



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Význam technologií energetického využívání odpadu a jejich účinnost

**PARTNERSTVÍ V OBLASTI ENERGETIKY A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**03. února 2010**

**Grandhotel Zlatý Lev**

**Liberec**

**Jaroslav Hyžík**

**[www.eiconsult.eu](http://www.eiconsult.eu)**

## **Obsah:**

- Úvod - novela rámcové směrnice o odpadech (75/442/EEC).
- Význam technologií energetického využívání odpadů.
- Standard technologií energetického využívání odpadů.
- Situace v ČR.
- Jak to tedy s MBÚ je?
- Energetická účinnost zařízení na energetické využívání odpadu.
- Energetická účinnost a projektování zařízení na energetické využívání odpadu.
- Dosažitelné hodnoty energetické účinnosti.
- Diskuse k energetické účinnosti stanovované podle rámcové směrnice.
- Situace v Evropě ohledně kvalifikace odstraňování/využívání.
- Odpadové hospodářství ve Švýcarsku.
- Česká republika.
- Zvyšování energetické účinnosti zařízení.
- Facit

# Úvod

- **Novela rámcové směrnice o odpadech (75/442/EEC).**
- První čtení 13. února 2007.
- Dlouhá a trnitá cesta složitých vyjednávání.
- Druhé (a poslední) čtení 17. červen 2008 (Evropský parlament schválil novelu s velkou převahou).
- Health Care without Harm Europe v Praze vydala materiál proti návrhům Evropské komise – grant EK.
- EK financovala aktivity namířené proti jejím plánům!
- Zpravodajka novelizované směrnice, Dr. C. Jackson vyžaduje ukončení přidělování podobných grantů

## Hierarchie nakládání s odpady

předcházení vzniku odpadů

1. Opětovné použití
2. Materiálové využití
3. Jiné využití (např. energetické)
4. Odstranění.

Členské státy jsou povinny zajistit, aby všechny Odpady prošly stupněm využití, tj. **materiálovým a energetickým**.

Teprve jestliže odpady není možno využít je třeba je bezpečným způsobem odstranit.



# Význam technologií energetického využívání odpadů

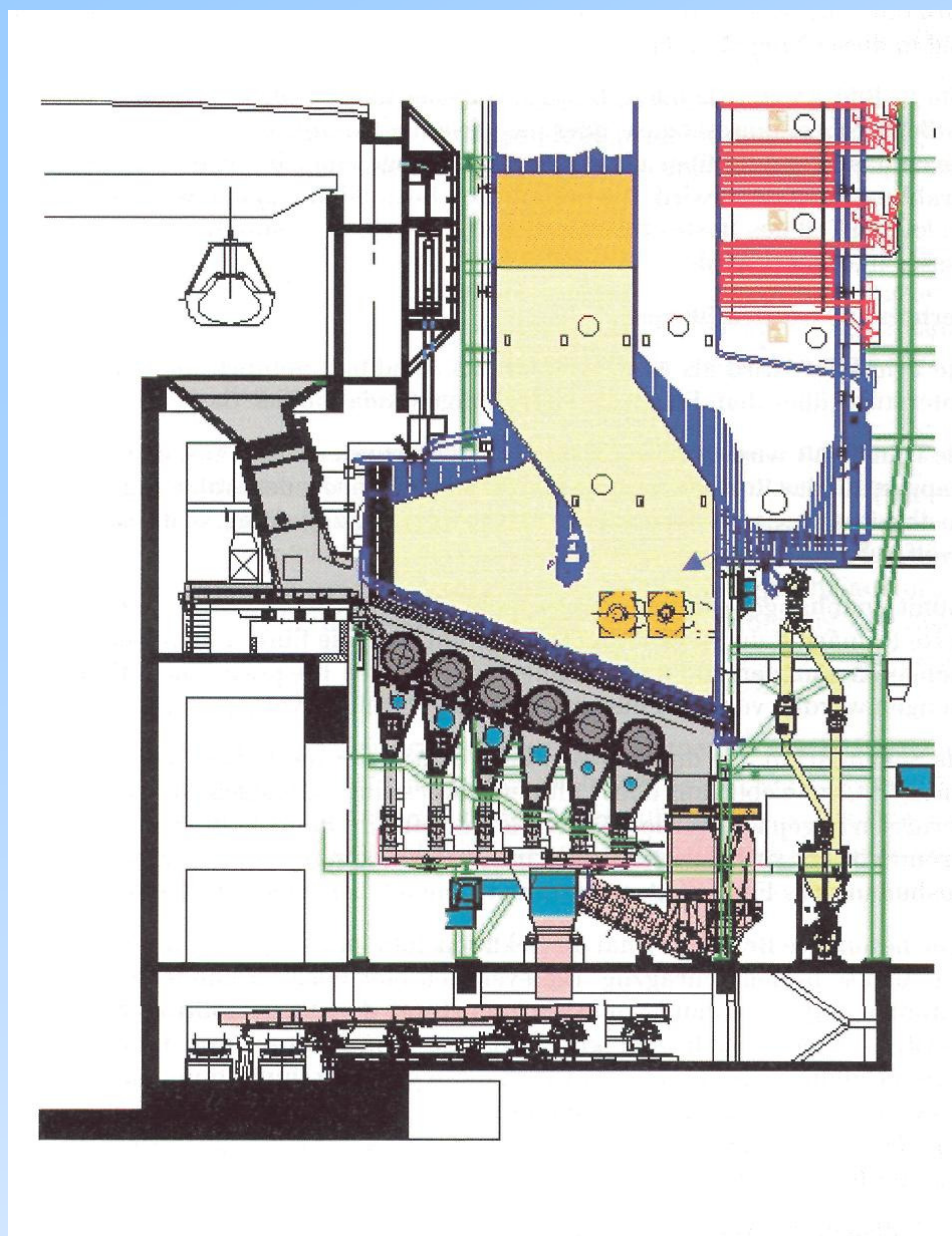
- Směrnice Rady č. 99/31/ES o skládkách odpadu:  
2010 o 25% méně biologicky rozložitelných odpadů než v roce 1995  
2013 o 50% méně  
2020 o 65%  
**ČR tyto požadavky neplní a nesplní.**

- Selhání tzv. alternativních technologií termického zpracování odpadu
- Nedostatečná či nedůsledná funkce zařízení MBÚ
- Dnešní stav vědy a techniky EVO: optimalizace spal. procesu, min. emise, kultivace zbytkových látek - neopominutelný nástroj udržitelného OH
- Tento trend jednoznačně potvrzuje evropský vývoj projektů EVO v posledních letech.

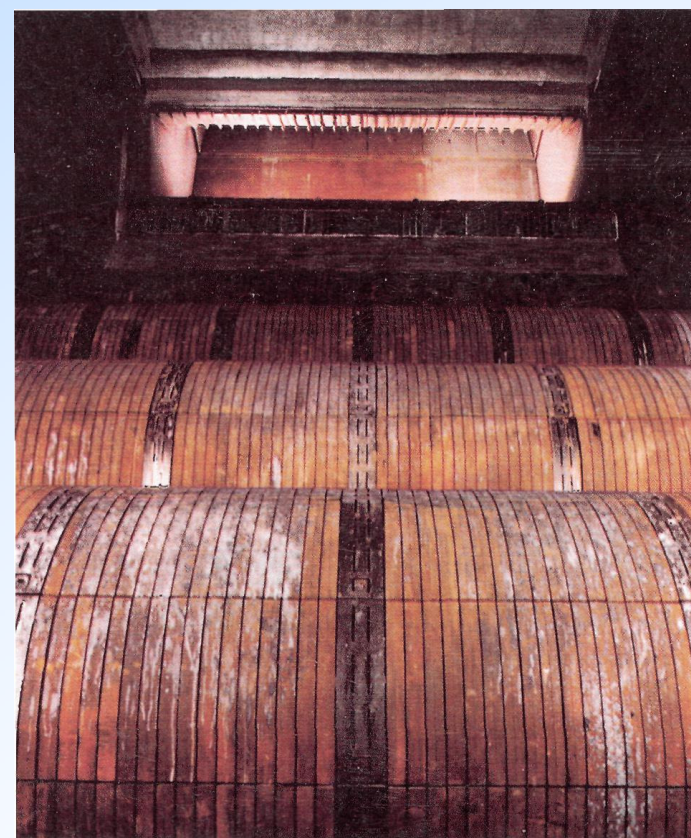
# Standard technologií EVO

- Alternativních procesy - „technologické šílenství“ (zplyňovací procesy – např. Thermoselect, Schwelbrennverfahren, plazmové technologie) - praktická neproveditelnost - relativní klid
- Evropská zařízení EVO - osvědčená roštová ohniště s vysokým stupněm procesní inovace.

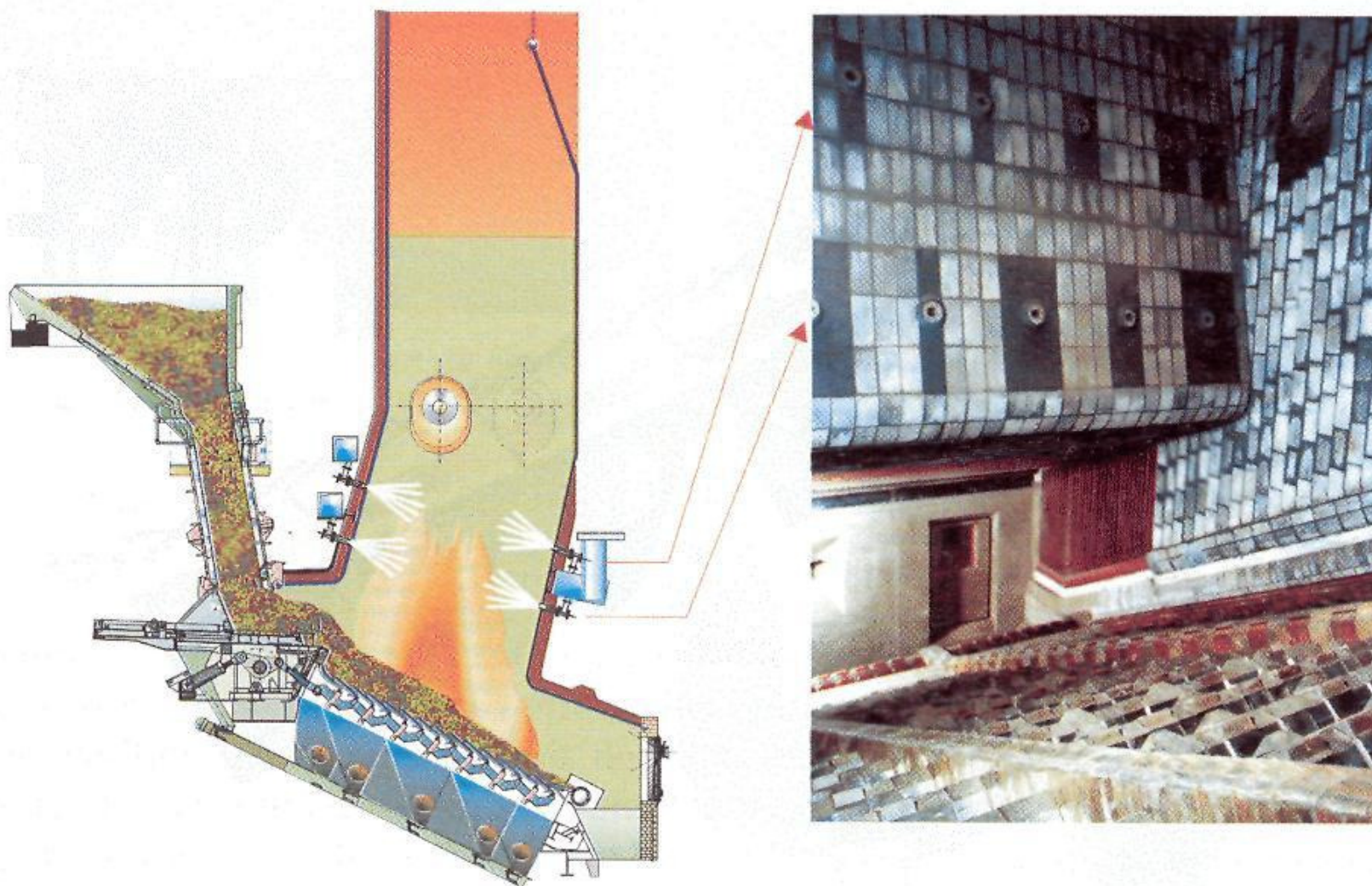
- Současné roštové systémy:
  - vynikající hodnoty zbytkových látek
  - vysoká spolehlivost na úrovni standardních energetických jednotek
- Alternativní technologie dnes - spíše spoluspalování v cementárnách a v zařízeních na výrobu energie



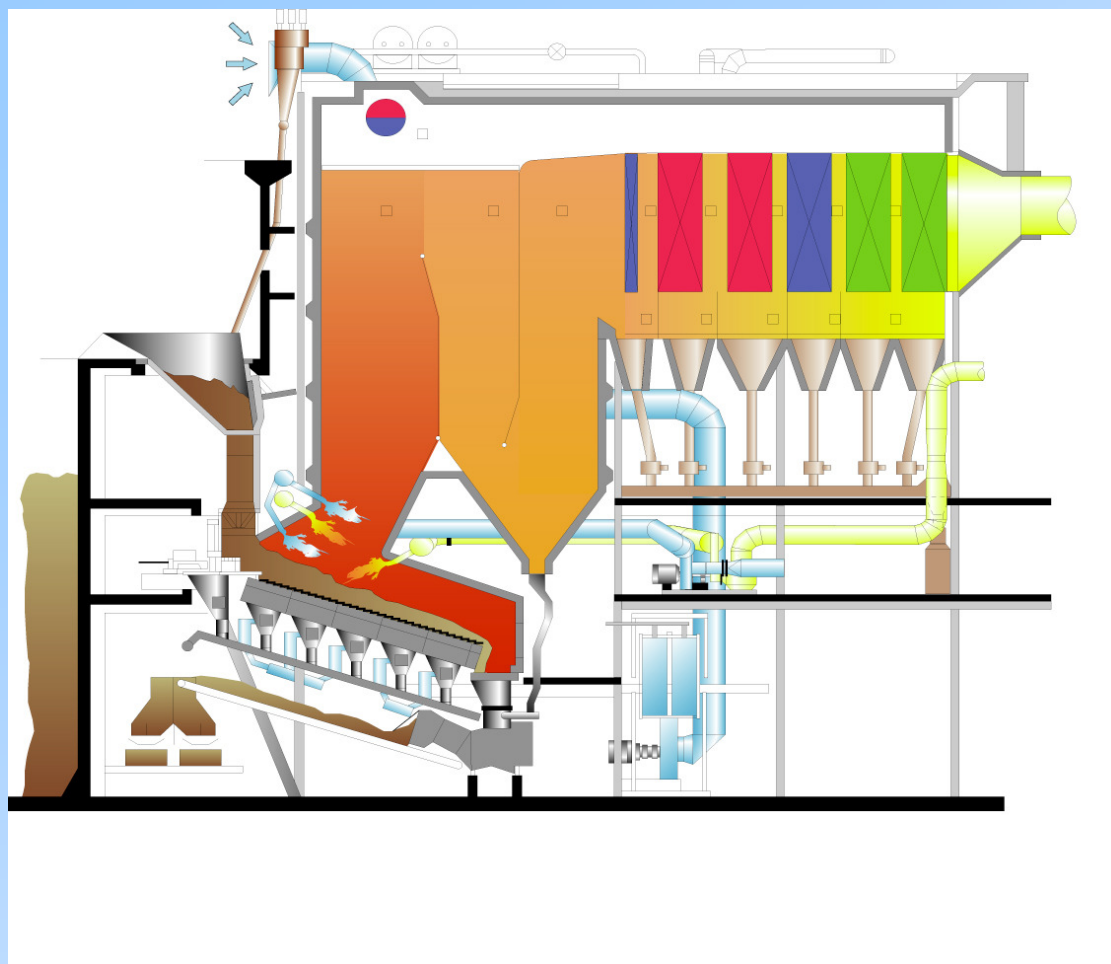
Ohniště Babcock  
Zdroj: Fisia Babcock GmbH



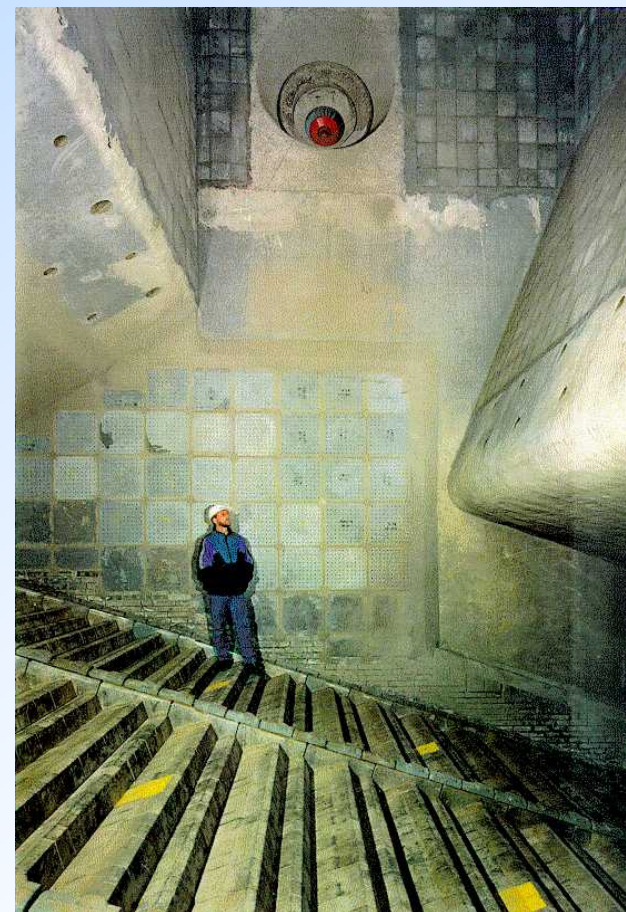




Ohniště Martin, detail vstupu sekundárního vzduchu  
Zdroj: Martin GmbH

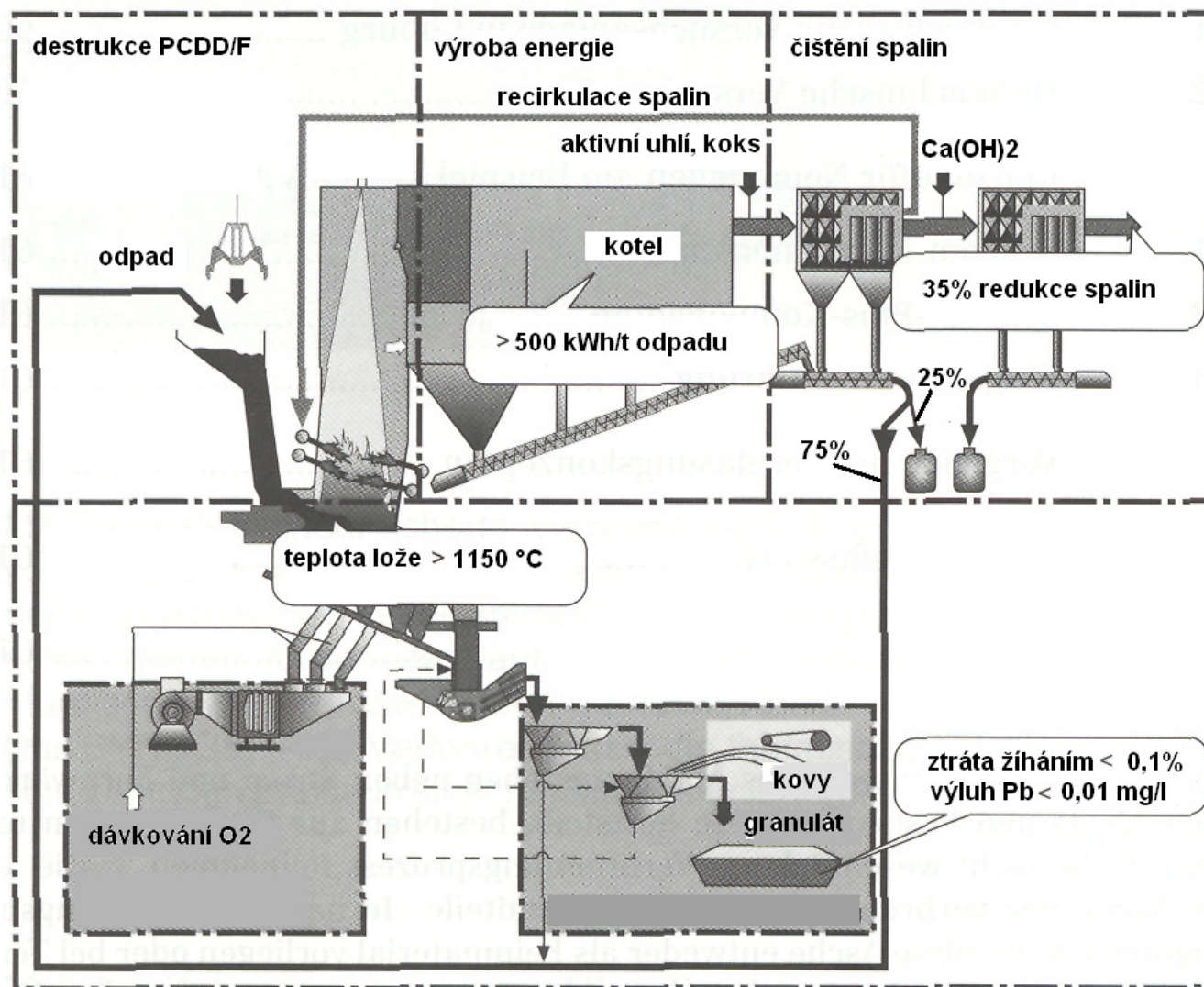


Ohniště Von Roll,  
Zdroj: AEE – Von Roll Inova



Detail vstupu terciárního vzduchu





Zdroj: Martin, Mnichov

Proces Syncom

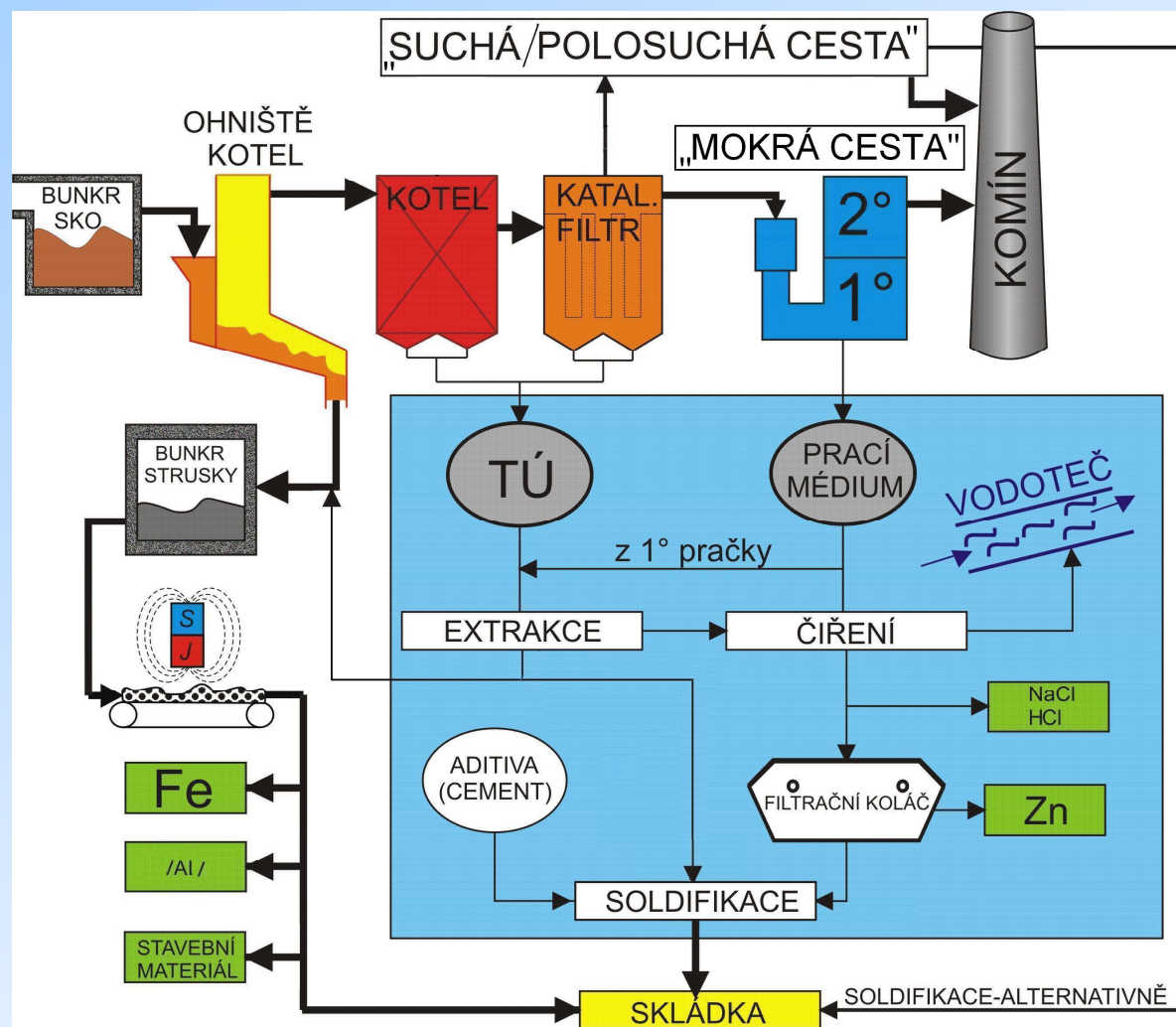


# Současné systémy čištění spalin z procesu EVO - úroveň emisí ze spalování ZP

Přepočteno na 11% O<sub>2</sub>. Hodnoty jsou uvedeny v mg/m<sup>3</sup> (kromě \*1 - v ng TE/Nm<sup>3</sup>) a vztaženy na suchý plyn při normálních stavových podmínkách (273 °K, 1013 mbar) Zdroj: vlastní

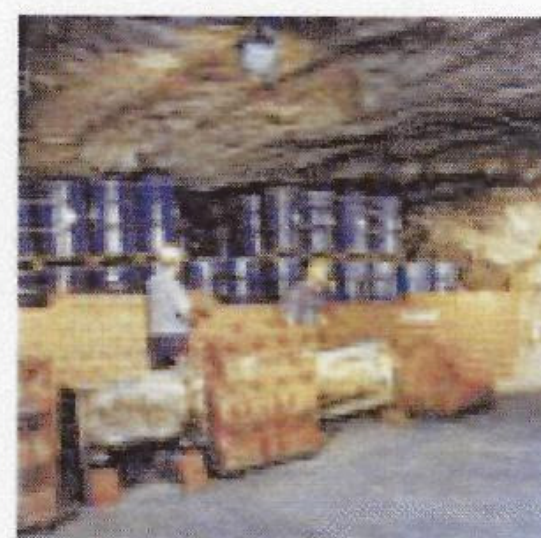
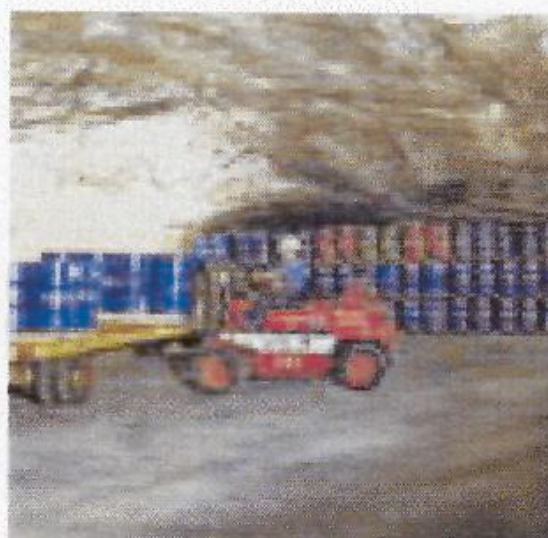
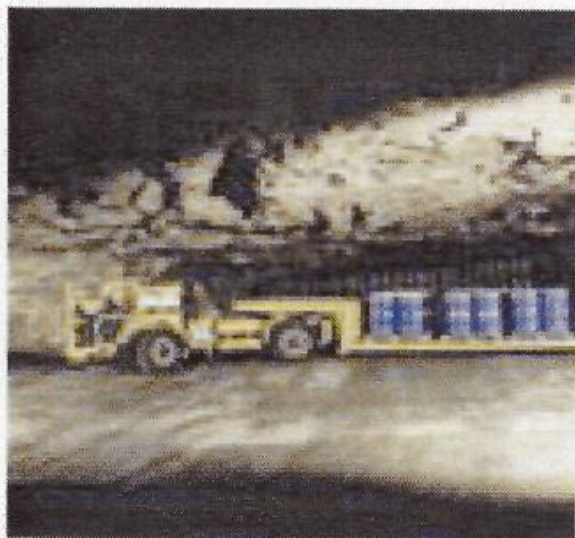
	V ČR platí EU 76/2000 Směrnice o spalování odpadů	Uhelné kotle	Kotle na dřevo	Kotle na mazut	Plynové kotle	Fluidní kotle
Vztaženo na	11%O <sub>2</sub>	11%O <sub>2</sub>	11%O <sub>2</sub>	11%O <sub>2</sub>	11%O <sub>2</sub>	11%O <sub>2</sub>
Tuhé emise	10	100	250	55	28	67
Org.C	10	-	50	-	-	-
SO <sub>x</sub> jako SO <sub>2</sub>	50	1667	2500	945	19	533
NO jako NO <sub>2</sub>	200	435	650	250	111	267
NH <sub>3</sub>	-	-	-	-	-	-
N <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-
CO	50	267	650	97	55	167
HCl	10	-	-	-	-	-
HF	1	-	-	-	-	-
PCDD/PCDF (*1	0.1	-	-	-	-	-
Hg	0.05	-	-	-	-	-
Cd	0,05	-	-	-	-	-
Ostatní těžké kovy	0,5	-	-	-	-	-

Zbytkové materiály z procesu EVO je možné upravit tak, aby se daly látkově využít (stavebnictví) a zpracovat na odpad kategorie „O“



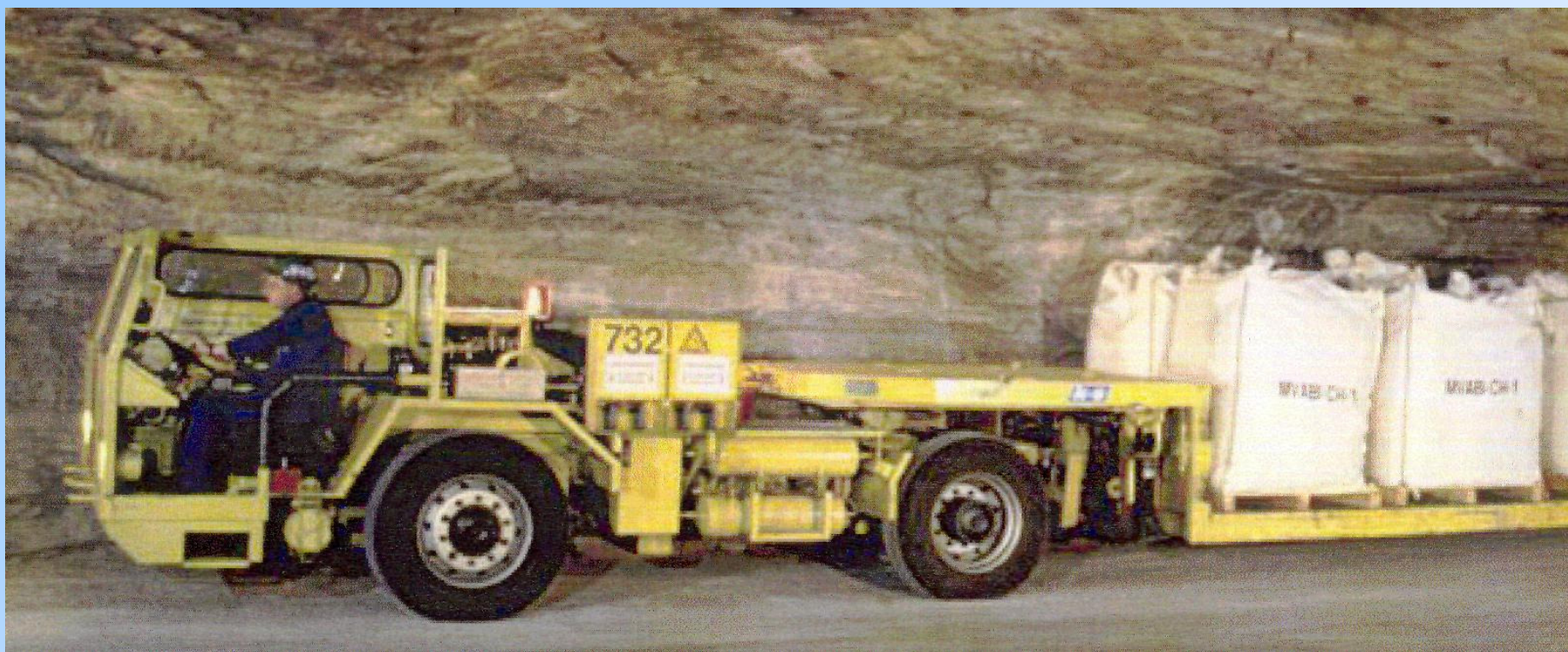
Poslední možností nakládání s jinak nevyužitelným odpadem je jeho bezpečné uložení - odstranění.

Jednou z takových možností je ukládání do vytěžených solných dolů



Herfa Neurode – ukládání sudů s NO  
Zdroj: K+S Entsorgung GmbH





- Herfa Neurode – ukládání zbytkových produktů čištění spalin
- Zdroj: K+S Entsorgung GmbH

# Situace v České republice

- Dosud zákaz podpory EVO ze státních prostředků
- Tlak odborné veřejnosti, EU směrnice
- MŽP připravuje změnu POH – umožní podporu EVO
- ALE spalování výhřevné frakce z MBÚ je MŽP zcela vážně zvažováno!!!!

- Odborná veřejnost - varování před nedostatečně kompetentní činností MŽP v oblasti EVO
- Odborná veřejnost - hluboká nespokojenost se strategiemi OH ČR, které prosazuje MŽP

# Jak to tedy s MBÚ je?

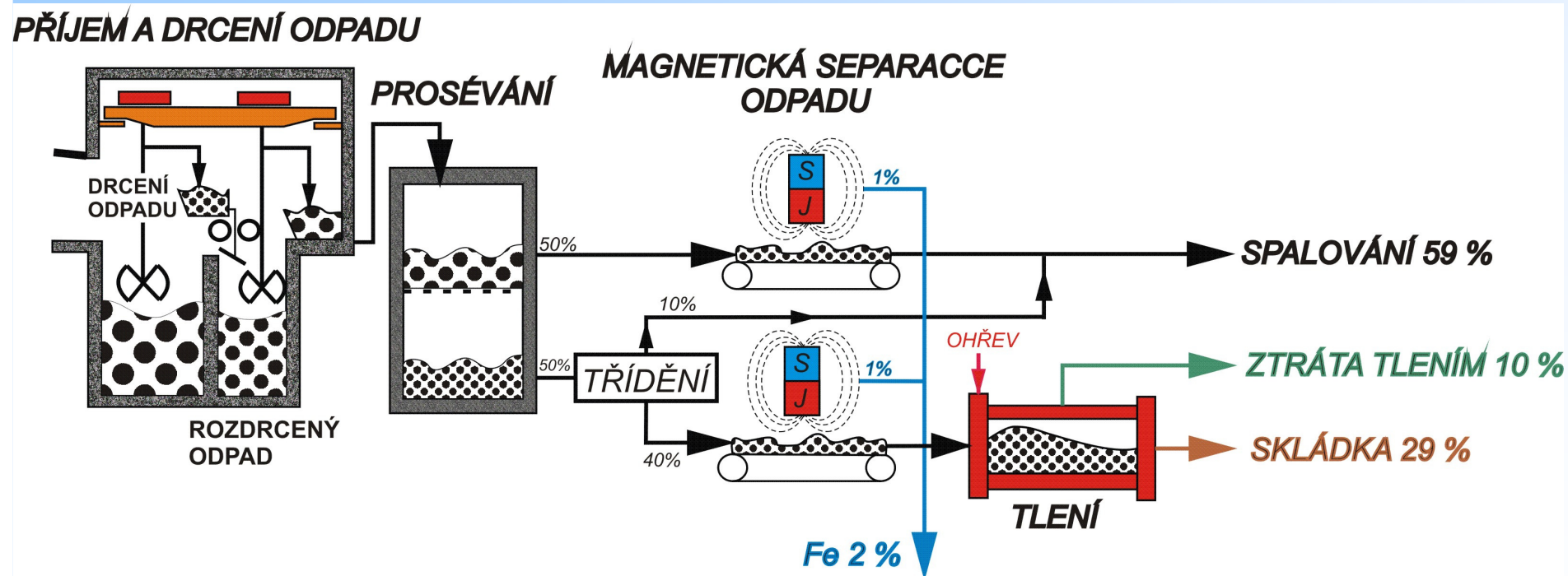
- Již ke konci 80. let byly v Evropě vedeny rozsáhlé diskuse o vhodném zpracování komunálního odpadu před jeho uložením do skládky
- V SRN v roce 1990 prohlásila Odborná rada (Sachverständigenrat) pro otázky životního prostředí termické zpracování odpadu jako podmínku před jeho uložením do skládky
- Řada měst postavila zařízení EVO vysokého technického standardu

- Některá města zvolila levná či laciná řešení, která nemohla v požadované míře životní prostředí chránit.
- Tato zanedbání a chybný vývoj odpadového hospodářství měly různé důvody. Jeden z těchto důvodů spočívá v určité (technicky neoprávněné) „etablizaci“ procesů MBÚ
- Odpůrci EVO používali nevěcné a nesprávné argumenty, že spalování odpadu – byť s výrobou energie - emituje řadu jedovatých látek a je o hodně dražší.



- Nasazení MBÚ jakoby proces spalování eliminovalo. Tyto argumenty obstát nemohou:  
**Hlavní výstup z procesů MBÚ je tzv. alternativní či náhradní palivo**
- Provozem zařízení MBÚ se tedy proces spalování neeliminuje, nýbrž přesune do dalšího stupně zpracování odpadu – do procesu spoluspalování
- V případě spoluspalování v klasických zdrojích je nutné počítat s obdobnými emisemi jako u spalování odpadu bez čištění spalin

- Spoluspalující zdroj se stane „maskovanou spalovnou“ bez patřičné ochrany životního prostředí



Blokové schéma zařízení MBÚ

Zdroj: Technisches Büro für Umweltschutz GmbH, Innsbruck

- V SRN je (2009) různým způsobem skladováno již několik milionů tun alternativního paliva. V tomto případě se nejedná o produkt, jehož znakov je pozitivní cena, kterou kupující zaplatí.
- Alternativní palivo vyrobené procesem MBÚ zůstává odpadem, za jehož odběr musí výrobce zaplatit. Znamená to, že se v případě odběru alternativního paliva jedná o zpracovatelskou službu odběratele vůči výrobcu.

- Jako odběratelé přicházejí v úvahu cementárny, elektrárny, speciálně pro spalování náhradního paliva upravená průmyslová energetická zařízení a spalovny komunálního odpadu
- **Paradoxní na této situaci je právě skutečnost, že procesy MBÚ měly původně spalovny komunálního odpadu eliminovat**

- Náhradní či alternativní palivo - vykazuje sice vyšší výhřevnost než výchozí materiál, ale také stejné či podobné škodliviny
- Stejně emise jako u spalování odpadu
- Mezi „mechanickými“ vlastnostmi výchozího materiálu a náhradního paliva je podstatný rozdíl ( při dávkování do ohniště, v přivádění oxidačního média, v možnosti regulace výkonu ohniště)
- V neposlední řadě: nízkovýhřevná frakce je pro skládkování méně vhodná než původní odpad (nedá se např. dobře komprimovat – je nutný větší objem pro skládkování)

- V případě monospalování náhradního paliva není technika vlastního spalovacího procesu náhradního paliva dosud jednoznačně determinována.
- V úvahu přicházejí roštová či fluidní ohniště, která však musí být napojena na vysocevýkonný systém čištění spalin s veškerou technickou infrastrukturou.

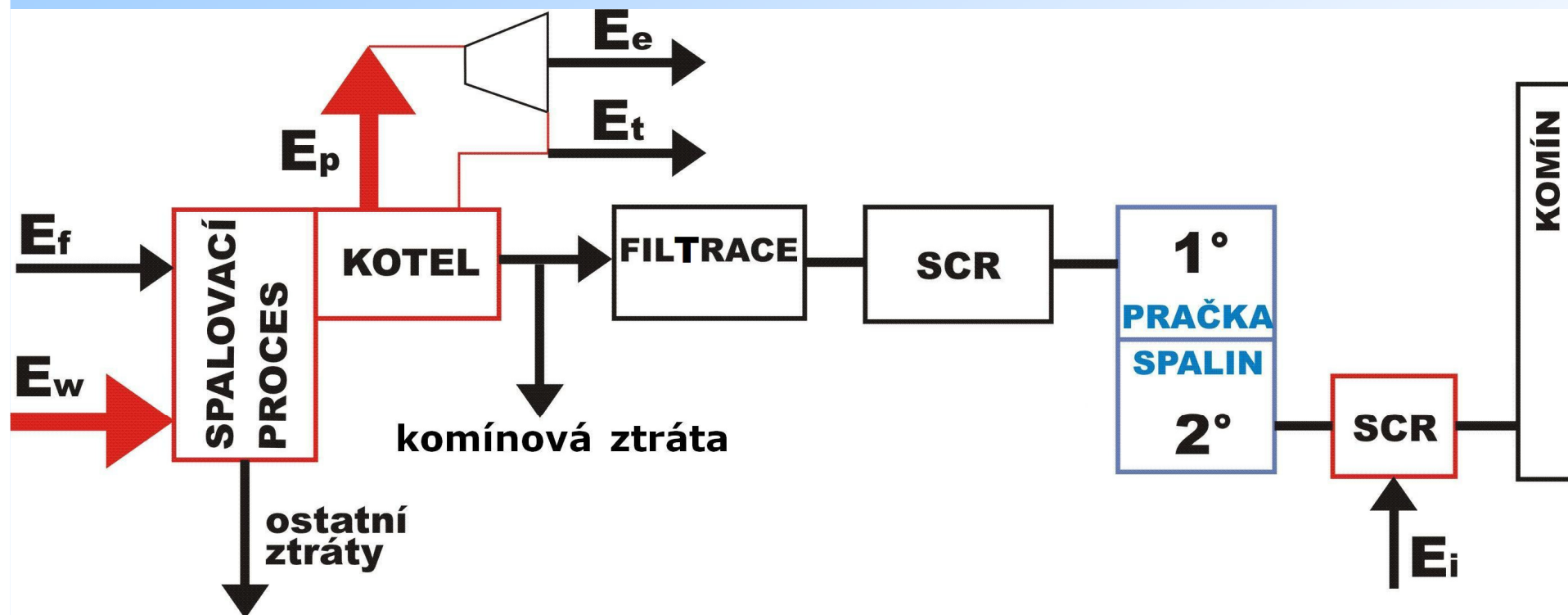
- Výstupem ze zařízení MBÚ jsou dvě hlavní frakce (zkušenosti SRN):
- Jedna nízkovýhřevná, která nesplňuje kritéria pro uložení do skládky)
- Druhá vysokovýhřevná pro kterou nelze najít uplatnění....

# Energetická účinnost zařízení EVO

- Novela směrnice klasifikuje spalování odpadů s určitou energetickou účinností jako zařízení k využívání odpadů
- $\eta=0,65$  pro zařízení s povolením po 31.12.08



$$\eta = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 \cdot (E_w + E_f)} \quad [1]$$



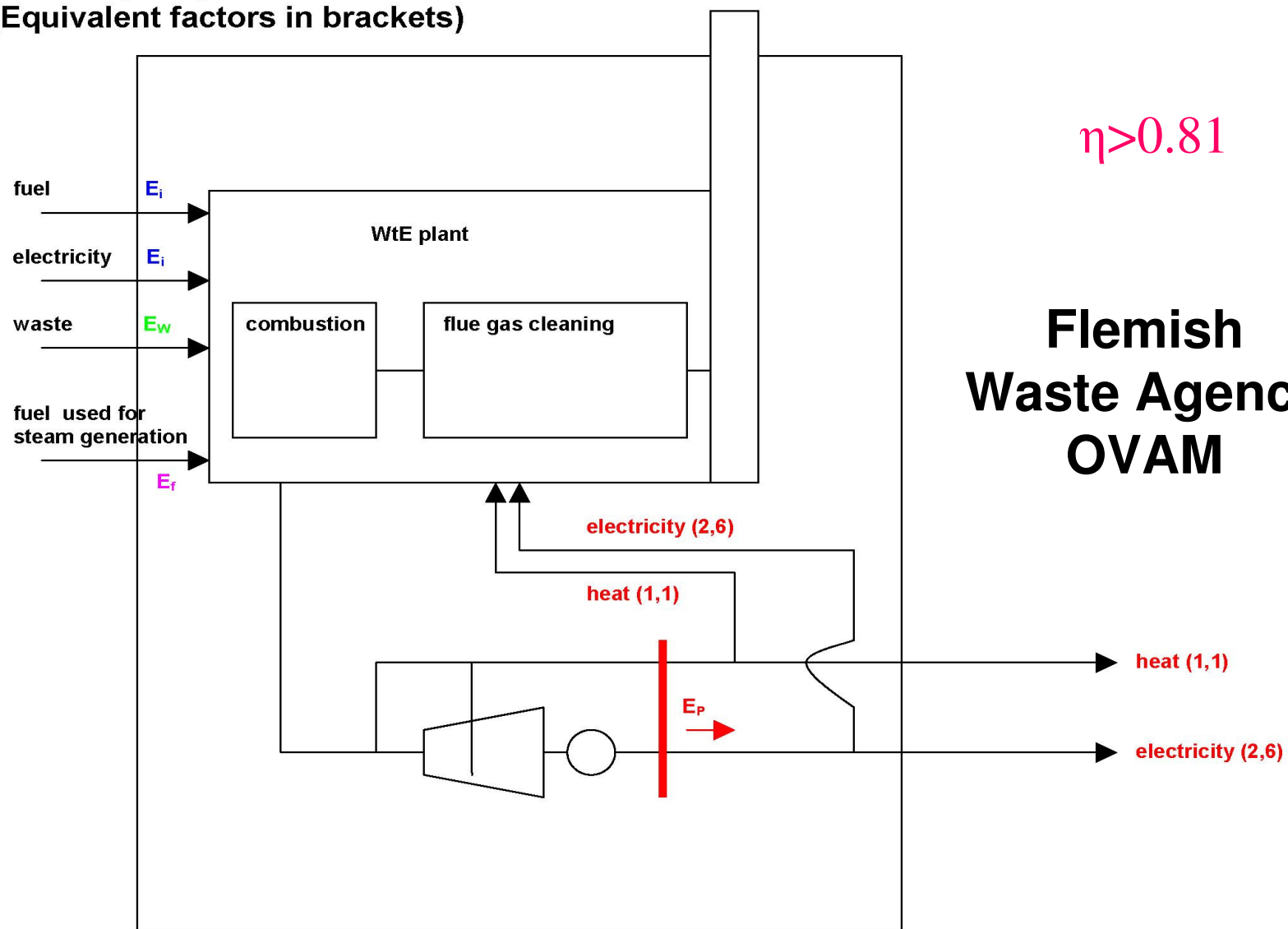
## Energetické ekvivalenty

- Při výrobě **samostatné** elektrické energie  
 $1\text{MWh}_{\text{elek}} = 2,6\text{MWh}_{\text{el}}$
- Při výrobě **samostatné** tepelné energie  
 $1\text{MWh}_{\text{thek}} = 1,1\text{MWh}_{\text{th}}$

Zde je na místě rozvaha při jejich použití.

V případě kogeneračního provozu by mohly  
vyjít zcela nereálné hodnoty -  $\eta > 0,8$   $\eta > 1,0$  !!!!!

Annex I: Energy In- and Output of a WtE plant – application  
scheme (draft)  
(Equivalent factors in brackets)



# Energetická účinnost a projektování zařízení EVO

K dosažení  $\eta=65\%$  a více je nutné plně respektovat:

1. Fond roční provozní doby 8000 h (dimenzování ohniště a kotle, minimální počet odstávek – minimální  $E_f$ ).
2. Konfigurace technologických řetězců tak aby  $E_i=0$  (eliminovat tzv. mezi ohřevy spalin - vlečka, SCR po fyzikálně-chemické absorpci).
3. Pokud možno zajistit odvod vyčištěných procesních vod.
4. Zařízení EVO umístit tak, aby byl během výrazné části ročního provozního fondu (8000 h), možný odběr tepelné energie – napojení na CZT/ochrana ŽP.

# **Dosažitelné hodnoty energetické účinnosti**

Nároky na konfiguraci EVO se v EU značně odlišují:

- Dodržování emisních limitů se značnou rezervou.
- Dodržování emisních limitů bez zvláštních rezerv.
- Minimální množství zbytkových látek.
- Minimální roční počet provozních odstávek.
- Provoz bez generace technologických vod, atd.

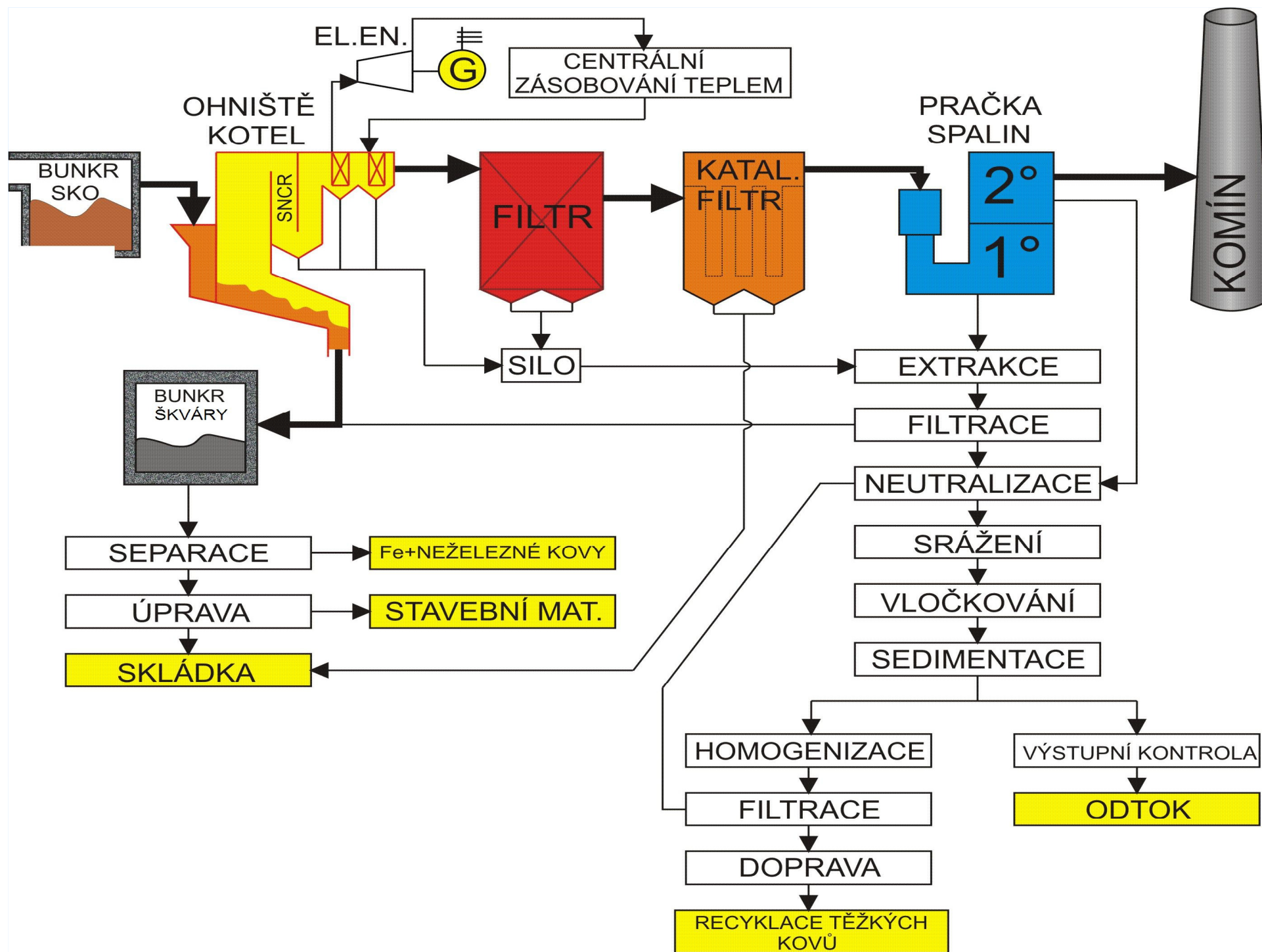
## **Toto rozmanité spektrum kladených nároků vedlo:**

- K vývoji automaticky řízených spalovacích jednotek.
- K vývoji speciálních kotlů vhodných pro dlouhodobé provozování.
- K vývoji různých technologií čištění spalin (absorpční procesy s odvodem a bez odvodu technologických vod, systémy polosuchého čištění spalin, systémy tzv. suchého čištění spalin).

**Tedy životně důležitými podmínkami pro úspěšné provozování celého technologického řetězce :**

- Vhodné ohniště.
- Správně dimenzované a uspořádané teplosměnné plochy kotle.
- Správně volený režim jejich čištění.

Všechny ostatní elementy technologického řetězce se dají relativně dobře upravit, či vyměnit.

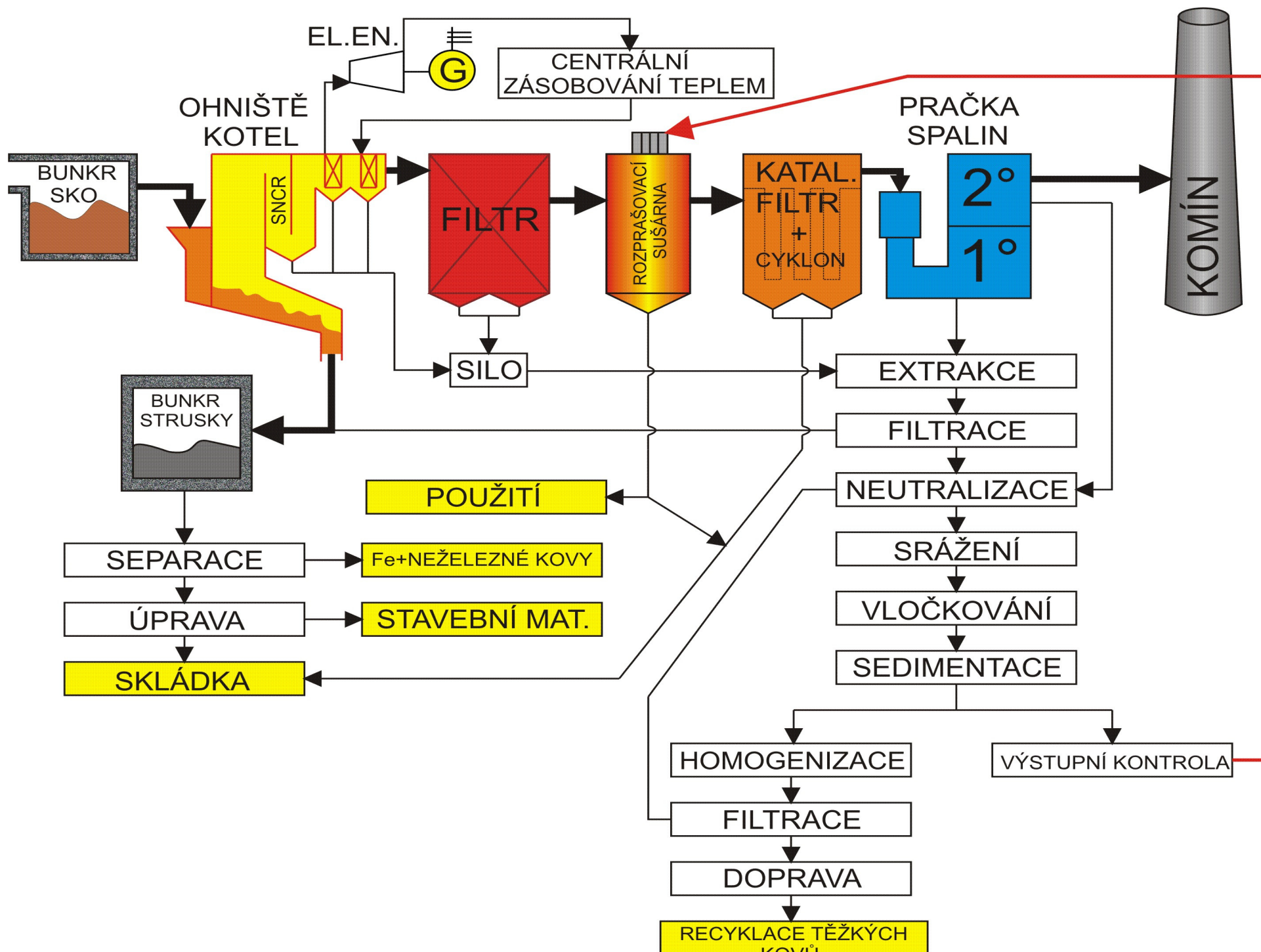




- Bude-li zařízení odevzdávat elektrickou a tepelnou energii po dobu 8000h v kogeneračním provozu, bude  $\eta \geq 73\%$
- Při letním (4000h – kondenzační provoz) a zimním (4000h - kogenerační provoz) režimu provozování bude  $\eta \geq 54\%$
- Nebude-li možné realizovat žádný odběr tepelné energie - tedy kondenzační provoz, bude  $\eta \geq 30\%$

- Z výše uvedených příkladů – jedná se vlastní projektové výpočty - je zřejmé, že zcela obecně platí:
- Rovnoměrný kogenerační provoz (současná výroba elektrické a tepelné energie) po dobu blížící se k 8000 h v roce je pro status zařízení jako zařízení k využívání odpadů (energetická účinnost  $\geq 0,65$ ) určující.

Co se stane s energetickou účinností,  
bude-li nutné pracovat bez generace  
procesních vod?



Technologický řetězec musí být tedy vybaven zařízením na odpařování těchto procesních vod. Z tohoto důvodu bude uvedená hodnota energetické účinnosti při kogeneračním provozu přibližně o 12% nižší.

Jinými slovy:

místo hodnoty  $\eta \geq 0,73$  by bylo možné docílit hodnoty  $\eta \geq 0,65$  - při splnění podmínky 8000 h kogeneračního provozu.



# Diskuse k energetické účinnosti stanovované podle směrnice

- Vycházíme-li s definice termodynamické účinnosti energetického systému, musí platit:

$$\eta = \frac{Q_{\text{přivedené}} - Q_{\text{odvedené}}}{Q_{\text{přivedené}}} = \frac{Q_{\text{vyrobené}}}{Q_{\text{přivedené}}}$$

Vzorec by musel vypadat následovně:

$$\eta = \frac{E_p}{E_w + E_f + E_i} \quad [2]$$

a nikoliv:

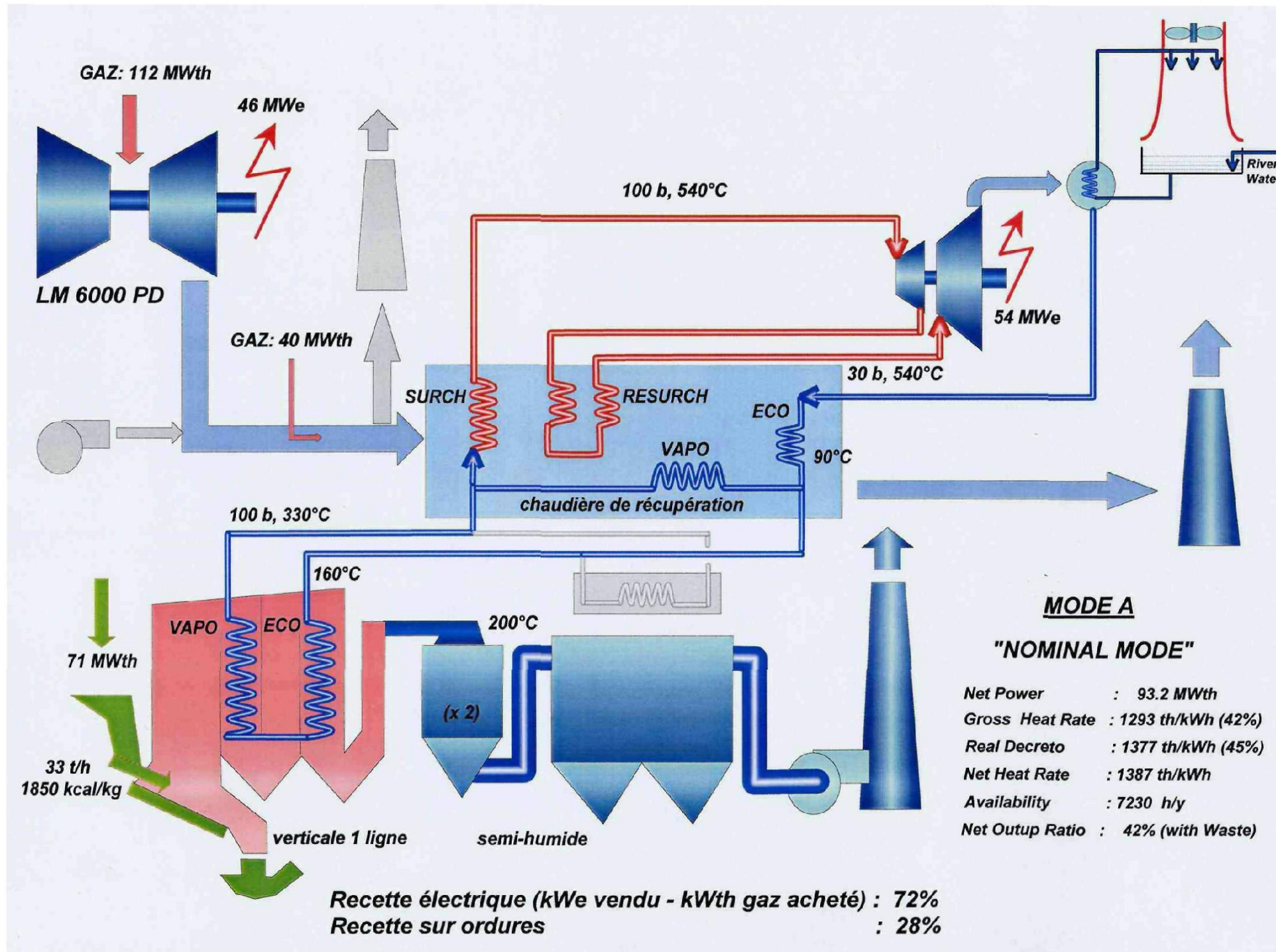
$$\eta = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0,97 \cdot (E_w + E_f)} \quad [1]$$

Když je  $E_f$  velmi malá a  $E_i$  nulová – budiž.

Nicméně faktor 0,97 je spíše vyjádření účinnosti ohniště a je standardně zohledněn v účinnosti kotle.

Pro posuzování – dostatečně dlouhé časové období.

- Výše uvedené energetické ekvivalenty odpovídají účinnosti výroby el. energie 38,5% a výroby tepla 91%, což jsou pro běžné velikosti zařízení EVO naprosto nedostupné hodnoty.



- V podmínkách zařízení Bilbao je:
- $E_p=100$  MW,  $E_f=152$  MW a je tedy více než dvakrát větší než  $E_w=71$  MW.
- Je zřejmé, že se jedná spíše o spoluspalování odpadu než o vlastní EVO.
- $\eta = 0,5$  podle vzorce [1] a za použití energetického ekvivalentu  $1\text{MWhe}_{\text{ekv}}=2,6\text{MWhe}_l$ .
- $\eta = 0,44$  Použije-li se, termodynamicky správný vzorec [2].
- $\eta = 1,2$  Použil-li by se vzorec (2) při aplikaci energetického ekvivalentu  $\text{MWhe}_{\text{ekv}}=2,6\text{MWhe}_l$ .



- Vzorec pro energetickou účinnost zařízení je určen pro stanovení energetické účinnosti při použití odpadu jako paliva.  
V kombinovaných příkladech může docházet ke zkreslování daných skutečností.
- Z uvedeného vyplývá určitá technická nereálnost používání energetických ekvivalentů za účelem splnění požadavku energetické účinnosti ve výši 0,65 pro zařízení se samostatnou výrobou elektrické energie.

# Situace v Evropě ohledně kvalifikace odstraňování/využívání

- 2007 zkoumáno 232 evropských zařízení (EU, CH). 62 zařízení (27%) nemohlo prokázat energetickou účinnost v hodnotě 0,65 resp. 0,6 pro starší zařízení.
- **Francie:** z 86 zařízení 47 zařízení (57%) limitní hodnoty účinnosti nedosáhnou [7].

Důvod: může být bezpochyby i chybná strategie ohledně umístování spaloven mimo obytné zástavy a i mimo dosah průmyslových odběratelů tepelné energie, čímž byla znemožněna rovnoměrná výroba a dodávka tepla třetím subjektů.

## **Švýcarsko:**

- EP prakticky převzal šv. systém OH
- CH současně nejvyspělejší OH
- EU (až na výjimky) několik desetiletí za CH
- CH od roku 2000 zákaz skládkování BRKO
- 50% látkové využívání – 50% EVO

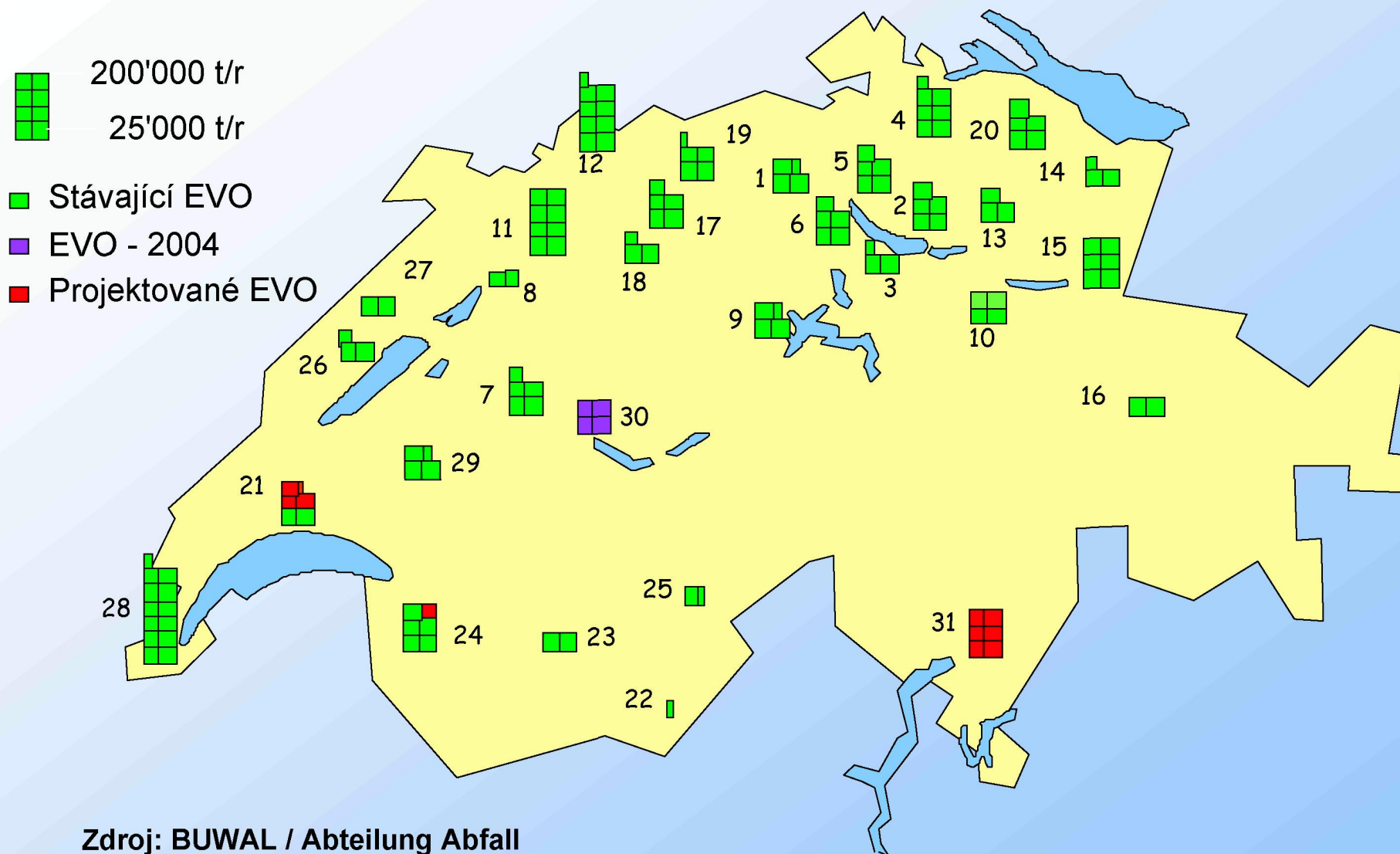
## **Podobnost ustanovení EU čistě náhodná?**

- Zamezování výskytu odpadů
- Využívání odpadů
- Směrem k životnímu prostředí šetrné odstraňování odpadů

Ve Švýcarsku platí Technické nařízení o odpadech z roku 1990, kde jsou kromě jiného zakotveny následně uvedené povinnosti:

- Povinnost látkově využívat odpady
- Povinnost spalovat odpady, - kantony zodpovídají za to, že nevyužitelné, spalitelné odpady budou ve vhodných zařízeních spáleny.
- Povinnost provozovat spalovny s využitím energie **(bez zavedení, v podstatě nesmyslné, energetické účinnosti zařízení).**

# Kapacity EVO ve Švýcarsku





## **Česká republika:**

- Všechna tři česká zařízení vykazují energetickou účinnost s rezervou větší než 0,65.
- Vezmeme – li EU směrnici č. 99/31/ES o skládkách odpadu jako důležité měřítko kvality systému hospodaření s odpady, zjistíme, že „staré“ členské státy teprve v roce 2016 dosáhnou cca 65% výkonnosti dnešního švýcarského odpadového hospodářství.
- Česká republika by se na tuto úroveň měla dostat v roce 2020. Nicméně se na tuto úroveň do roku 2020 dostat téměř nemůže.

# **Zvyšování energetické účinnosti zařízení**

- Parametry páry 4,0 MPa, 400°C.
- V praxi trvale a mnohonásobně prokázáno.
- Je event. možné velmi opatrně uvažovat o určitém zvýšení parametrů páry.
- Rizika havárie tlakové části kotle – zejména přehříváku páry.
- Vyšší parametry páry - o něco větší výroba el. energie.
- Náklady - neadekvátní k výnosům a rizikům.
- Na výrobu tepelné energie je vliv zvýšených parametrů páry nulový.

# Facit

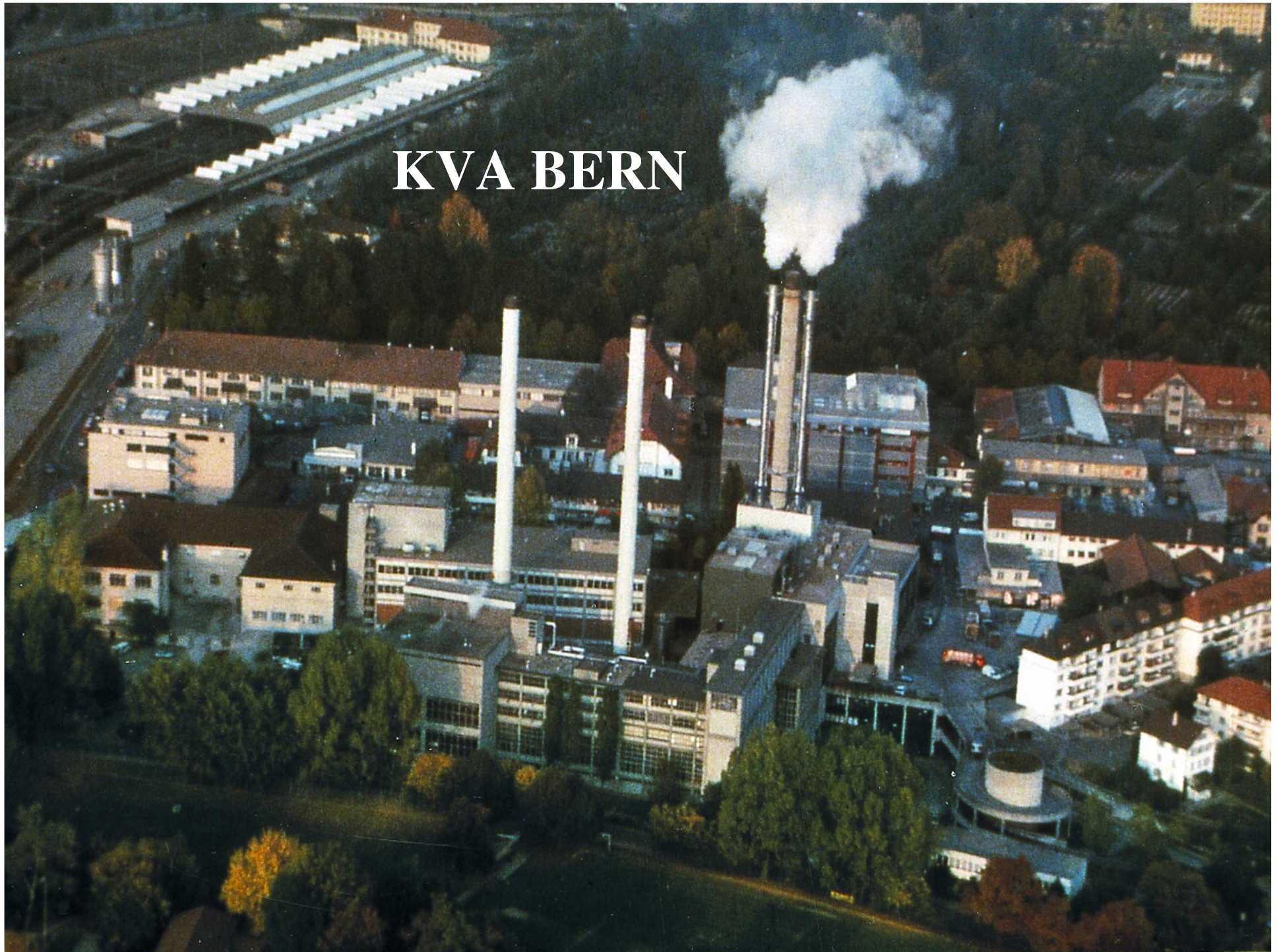
- EP vytvořil schválením novely Rámcové směrnice o odpadech **použitelný nástroj** odpadového hospodářství. Tento zásadní dokument definuje pozici energetického využívání odpadu a zároveň stanovuje **použitelné kritérium** energetické účinnosti k vymezení zařízení jako opatření k využívání/k odstraňování odpadu.

## **Poselství pro budoucí investory:**

- Umístění zařízení: celoroční využití tepelné energie.
- Omezit potřebu  $E_f$  a eliminovat  $E_i$ .
- Při projektování zařízení používat výhradně spolehlivé a v praxi mnohonásobně ověřené technologie – tedy nevydávat se cestou instalace poloprovozních a nedokonale ověřených systémů.
- Skutečnost, že zařízení, která budou kvalifikována jako opatření k využívání odpadu může mít pozitivní dopad na tvorbu veřejného mínění a průběh povolovacího řízení.



# KVA BERN

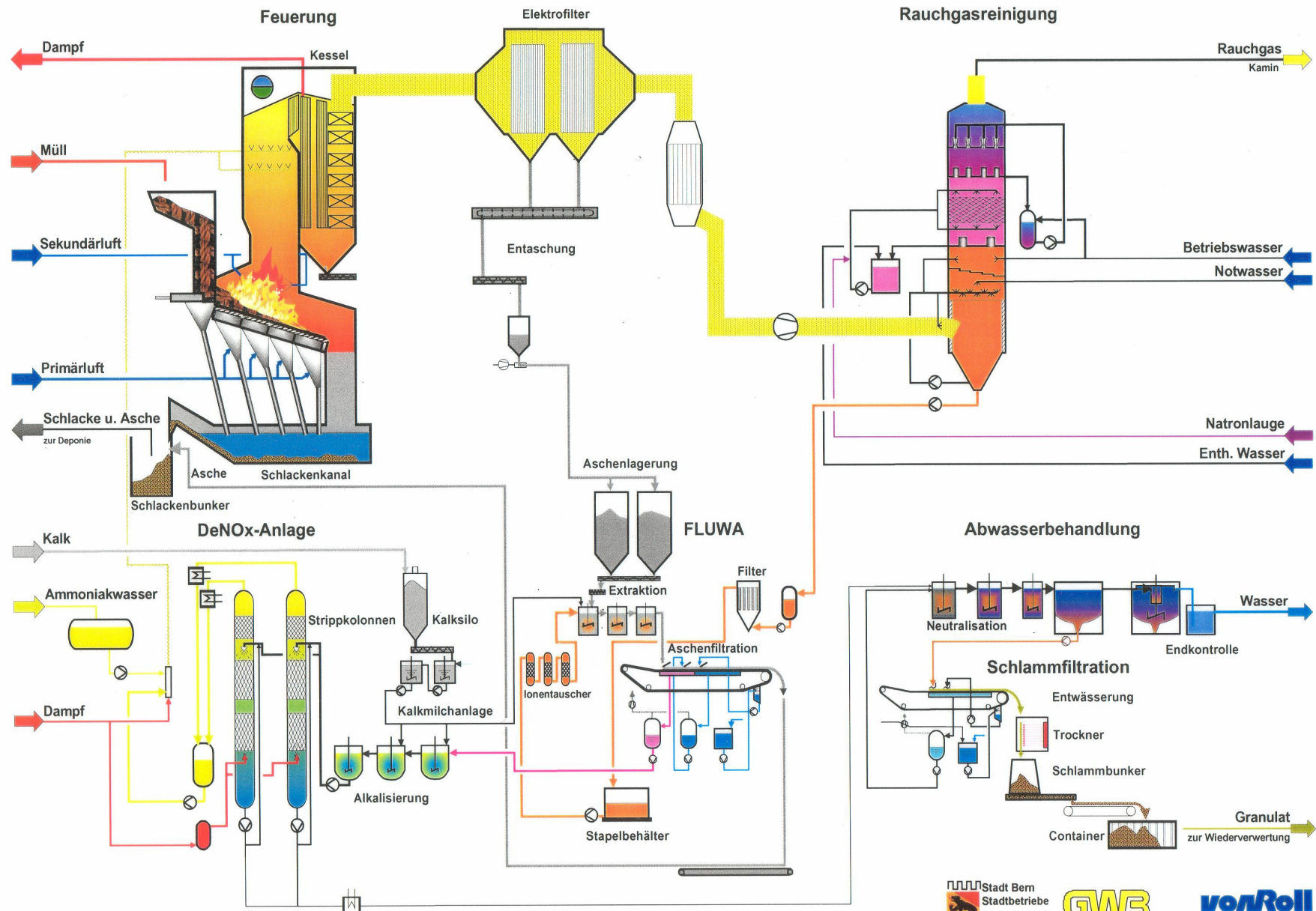




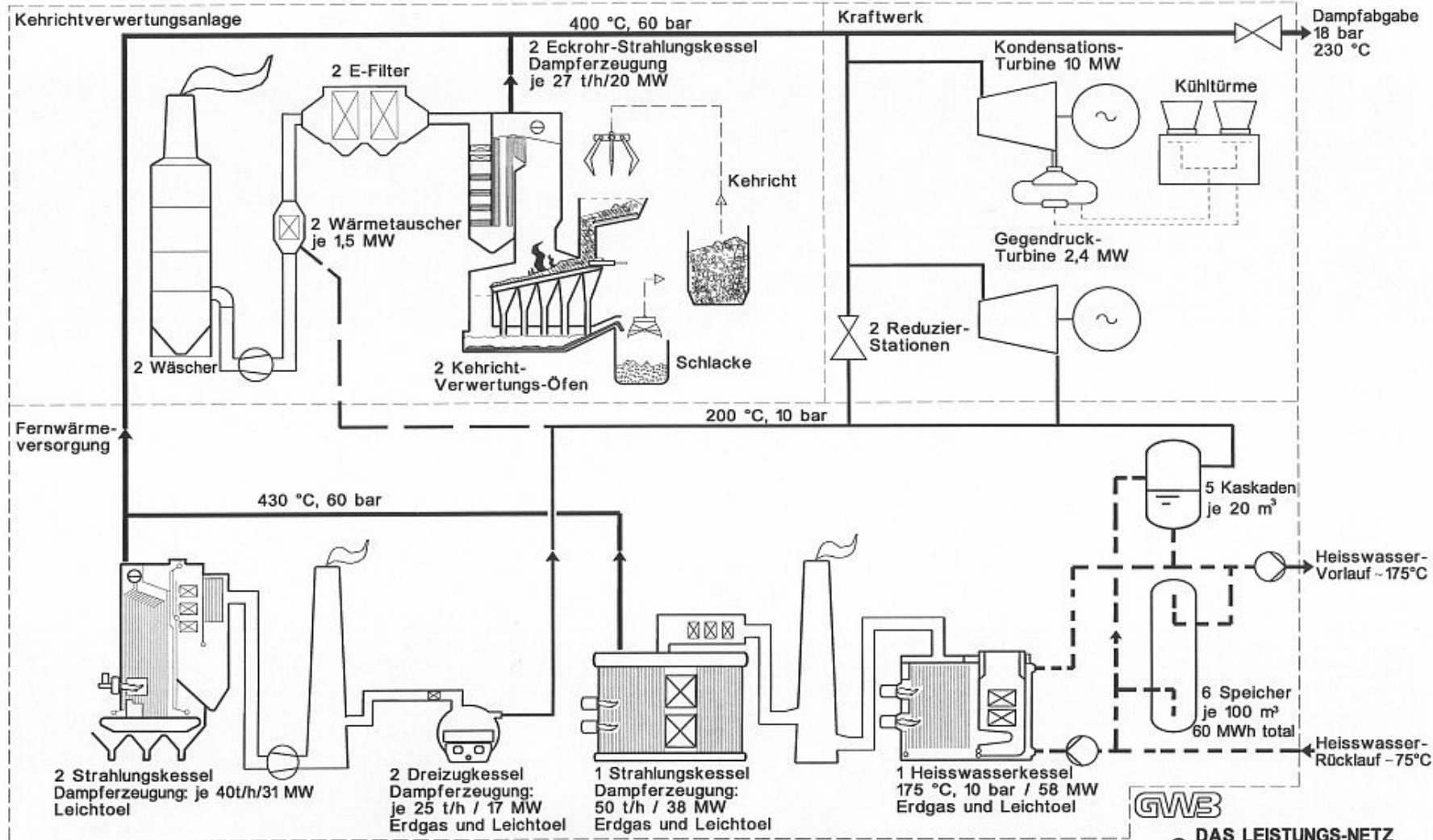
# KVA Bern

## Verfahrensfließbild

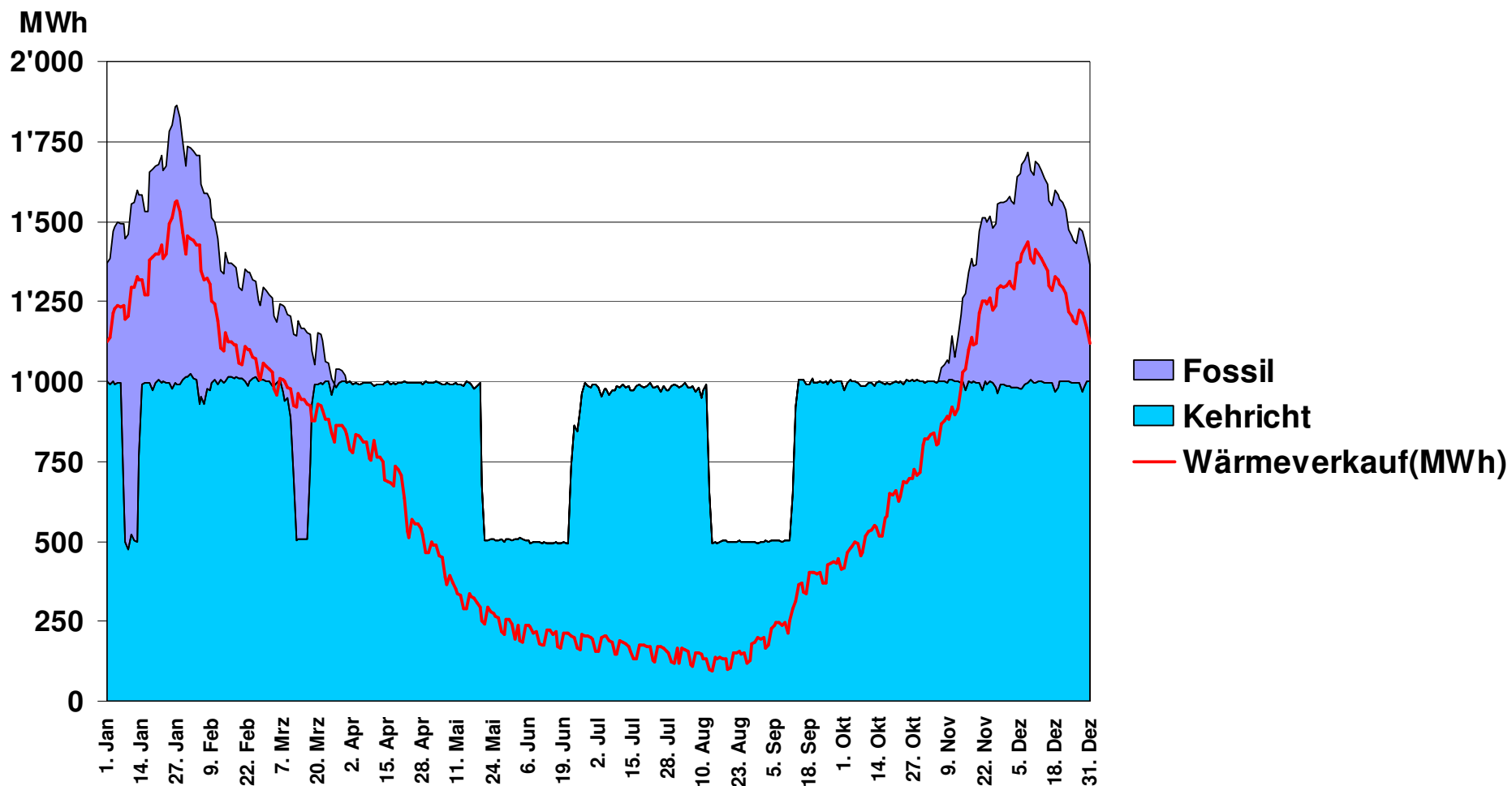
Stand: 1998



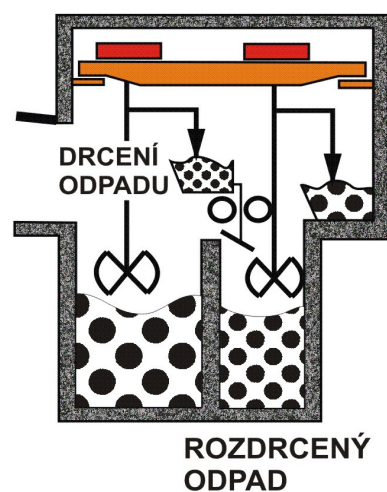
## Kehrichtverwertung / Fernwärmeversorgung



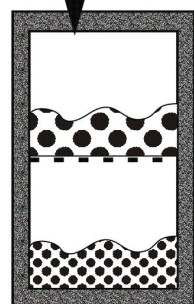
## FWV Bern Energieproduktion/Fernwärme-Bedarf



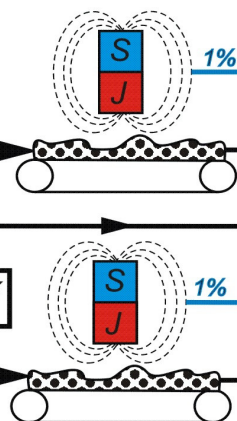
## PŘÍJEM A DRCENÍ ODPADU



## PROSÉVÁNÍ



## MAGNETICKÁ SEPARACE ODPADU



10%

50%

40%

TŘÍDĚNÍ



SPALOVÁNÍ 59 %

ZTRÁTA TLENÍM 10 %

SKLÁDKA 29 %

Fe 2 %

OHŘEV

TLENÍ



# Zdroje

1. de Chefebien H: R1 criterion for dedicated incineration in the Waste Framework Directive, kongres CEWEP, Bordeaux, 2008
2. Hyžík J.: Energetická účinnost spaloven a rámcová směrnice o odpadech. Odpadové fórum, odborný měsíčník o odpadech a druhotných surovinách, č. 10, ISSN 1212-7779 MK ČR E 8344, Praha, 2008
3. Hyžík J.: Význam energetického využívání odpadu roste, Kotle a energetická zařízení, Asociace výzkumných organizací, ISSN 1801-1306, Brno, 2007
4. Hyžík J.: Vlastní podklady a dokumentace.
5. Jackson C.: Tisková zpráva ze dne 13.04.08
6. Novela rámcové směrnice o odpadech č.75/442/EEC ze dne 17.06.08
7. Reimann D.O.: CEWEP's up dated Energy Efficiency Report, kongres CEWEP, Bordeaux, 2008