

# Dopad zpřísněných emisních limitů a stropů na technologie čištění spalin zvláště velkých spalovacích zdrojů

J. Vejvoda, Ekotechnology Praha  
P. Buryan, Ústav plynárenství,  
koksochemie a ochrany ovzduší  
VŠCHT Praha

# 1. Úvod

- Směrnicí 2001/80/EC byly stanoveny nové zpřísněné emisní limity (**EL**) pro spalovací zdroje o tepelném příkonu vyšším než 50 MW. Ty byly převzaty do národních legislativ členských států; v ČR zákonem 86/2002 Sb. o ovzduší a NV 352/2002 Sb.
- Dále mezinárodními závazky byly stanoveny emisní stropy, které mohou klást ještě vyšší požadavky na koncentrace  $\text{SO}_2$  a  $\text{NO}_x$  ve spalinách než samotné EL.
- Přednáška pojednává o technologiích, jimiž lze splnit uložené hodnoty.

## 2. Požadavky kladené na zdroje

- Požadavky se liší dobou, kdy bylo na vydáno první povolení na zdroj (§ 54 zákona 86/2002 Sb.).
- Povolení **do 1. 7. 1987** (§ 54, odst.7) – „**stávající**“ - EL a plán snížení emisí s cílem splnit uložené emisní stropy.
- Povolení vydané **od 1. 7. 1987 do 31. 12. 2002** (§ 54, odst. 8) – „**nové**“: EL podle původní směrnice 88/609/EEC. Na př. zdroje o TP > 500 MW, které v ČR mají nyní EL  $500 \text{ mg.m}^{-3}$ , musí do 1. 1. 2008 dosáhnout nový EL –  $400 \text{ mg.m}^{-3}$ .

- Zdroje „**budoucí**“, tj. povolené **od 1. 1. 2003** nebo uvedené do provozu po 27. 11. 2003 (§ 54 odst. 6) „t. zv. budoucí“, musí plnit EL podle nové směrnice 80/2001/EC (NV 352/2002, resp. NV 146/2007 Sb.)
- Tyto **zcela nové zdroje** (v nařízení vlády 352/2002 Sb. označeny jako **budoucí**) musí respektovat mnohem přísnější EL:

# EL pro nově stavěné zdroje

Jmenovitý TP	50-100 MW	100–300 MW	>300 MW
SO <sub>2</sub>	850	200	200
NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )	400	200	200
TZL	50	30	30

# Co z toho vyplývá:

- Dosažení hodnoty EL  $200 \text{ mg}\cdot\text{m}_n^{-3}$  pro  $\text{SO}_2$  zpochybňuje suché a polosuché procesy odsiřování **ZVZ** pro české uhlí.
- Hodnota EL  $\text{NO}_x$   $200 \text{ mg}\cdot\text{m}_n^{-3}$  pak zpochybňuje použití **samotných primárních opatření**; otevírá cestu k **selektivní katalytické redukci (SKR)**.
- Jaké budou dopady na technologie ZVZ?

# 3. Odsiřování spalin

- Granulační kotle na uhlí:
- Dále bude převládat mokrá vápencová metoda odsiřování spalin vyrábějící tzv. „energosađrovec“ (síran vápenatý dihydrát).
- U „budoucích“ zdrojů - patrně ještě vyšší skrápěcí poměr L : G nebo použití organických kyselin jako aditiv (adipová, jantarová, glutarová).
- U „stávajících“ zařízení podle situace především použití organických kyselin jako aditiv.

# Odsiřování spalin - práškové kotle - pokračování

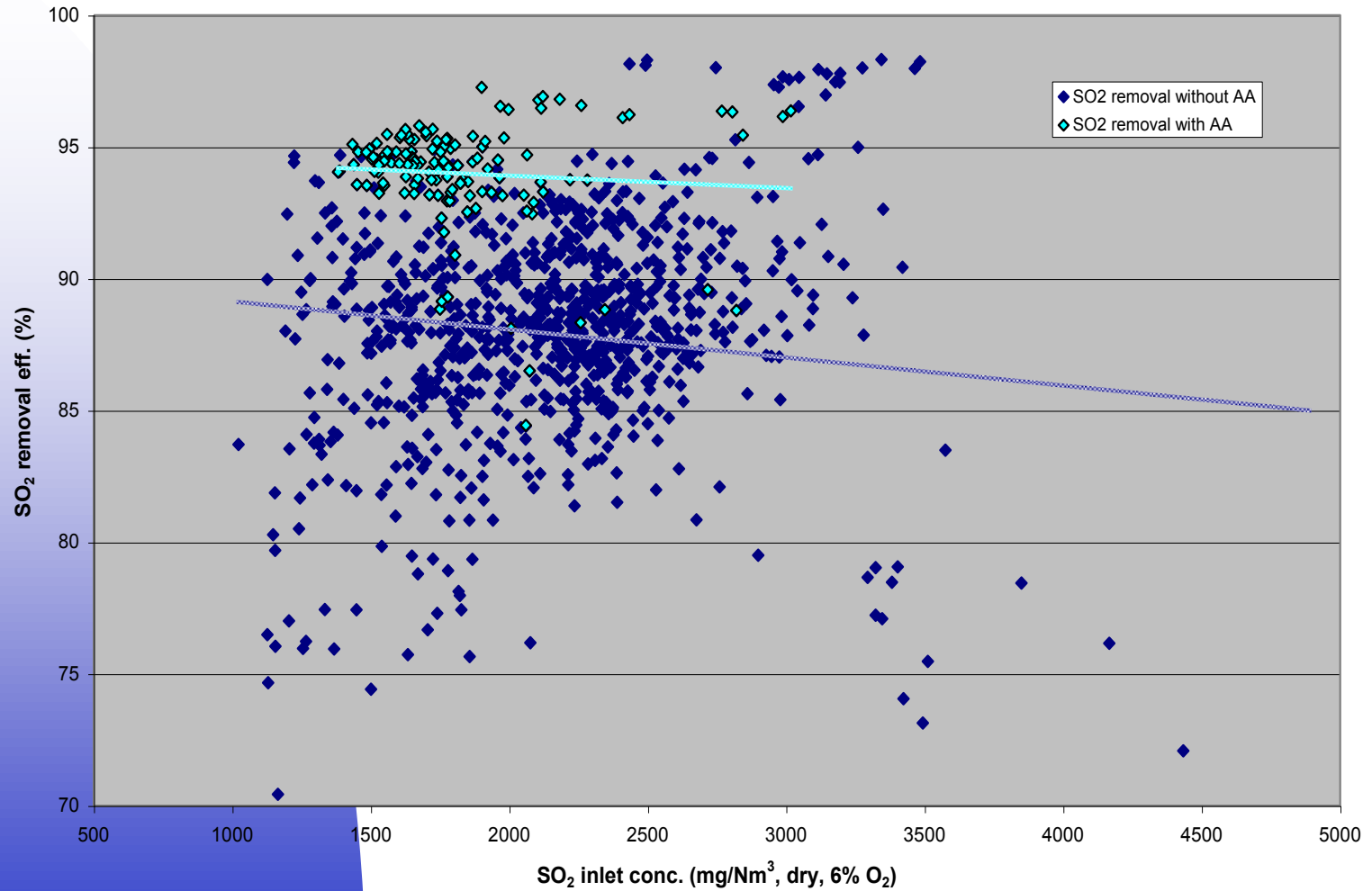
- Poměr  $L : G$  pro české hnědé uhlí bývá **15–25  $\text{l.m}_n^{-3}$**  a představuje skrápění pračky o výkonu  $200 \text{ MW}_e$  (TP cca  $600 \text{ MW}$ ) **cca  $25\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$** !
- Další zvýšení  $L : G$  představuje vyšší nároky na spotřebu elektřiny.
- **Použití aditiv** umožňuje snížit  $L : G$  na  **$2\text{--}5 \text{ l.m}^{-3}$** ; úspora elektřiny je značná.
- Nevýhodou jsou drobné krystaly  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .



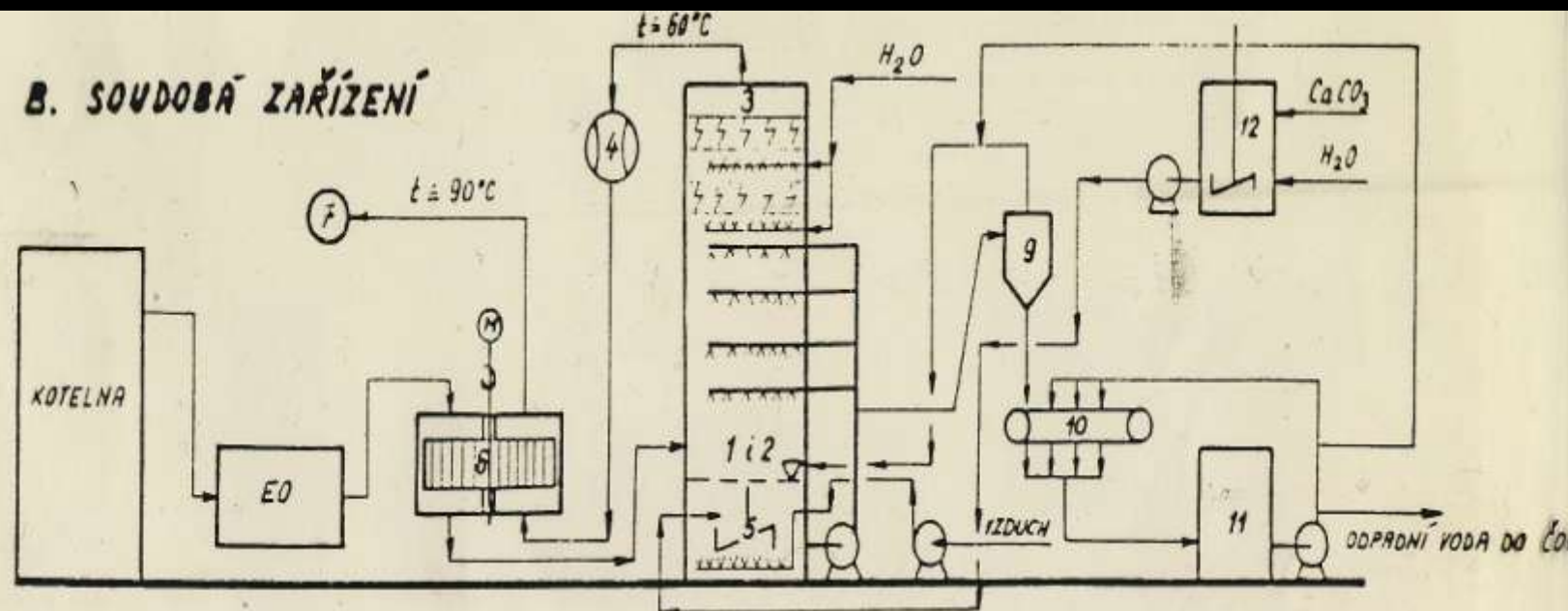
# Působení aditiv

- **Organické kyseliny jako aditiva zvyšují koncentraci  $\text{Ca}^{2+}$  v suspenzi a tím i rychlost absorpce. Lze snížit L : G nebo zvýšit účinnost odsíření, resp. snížit počet provozovaných oběhových čerpadel.**
- **Úspora elektřiny je výrazná!**
- **Příklad: Zkoušky spol. FORTUM (Vřesová):**

Vřesová FGD Plant  
3 RP: SO<sub>2</sub> removal / SO<sub>2</sub> inlet conc.



## B. SOUDOBA ZARÍZENÍ



EO	ELEKTROODLUČOVAČ	7	KOMÍN
1	CHLAZENÍ SPALIN	8	DODATEČNÝ OHŘEV SPALIN
2	ABSORPCE	9	BATERIE HYDROCYKLONŮ
3	ODLUČOVAČ KAPEK	10	VAKUOVÝ FILTR
4	VENTILÁTOR SPALIN	11	NÁDRŽ NA FILTRÁT
5	REAKČNÍ NÁDRŽ S OXIDÉREM	12	PŘÍPRAVA SUSPENZE
6	REGENERATIVNÍ VÝMĚNÍK TEPLA		

OBR. 1

# Fluidní kotle na uhlí

- Všechny **dnes** provozované fluidní kotle byly postaveny **po roce 1990** ( tj. „**nové**“ zdroje).
- Odsiřování se realizuje přidavkem mletého vápence do ohniště kotle; k dodržení EL 500  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  je potřebný poměr  $\text{CaCO}_3 : \text{SO}_2 = 2 - 3 : 1$ .
- „**Nové zdroje**“ (EL  $\text{SO}_2$  pro TP > 500 MW **dosud** činí  $500 \text{ mg}\cdot\text{m}_n^{-3}$ ); od roku 2008 EL **musí dosahovat** hodnotu  $400 \text{ mg}\cdot\text{m}_n^{-3}$ .
- „**Budoucí**“ kotle mají stanoven EL  $200 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

# Fluidní kotle, pokračování 1

## ■ Cesty k dosažení EL pro „Nové“ fluidní kotle:

- ◆ Zvýšení stechiometrie  $\text{CaCO}_3:\text{SO}_2 = 5-6:1$  je **nehospodárné**; popílek obsahuje velké množství nezreagovaného  $\text{CaO}$  a při odvážení tvoří s vodními parami rychle vlhnoucí  $\text{Ca(OH)}_2$ .
- ◆ Zkouší se **recirkulace** části popílku (odloučeného např. v TF), který obsahuje volný  $\text{CaO}$ .
- ◆ **Aktivace** části popílku [např. mírným přemletím (Polsko, Turow)] a jeho recirkulace zpět do kotle.
- ◆ **Mezi kotel a odlučovač popílku** vložit **polosuchý vápnový** způsob odsiřování s možností částečné recirkulace úletového popílku .

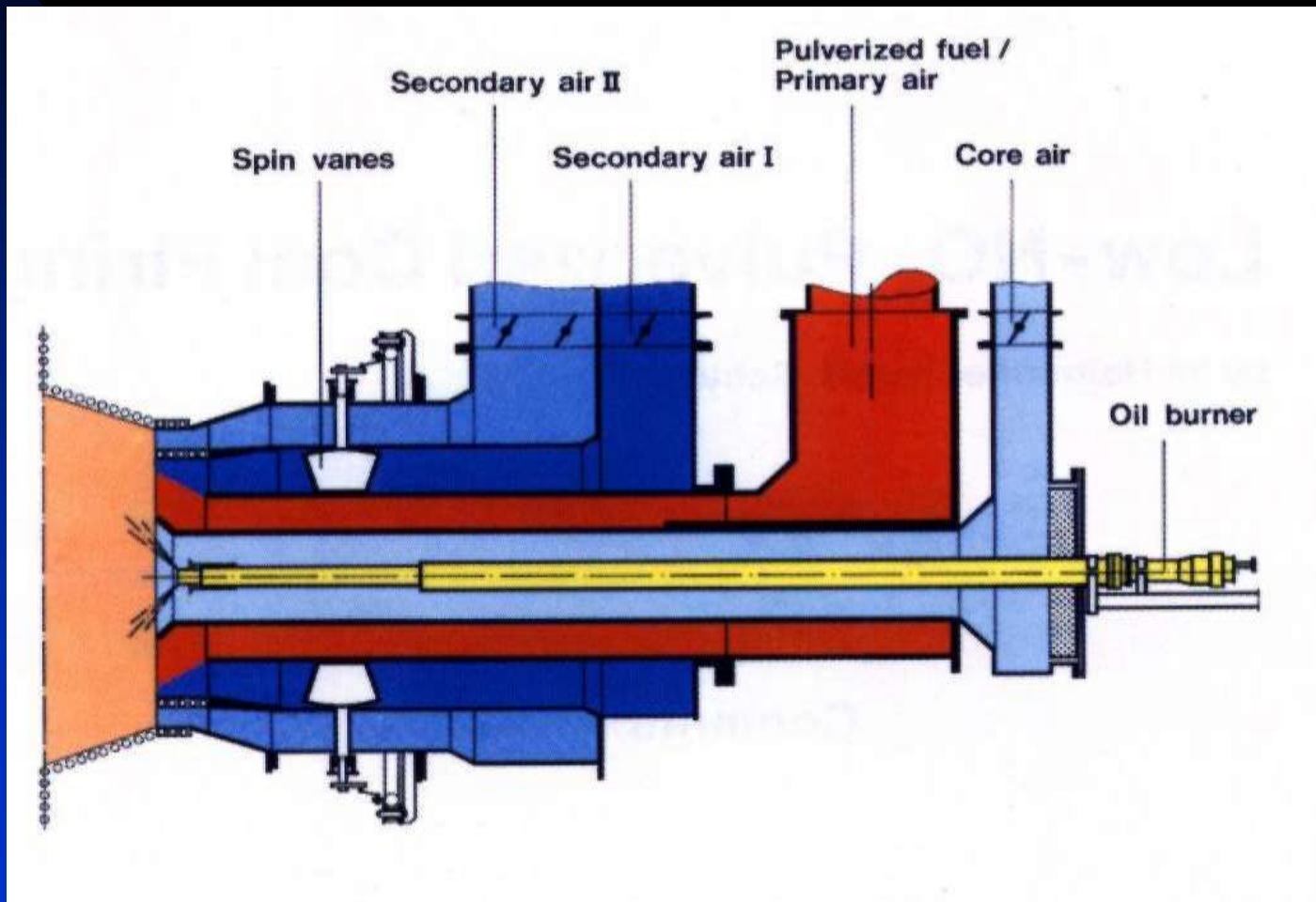
# Fluidní kotle, pokračování 2

- **„Budoucí“ kotle (povolené od 1. 1. 2003)**
  - ◆ Injektáž vápence do fluidní vrstvy v ohništi **stěží** zabezpečí **emisní limit 200 mg.m<sup>-3</sup>**
  - ◆ Nutno uvažovat o **odsiřování za kotlem** - např. vypíráním spalin).
  - ◆ S ohledem na hodnotu EL nejspíše **mokrým vápencovým** způsobem.
  - ◆ Dávkování vápence do ohniště je **problematické!**

# 4. Emise NO<sub>x</sub>

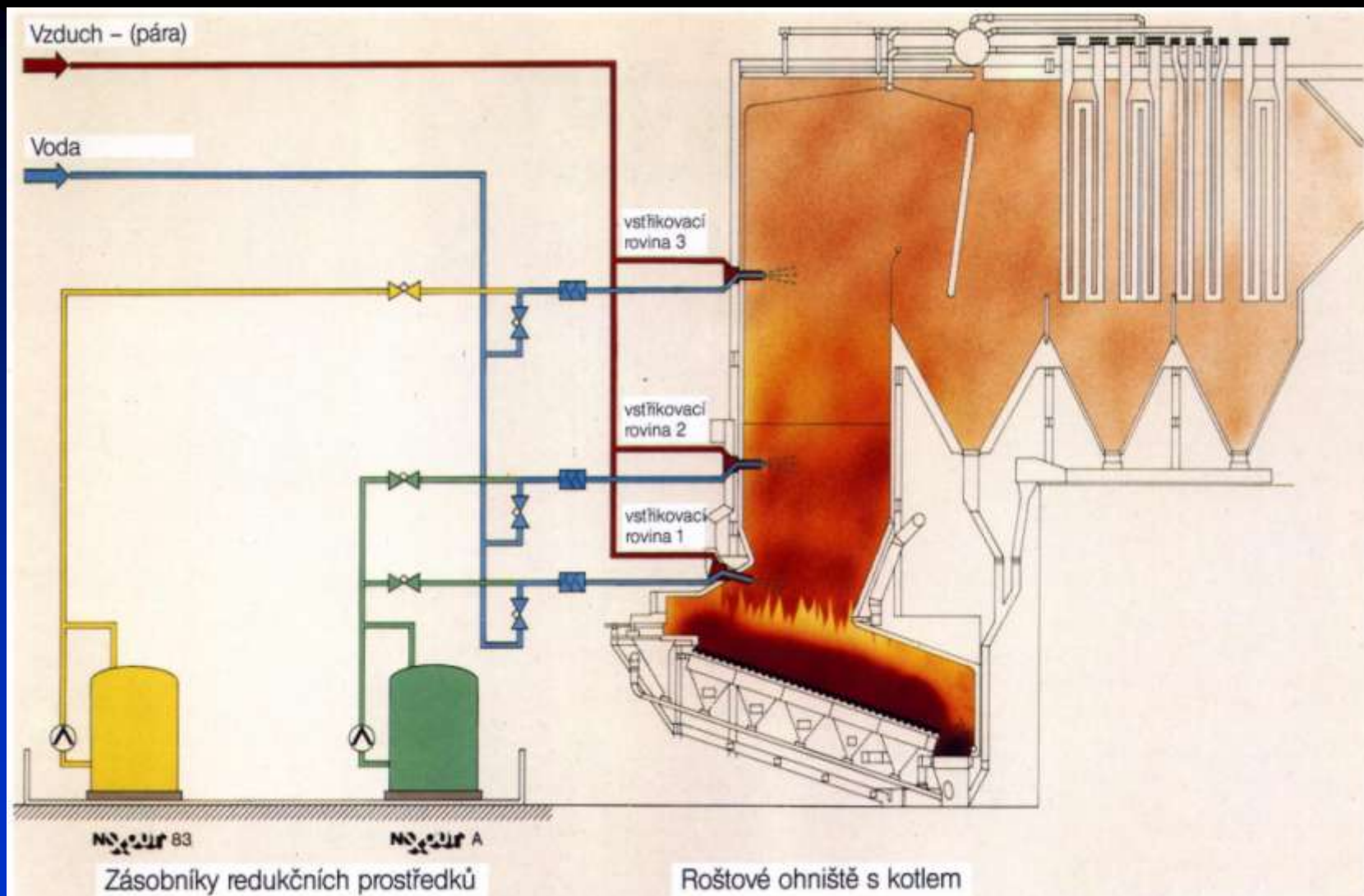
- **Doposud platný EL NO<sub>x</sub> 650 mg.m<sup>-3</sup>** bylo možno snadno splnit pomocí primárních opatření (nízkoemisní hořáky), resp. **neselektivní katalytická redukce (SNCR)** injektáží močoviny nebo amoniaku do teplot cca 900 – 1 000 °C.
- **Emisní limit pro „budoucí“ zdroje o TP > 100 MW** hodnotou 200 mg.m<sup>-3</sup> lze patrně dosáhnout jen **SKR** nebo **kombinací více principů** (nízkoemisní hořáky, SNKR).

# Princip nízkoemisního hořáku

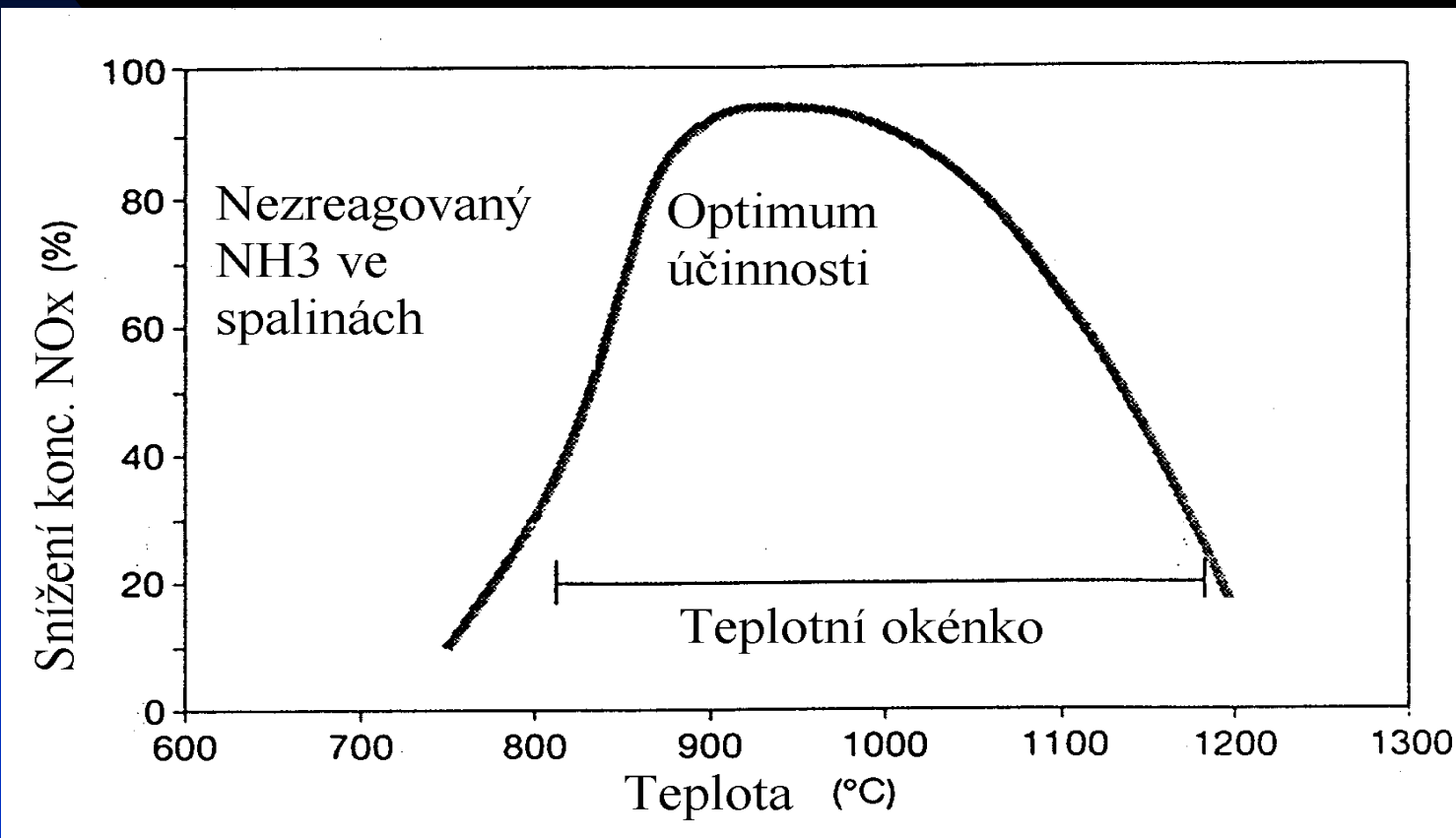




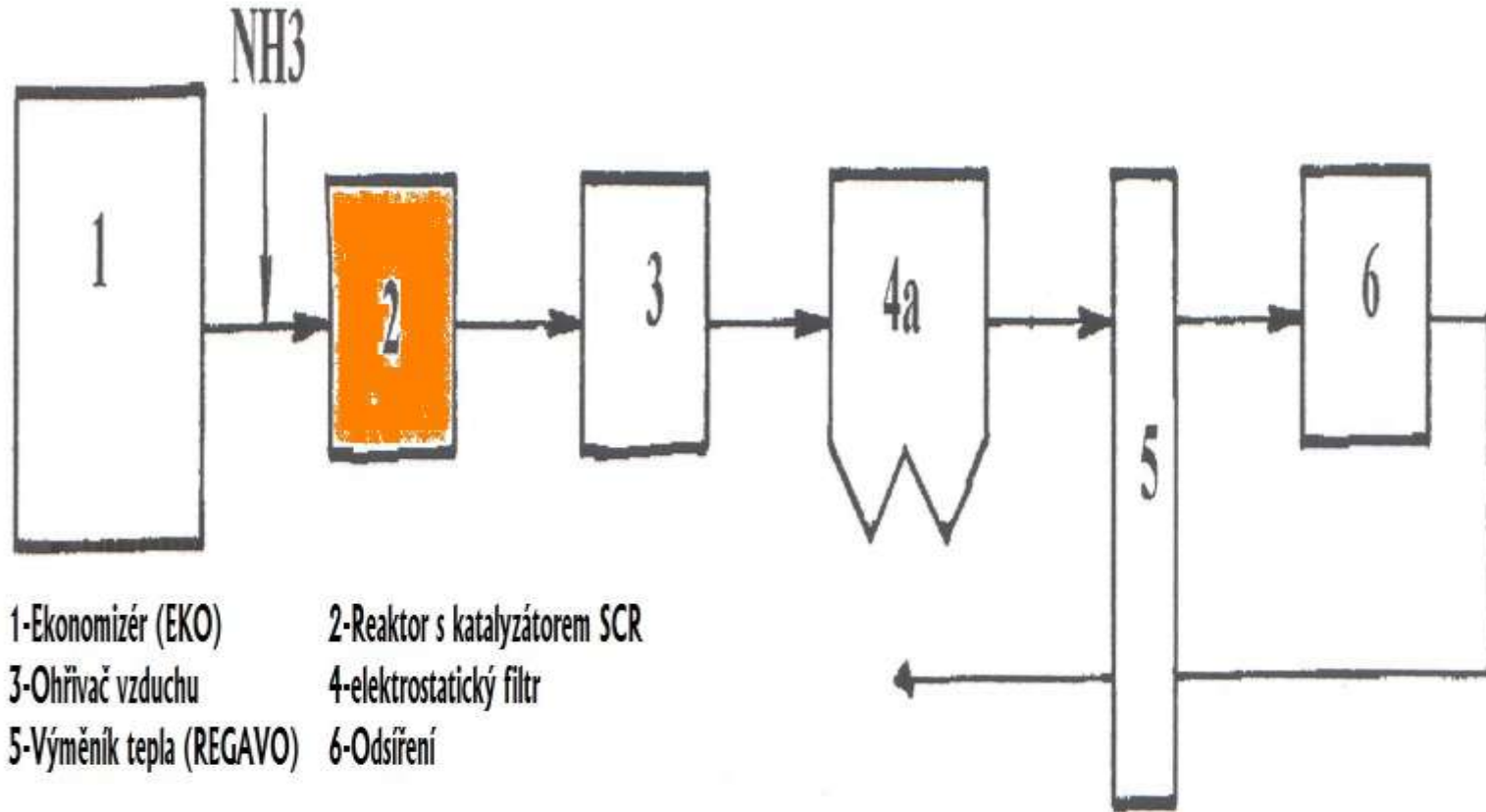
# Selektivní nekatalytická redukce



# Závislost účinnosti SNKR na teplotě



# Selektivní katalytická redukce NOx



# 5. Odprašování spalin

- Současný EL pro „**stávající**“ zdroje o TP vyšším než 50 MW činí  $100 \text{ mg.m}_n^{-3}$ .
- **Nová hodnota EL** pro „**budoucí**“ zvláště velké zdroje:
  - ◆ do 100 MW tepelného příkonu  $50 \text{ mg.m}_n^{-3}$ .
  - ◆ >100 MW tepelného příkonu  $30 \text{ mg.m}_n^{-3}$ .
- „**Stávající**“ granulační kotle používají elektrofiltry, „**nové**“ fluidní kotle převážně tkaninové filtry.
- Pro dosažení EL TZL  $30 \text{ mg.m}_n^{-3}$  jsou tkaninové filtry spolehlivější, ale nákladnější.

# 6. Výhledy

- V USA se připravuje omezování **emisí rtuti (Hg)** ze spalování uhlí.
- S podporou agentury EPA se vyvíjejí procesy odstraňování Hg z uhlí a ze spalin.
- Problém: Hg ve spalinách je obsažena ve formě **Hg<sup>2+</sup>** nebo jako **Hg<sup>0</sup>**; každá z nich se chová jinak:
  - ◆ **Hg<sup>0</sup>** - prochází odsiřováním spalin, **Hg<sup>2+</sup>** se zachytí v odsíření.
  - ◆ **Poměr Hg<sup>0</sup> : Hg<sup>2+</sup>** se mění ve spalinách v širokém rozmezí

# Výhledy, pokračování

- Nejreálněji se jeví technologie záchytu na **aktivním polokoxsu** injektovaném před odlučovač popílku.
- Problémem může být další **využití popílku**, (např. ve stavebnictví), které závisí na množství přidaného polokoxsu (C : Hg).
- **Malé** množství AK (1:100 000 popílku) neovlivní využití ve stavebnictví, **velké** (1:10 000) může výrazně ovlivnit!

# Závěry – odsiřování spalin

- **„Budoucí“** zdroje na uhlí o TP > 100 MW budou aplikovat mokrou vápencovou metodu odsiřování spalin jak u práškových, tak i **patrně** u fluidních kotlů.
- **„Stávající“** práškové kotle na uhlí aplikují organické kyseliny pro zvýšení účinnosti odsíření.
- **„Nové“** fluidní kotle - vyšší stechiometrii pro DESOX a recirkulaci volného CaO po jeho aktivaci; také **patrně** polosuchý způsob.

# Závěry – DENOX, odprašování, Hg

- **DENOX spalin** - nejspíše **SKR** (vysoký investiční náklad – v USA cca 100 USD / instal. kW); kotle o TP < 100 MW **SNCR**
- **Odprašování spalin** zejména pomocí tkaninových filtrů; po případě EO.
- **Odlučování Hg** je ve vývoji – současný stav techniky je ve prospěch sorpce aktivním uhlím.



**Děkuji za  
pozornost!**