materiálem a povlakem

## koroze vlivem chloridů při vysoké teplotě

- agresivní působení hydroxidu železnatého  $\text{Fe}(\text{OH})_2$
- teploty nad 700 °C, na stěnách trubek nad 400 °C

## koroze vlivem tavení soli

- vysoce reaktivní alkalické soli
- reakce nejen s ocelí, ale i s vyzdívkami kotlů

# Koroze

---



Koroze přehřívákové trubky

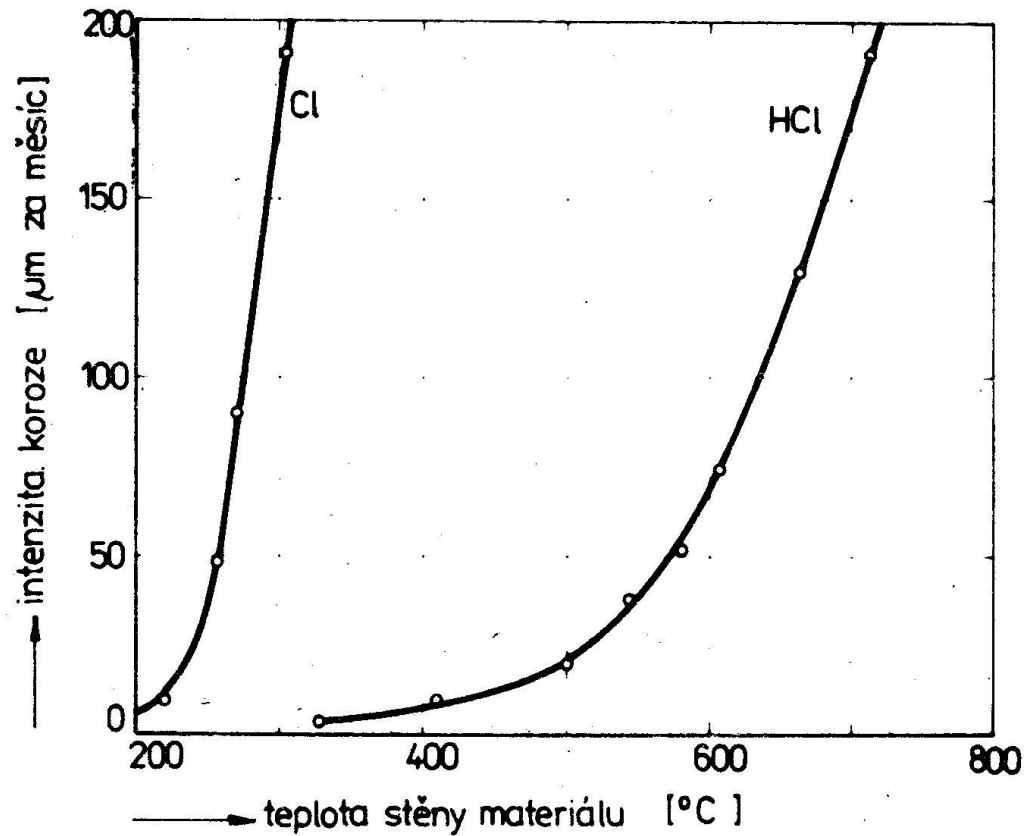
# Koroze

---



Ochrana povrchu trubek návary niklových slitin

# Koroze



Obr. 5.2.1 Korozivní účinek HCl a Cl na uhlovodíkovou ocel v závislosti na povrchové teplotě materiálu

# Vyzdívka

---

Ochrana ohniště, spalínovodů, násypky paliva před agresivními spalinami

Vytváření optimálních podmínek pro spalování odpadu (tepelná izolace)

Opotřebení vyzdívky – dle místa aplikace

- abraze – otěr,
- koroze,
- tepelné namáhání, tepelné šoky,
- adheze tavenin, penetrace eutektik a solí do matrice vyzdívky,
- chemické působení
- tepelné pnutí vlivem prudkých změn teplot

# Provozní podmínky vyzdívek

	Roštové kotle			Fluidní pece	Rotační pece
	Násypka	Spalovací komora	Spalinové kanály		
<b>Provozní podmínky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mechanický otěr</li> <li>- změny teplot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vysoká teplota</li> <li>- adheze tavenin</li> <li>- otěr</li> <li>- pronikání sloučenin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- změny teploty</li> <li>- kontakt s vodou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- smíchání odpadů s pískem</li> <li>- pronikání nečistot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rotace odpadů</li> <li>- změny teplot</li> </ul>
<b>Charakter vyzdívky</b>	odolnost proti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- změnám teploty</li> <li>- otěru</li> </ul>	odolnost proti <ul style="list-style-type: none"> <li>- adhezi</li> <li>- alkáliím</li> <li>- korozi</li> <li>- oxidaci</li> <li>-abrazii</li> </ul>	odolnost proti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- změnám teplot</li> <li>- alkáliím</li> <li>- vodě</li> </ul>	odolnost proti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- abrazi</li> <li>- alkáliím</li> </ul>	odolnost proti: <ul style="list-style-type: none"> <li>- změnám teploty</li> <li>- otěru</li> </ul>
<b>Vyzdívka</b>	šamotové cihly	Šamotové cihly Si-C cihly plastická odlévatelná (fookret)	odlévatelná	šamotové cihly odlévatelná	šamotové cihly Si-C cihly odlévatelná

# Vyzdívka

---





# Složení spalin

---

$\text{CO}_2$  ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,

V závislosti na druhu spalovaného odpadu spaliny dále obsahují:

- tuhé znečišťující látky do cca  $4 \text{ g.m}^{-3}$ ;
- těžké kovy ve formě plynů jako kadmium, rtuť, olovo, zinek a jiné, obvykle v koncentracích řádově  $\text{mg.m}^{-3}$ ;
- plynné znečišťující látky,
  - chlorovodík ( $600 - 1500 \text{ mg.m}^{-3}$ )
  - fluorovodík ( $3 - 30 \text{ mg.m}^{-3}$ )
  - oxid siřičitý ( $200 - 500 \text{ mg.m}^{-3}$ )
  - oxidy dusíku ( $200 - 500 \text{ mg.m}^{-3}$ )
  - nespálené uhlovodíky (řádově  $\text{mg.m}^{-3}$ ).

# Emise

---

## Kontinuálně měřené emisní hodnoty

- Tuhé znečišťující látky – TZL
- Organické látky v plynné fázi vyjádřené celkovým obsahem organického uhlíku – TOC
- Plynné sloučeniny chlóru vyjádřené jako – HCl
- Plynné sloučeniny fluoru vyjádřené jako – HF
- Oxid siřičitý –  $\text{SO}_2$
- Oxid dusnatý a dusičitý –  $\text{NO}_x$
- Oxid uhelnatý – CO \*

## Emisní hodnoty stanovované jednorázovým měřením

- Kadmium a jeho sloučeniny
- Thalium a jeho sloučeniny
- Rtuť a její sloučeniny
- Antimon a jeho sloučeniny
- Arzén a jeho sloučeniny
- Olovo a jeho sloučeniny
- Chrom a jeho sloučeniny
- Kobalt a jeho sloučeniny
- Měď a její sloučeniny
- Mangan a jeho sloučeniny
- Nikl a jeho sloučeniny
- Vanad a jeho sloučeniny
- Dioxiny a furany

# Porovnání emisních limitů vybraných zařízení (mg/m<sup>3</sup>)

Sledované emise	Spalovny odpadů	Uhelné kotle	Kotle na dřevo	Kotle na mazut	Plynové kotle
Tuhé emise	10	20	20	30	05
Organický uhlík	10				
Oxidy síry (jako SO <sub>2</sub> )	50	400	200	350	35
Oxidy dusíku (NO <sub>x</sub> )	200	300	300	450	200
Oxid uhelnatý (CO)	50	250	250	175	100
Chlorovodík	10				
Fluorovodík	1				
PCDD/PCDF (ngTE/m <sub>n</sub> <sup>3</sup> )	0,1				
Rtuť	0,05				
Kadmium	0,05				
Ostatní těžké kovy	0,5				

# Metody snižování emisí

---

## Odprašování odpadních plynů

- Venturiho pračka
- Odlučovače tkaninové
- Elektrostatické odlučovače (EO)

## Odlučování HCl, HF a SO<sub>2</sub>

- Mokrý postupy
- Suché postupy
- Polosuché metody

## Emise oxidů dusíku

- Primární opatření
- Sekundární opatření
  - SNCR
  - SCR

## Odlučování PCDD a PCDF

- sorpční metody s použitím aktivních uhlíkových materiálů
- katalytické procesy

# Emise rtuti

---

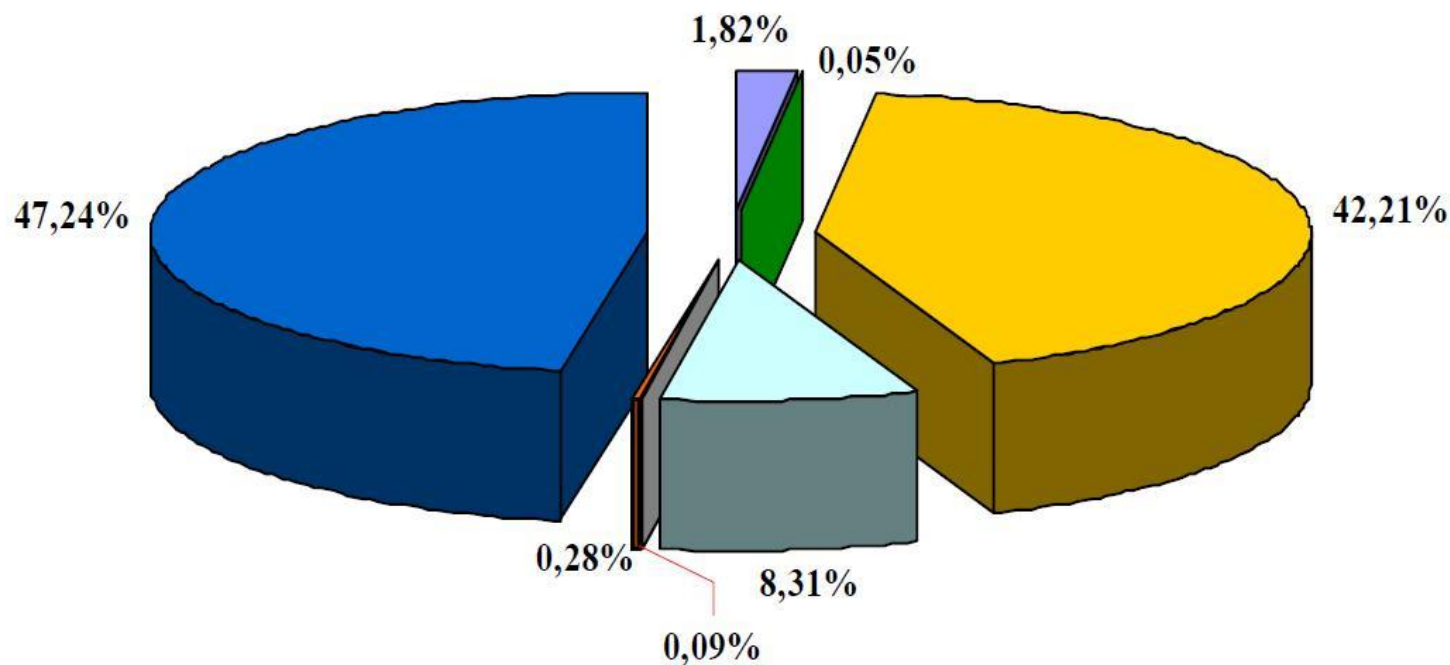
87% emisí Hg ze spalovacích procesů

WTE odhad 19%, spalovny medicinského odpadu 10 %, spalování uhlí 33%,

	<b>Provozovna</b>	<b>Lokalita</b>	<b>Množství Hg v kg</b>
1.	Spolana, a.s.	Neratovice	1538,7
2.	Spalovna prům. odpadů	Ostrava	989
3.	Sokolovská uhelná	Sokolov	783,7
4.	Spolek pro chem. a hutní výrobu, a.s.	Ústí nad Labem	442,7
5.	Škoda Power, a.s.	Plzeň	376
6.	Spalovna Malešice	Praha	286,5
7.	Teplárna Malešice PT	Praha	283
8.	Mittal Steel Ostrava a.s.	Ostrava	263,7
9.	DEZA, a.s.	Val. Meziříčí	251,7
10.	Elektrárna Mělník I	Horní Počaply	227,6

# Emise dioxinů

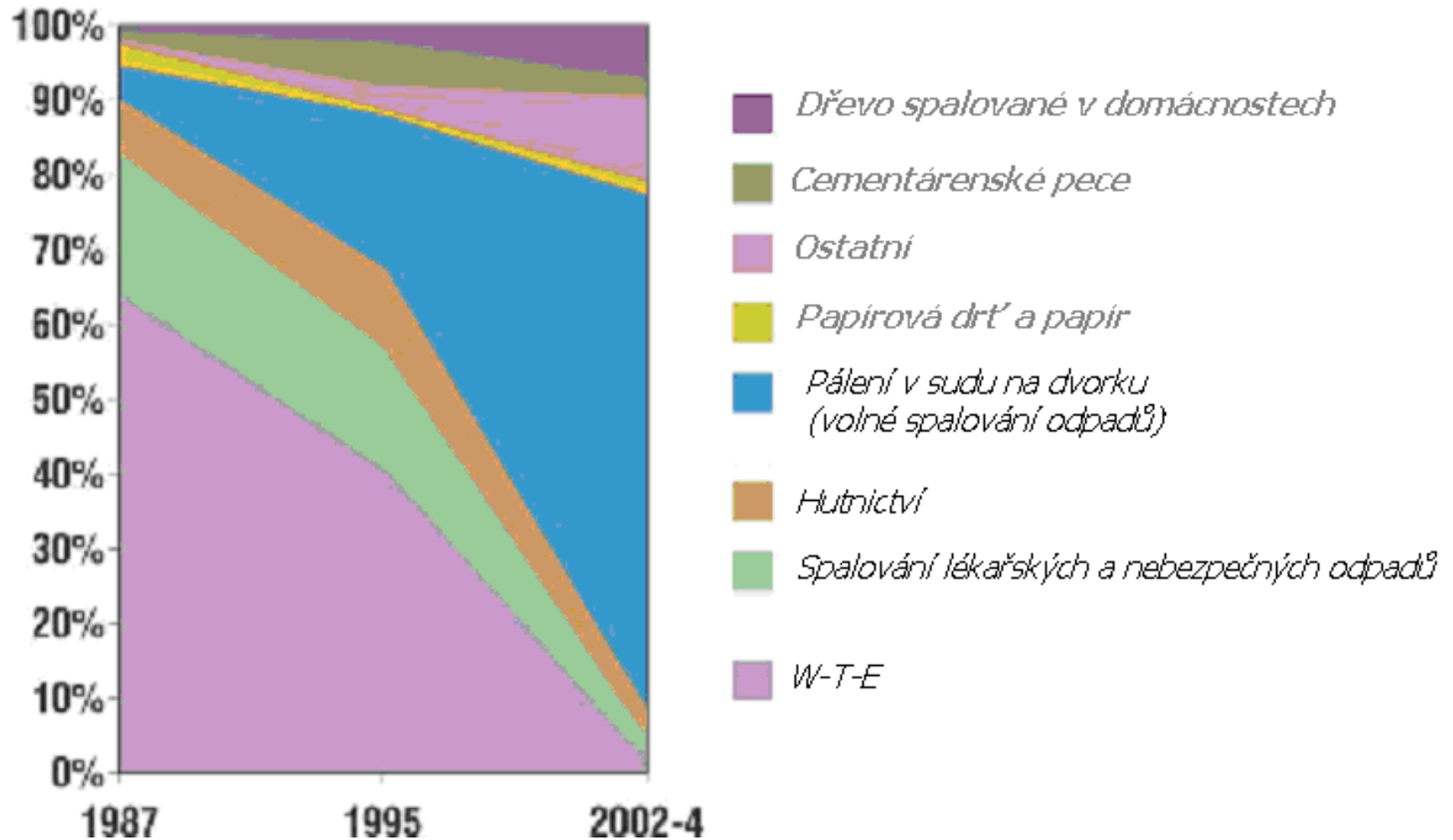
**Celková produkce dioxinů v emisích v ČR dle údajů  
ČHMÚ za rok 2004 - 174,779 g**



- Elektrárny, teplárny a jiné zdroje energie
- Výroba železa a oceli
- Spalovny SKO
- Další technologie

- Doprava
- Domácí topeniště
- Spalovny průmyslové a nebezpečné

# Emise dioxinů



# Přehled spaloven odpadů

---



# Přehled spaloven

---

## Spalovny ve světě

- v EU je 431 spaloven
  - Francie 127
  - Německo 68
  - Itálie 51
  - Dánsko, Švédsko, Švýcarsko, cca 30
  - Belgie, Anglie 20
- v USA je 89 spaloven

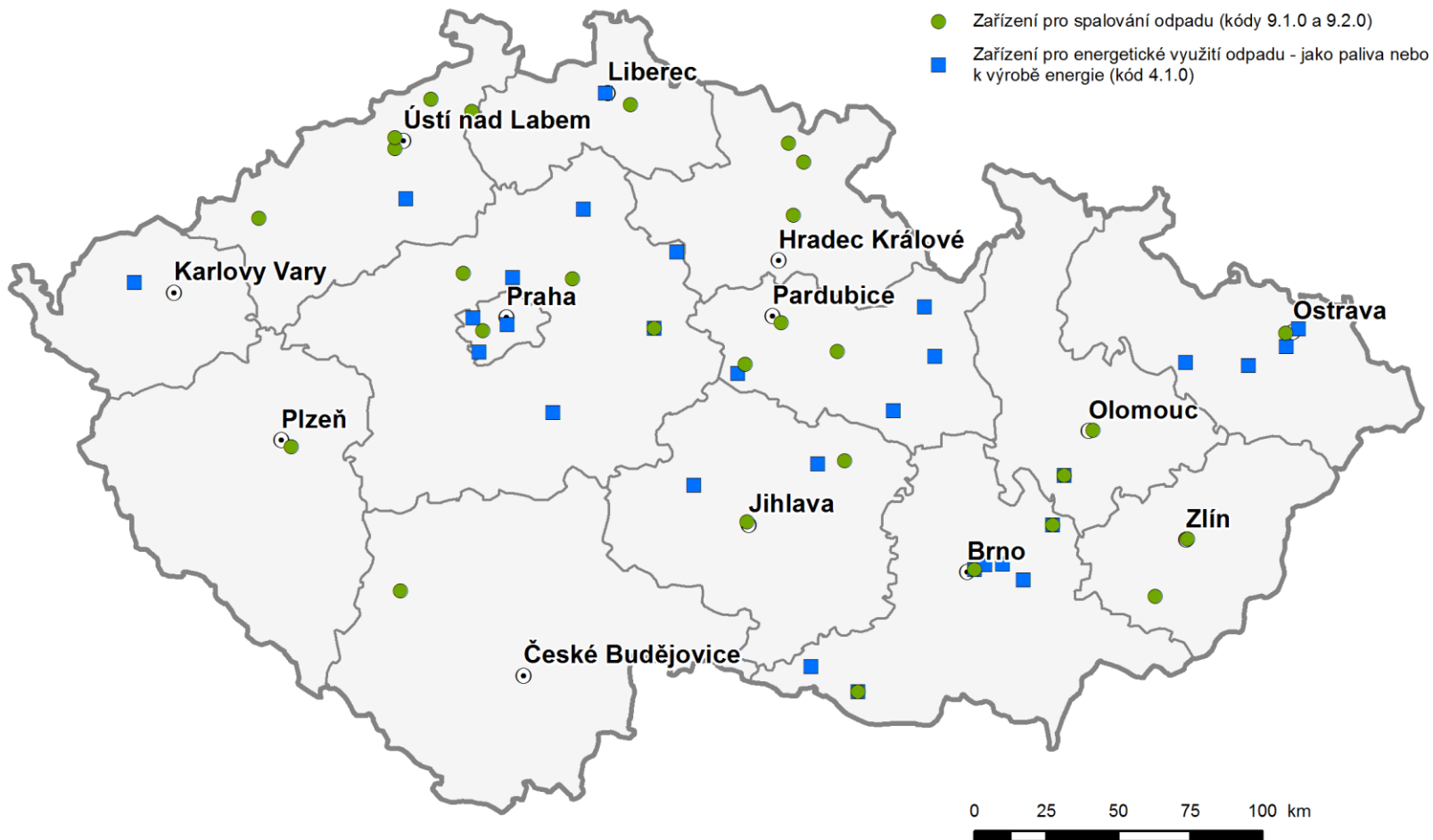
## Spalovny v ČR

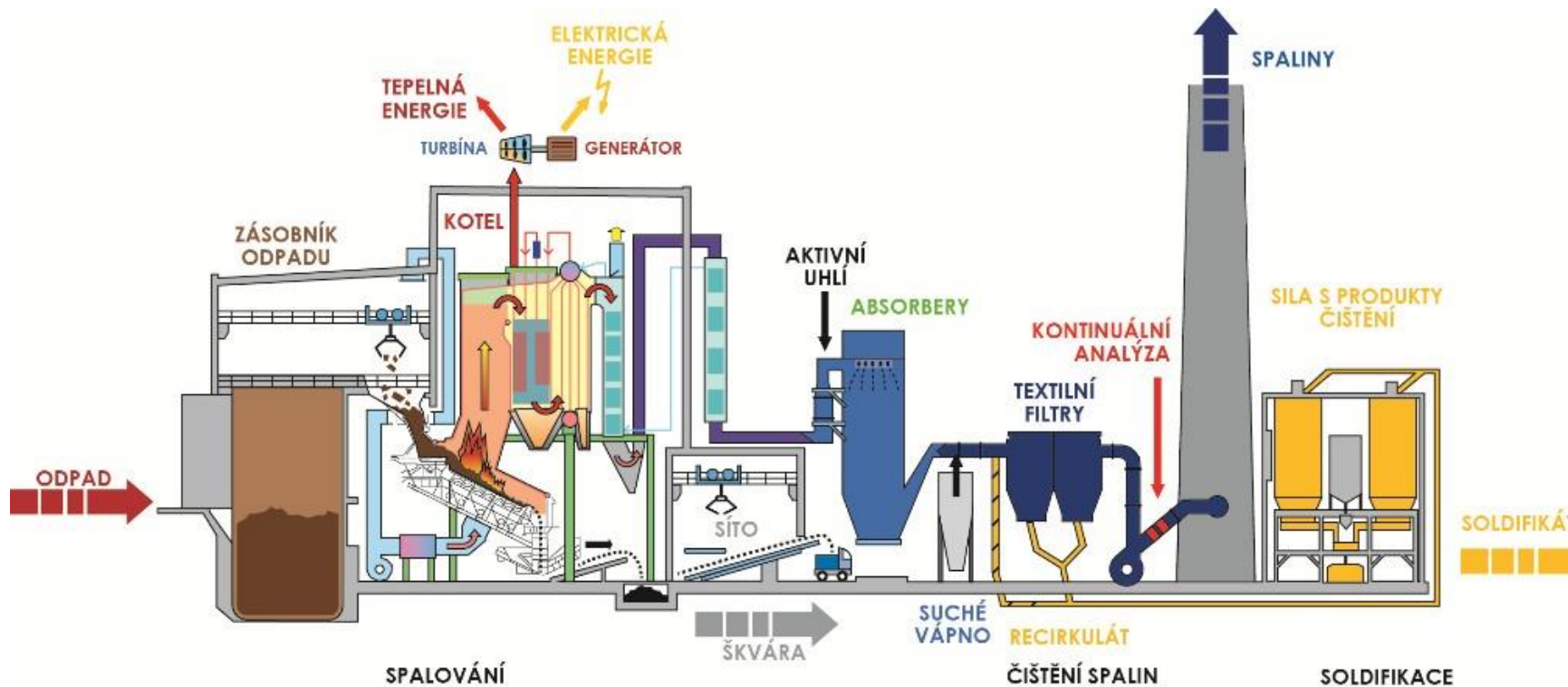
- 4 spalovny komunálního odpadu
- 29 spaloven nebezpečného a průmyslového odpadu
- Další zpracovatelé odpadů
  - Lafarge cement Čížkovice
  - Českomoravský cement Mokrá

# 12 největších spaloven v ČR

Kraj	Provozovna	Adresa provozovny	Provoz od r.	Kapacita t/rok	Spáleno t/r 2006	Spáleno t/r 2007	Spáleno t/r 2008
PHA	Pražské služby, a.s., Zařízení na energetické využití odpadů Malešice	Praha 10	1998	310 000	214 043	213 387	206 177
LIB	TERMIZO a.s., spalovna komunálních odpadů	Liberec 7	1999	96 000	89 860	91 165	91 913
JM	SAKO Brno, a.s, divize spalovna směsného komunálního odpadu	Brno	1989	240 000	88 976	86 029	79 079
UNL	SITA CZ a.s., Spalovna průmyslových odpadů Trmice	Trmice	1993	16 000	10 260	15 954	15 011
MSL	SPOVO, a.s., Spalovna průmyslových odpadů	Ostrava	2000	18 400	19 668	13 344	14 829
STC	Spalovací stanice odpadů SYNTHOS Kralupy	Kralupy nad Vltavou	1976	10 000	5 734	6 465	5 956
ZL	DEZA, a.s., Spalovna průmyslových odpadů	Val. Meziříčí	2000	10 000	5 302	5 480	5 584
ZL	Spalovna SITA - EMSEKO a.s., Spalovna nebezpečných odpadů	Zlín - Malenovice	1993	4 700	3 505	3 719	4 052
UNL	Spolek pro chemickou a hutní výrobu, a.s.	Ústí nad Labem	2002	5 000	1 474	2 700	2 797
ZL	DESTRA Co., spol. s r.o., Závod 01 SPAPRO	Chropyně	1995	2 250	2 607	2 604	-
PHA	SITA CZ a.s., Spalovna odpadů FN Motol	Praha 5	2005	2 360	734	2 263	2 241
JM	Ekotermex, a.s.	Pustiměř	2004	2 840	2 397	2 243	-

# Rozmístění spaloven odpadů nakládajících s odpady v technologickém procesu v r. 2015



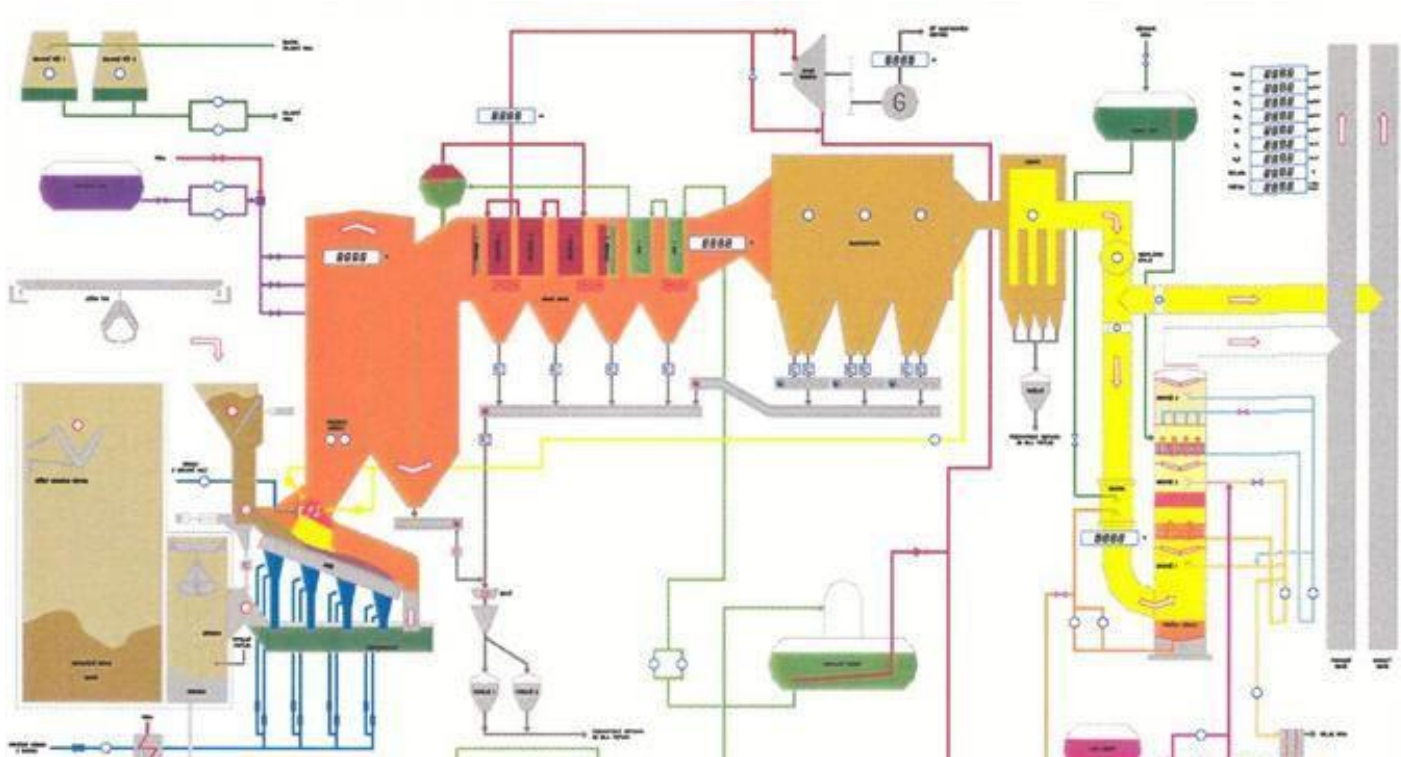


# Sako Brno

# SAKO – (2011)

---

parametry páry:	4 MPa, 400 °C
výhřevnost odpadu:	11 – 12 MJ/kg;
množství odpadu za 1 rok (tok odpadu)	220 000 t
vstupní energie do systému	2 530 000 GJ
účinnost kotle	$\eta_k = 85\%$
vstupní energie páry	2 150 500 GJ
vlastní spotřeba	100 000 GJ
energie vyrobené páry – netto	2 050 500 GJ
dodávka tepla (bez změny)	690 000 GJ
energie pro výrobu elektrické energie	1 360 500 GJ
účinnost přeměny	$\eta_T = 25 \%$
vyrobená elektrická energie	340 125 GJ
	94 500 MWh



# Termizo Liberec

# Termizo Liberec

---

linka s kapacitou odpadu 12 t/hod

komunální i živnostenský odpad

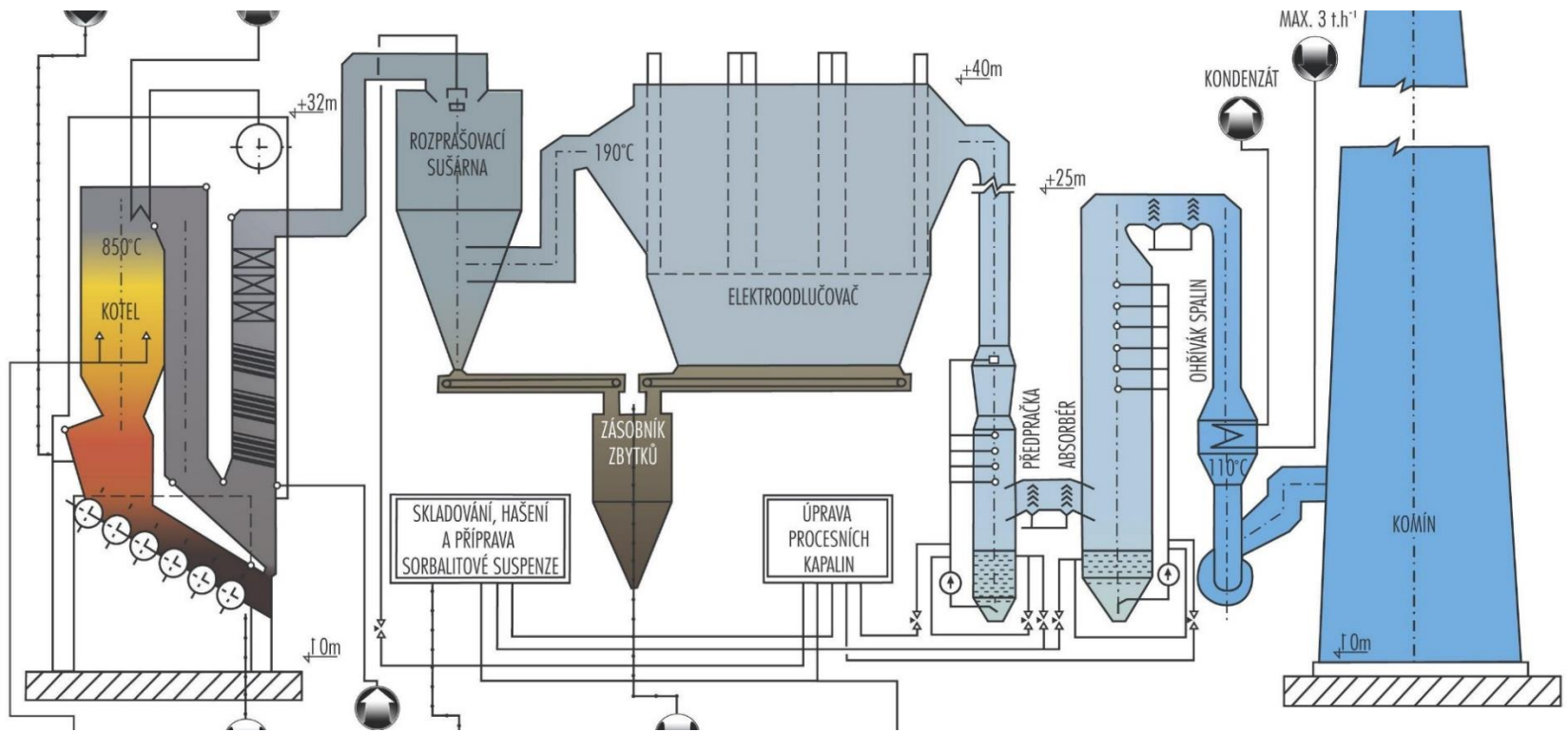
Současně je vyráběna elektrická a tepelná energie

## Jmenovité parametry

- Množství přijímaného odpadu : 96 000 tun / rok
- Doba provozu : 8 000 hod. / rok
- parametry páry: 35 t/h, 4,3 MPa, 400 °C
- Tepelný výkon do systému soustavy CZT v Liberci : 24 MW
- Dodávka a prodej tepla : cca 610 000 GJ / rok
- Elektrický výkon protitlaké turbíny : 2,5 MW
- Elektrický výkon elektrické energie dodávané do sítě : 1 MW
- Dodávka elektrické energie : cca 6 500 MWh / rok

## Čištění spalin

- EO
- pračka spalin
- SNCR



# Spalovna Malešice



# Spalovna Malešice

---

čtyři kotle s válcovými rošty z toho 1 rezerva

kapacita jedné linky 15 t/h

parametry páry - 30 t/h, 235 °C, 1,37 MPa.

pára je dodávána do energetické sítě Pražské teplárenské a.s.

roční množství spáleného odpadu je 220 000 tun.

stabilizační palivo - zemní plyn.

výhřevnost TKO - 8 - 12 [MJ/kg ]

obsah vody max.: 50 %

obsah popela max.: 20 – 30 %

Čištění spalin

- EO
- pračka spalin
- SNCR

spálením projektované kapacity 310 000 tun TKO ročně vznikne

- cca 78 000 tun škváry
- cca 8 000 tun tuhého odpadu z čištění plynu
- vytřídí se 7 500 tun železného šrotu.

úspora neobnovitelných zdrojů energie a surovin

- ročně zpracovaných 210 000 tun TKO odpovídá
  - 130 000 tunám hnědého uhlí nebo
  - 80 000 tunám černého uhlí



# ZEVO Chotíkov

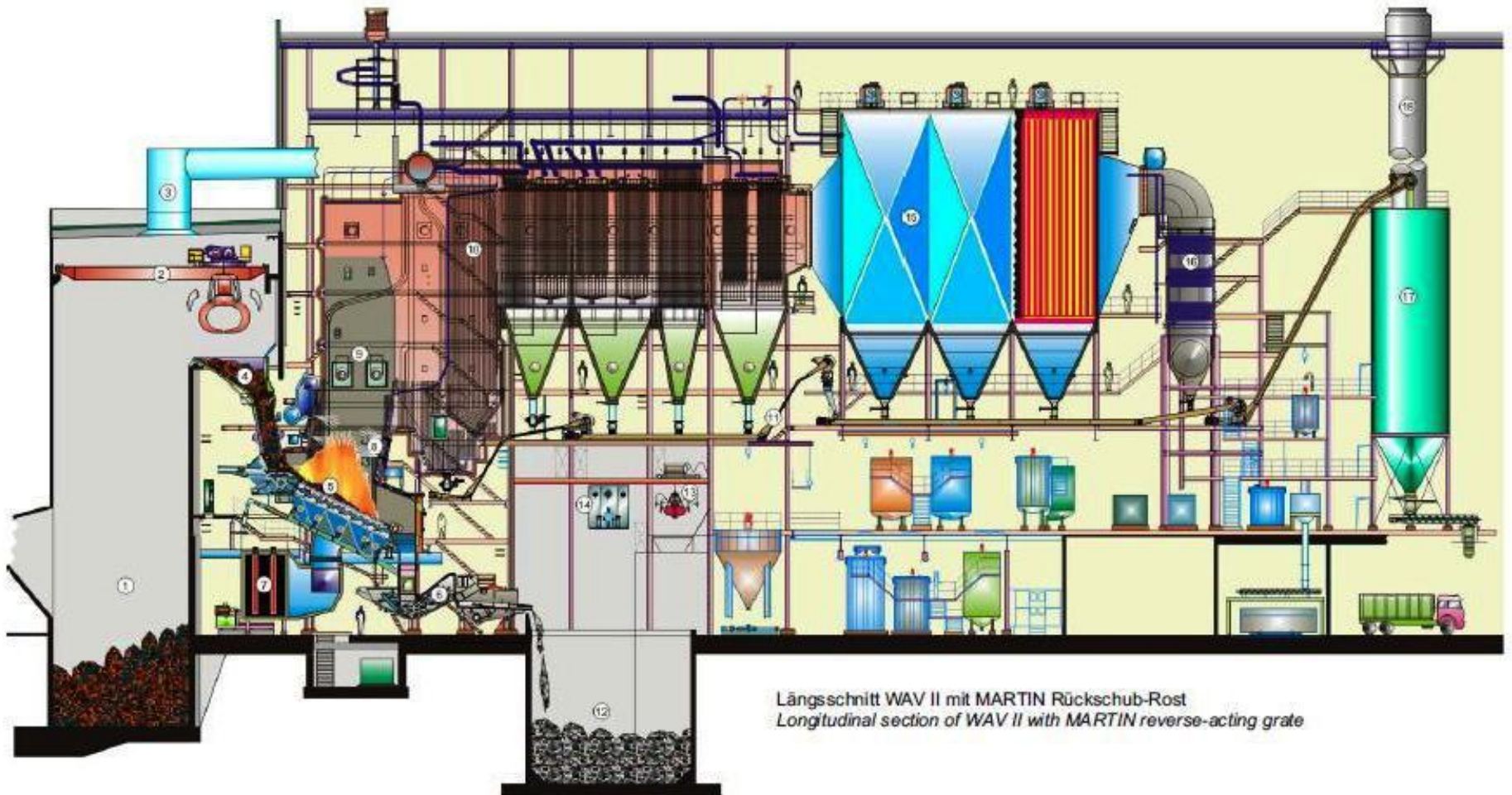
---

# ZEVO Chotíkov

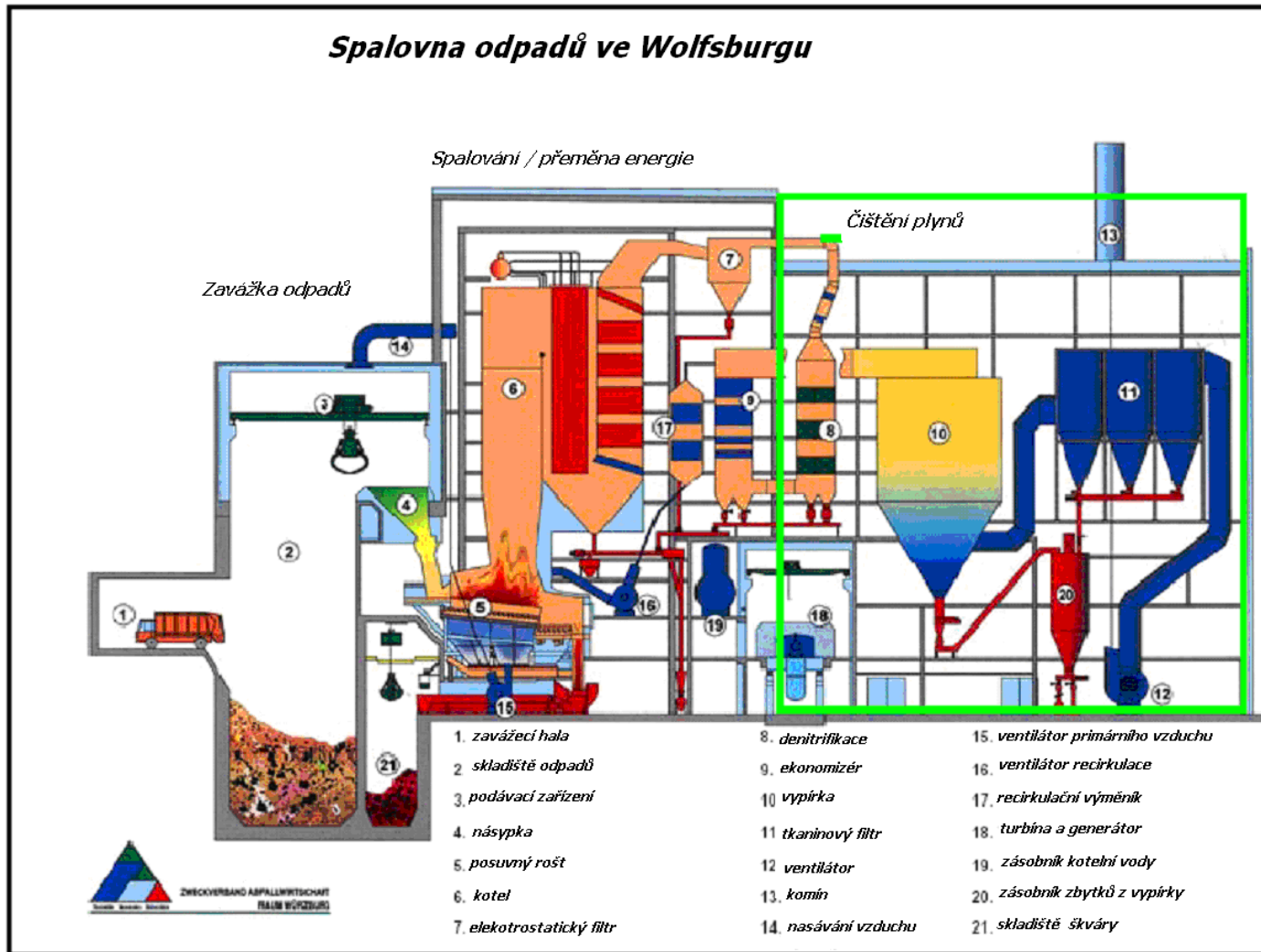
---

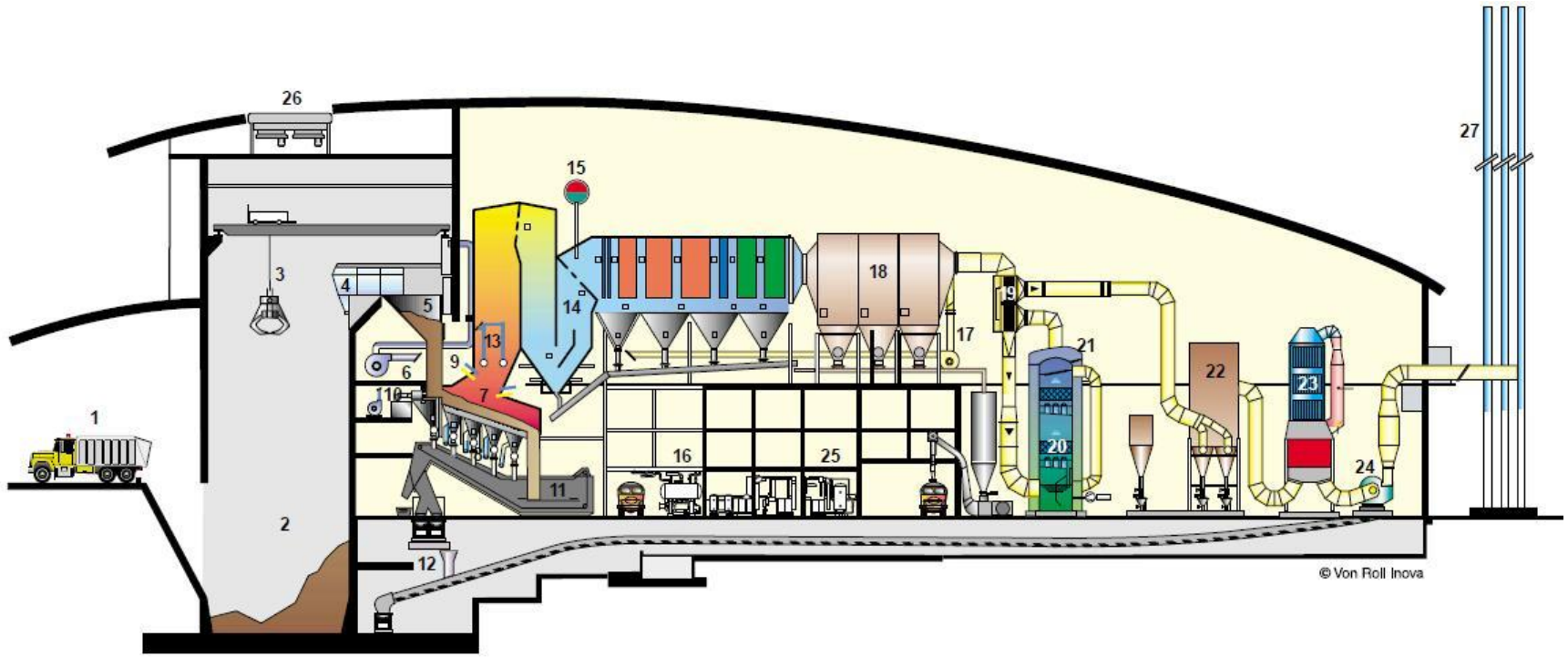
- Projektovaná kapacita odpadu 95 000 t / r
- Parní kotel 42,4t / h, 5,0 MPa, 425°C,
- 10,5 MWe / 31,7 MWt,
- Tep. Výkon 22 MWt (horká voda 135 / 70°C),
- Roční dodávka tepla až 400 000GJ (110 800 MWht),
- Roční dodávka elektr. energie 36 000 MWh / r

# WAV Wels, Österreich WAV Wels, Austria



## Spalovna odpadů ve Wolfsburgu





**Waste delivery and storage**

- 1 Truck unloading area
- 2 Waste storage pit
- 3 Overhead crane
- 4 Crane operator pulpit

**Incineration, slag, energy recovery**

- 5 Feed hopper
- 6 Primary air
- 7 Reciprocating grate (water-cooled)
- 8 Primary air distribution
- 9 Secondary air
- 10 Ram feeder
- 11 Wet deslagger
- 12 Slag discharge
- 13 Auxiliary burners
- 14 Four-pass steam generator
- 15 Steam drum
- 16 Condensate tank
- 17 Flue gas recirculation

**Flue gas purification and residues**

- 18 Electrostatic precipitator
- 19 Gas-to-gas heat exchanger
- 20 Acid scrubber
- 21 Neutral scrubber
- 22 Adsorbent entrainment process
- 23 SCR catalyst
- 24 Induced draft fan
- 25 Electrical and control center
- 26 Water cooling system
- 27 Stack



# Tokyo Minato / Japonsko

---

# Závěrem

---

## Výhody

- rychlý způsob
- účinné snížení objemu
  - 30 %<sub>hm</sub>
  - 10 %<sub>obj</sub>
- tuhý, sterilní zbytek nepodléhající rozkladu
- získání tzv. „alternativní energie“
- dokonalá hygienizace odpadů
- detoxikace organických polutantů
- vyloučení BRKO ze skládkování spalováním směsných domovních odpadů
- možnost využití energie
- úspora prvotních energetických surovin
- zajištění hygienické nezávadnosti dále ukládaných odpadů
- minimalizace nákladů na přepravu odpadů
- zabezpečení vyhovující ochrany ovzduší instalací zařízení pro vícestupňové čištění spalin

## Nevýhody

- spalovna je investičně náročný projekt
- investičně i provozně nákladná opatření k zachycení škodlivých složek emisí (PCDD/PCDF)
- kvalifikovaná obsluha
- hrozba minimalizace separování plastů, papíru a BRKO
- při spalování chlorovaných uhlovodíků (PVC) a soli (NaCl) vznikají vedle SO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>O i HCl, HF a organické chlorované a fluorované sloučeniny (PCDD a PCDF)
- dále vznikají emise toxických kovů (Hg, Cd, Pb, Tl), které jsou obsaženy především v popílku.
- zdrojem znečištění ŽP mohou být i odpadní vody (chlazené škváry) a tuhé zbytky po spalování (společné skládkování škváry a popílku). (třeba lépe).
- TKO je nutné spalovat při vyšších teplotách, při kterých se toxické látky rozloží a nemohou unikat do ovzduší



# Závěr

---

Množství produkovaného odpadu roste

Energetické využívání odpadu (teplárenské využití) je součástí nakládání s odpady

Náročné emisní limity umožňují provoz v městské zástavbě

# Děkuji za pozornost

---

DOC. ING. MAREK BALÁŠ, PH.D.

MAREK.BALAS@VUTBR.CZ