

Co bylo v ČSSR nejpalčivějším environmentálním problémem v roce 1989?

Nobody has responded yet.

Hang tight! Responses are coming in.

JEDOVATÁ TEPLICKÁ PŘEDEHRA. ZDEVASTOVANÉ OVZDUŠÍ VYHNALO LIDI DO ULIC UŽ PŘED 17. LISTOPADEM

ONDŘEJ STRATILÍK, 13. 11. 2019



Autor: Marek Fujdiak

Pár dní před sametovou revolucí se lidé vzbouřili proti extrémně znečištěnému ovzduší, které Teplicko a celý severozápad Čech sužovalo každý podzim a zimu.

Zpátky v osmdesátkách. Přesně tento pocit návštěvníka přepadne, když vezme za neforemnou kliku mohutných dřevěných dveří a vkročí do restaurace U Ptáčků. Stoly, dlouhé lavice, zažloutlé stěny, nad tím vším těžký hospodský vzduch a u vchodu kulečník.



0:14 / 1:16



Kouř (Tomáš Vorel, 1990) - trailer 2020

 **Národní filmový archiv**
4,66 tis. odběratelů

Odebírat

 57   Sdílet  Uložit 

E0270 TECHNOLOGIE A NÁSTROJE OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Technologie pro zajištění čistoty ovzduší I

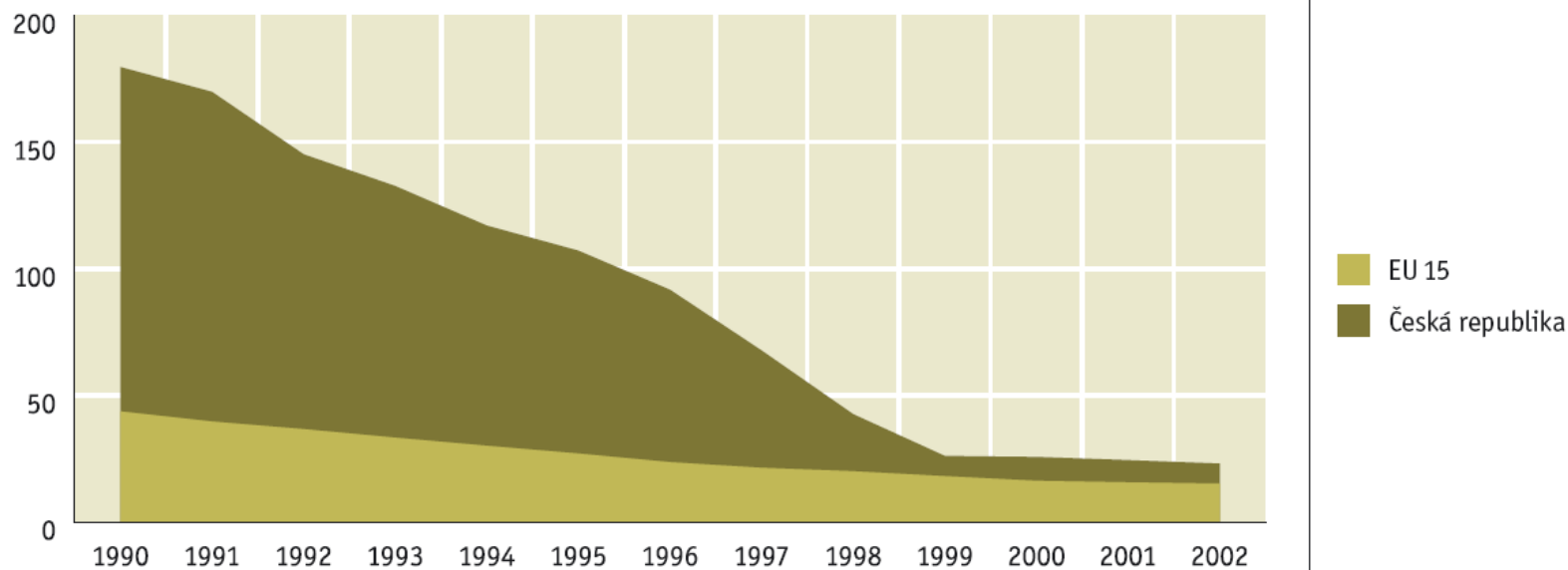
RNDr. Mgr. Michal Bittner, Ph.D.

Vývoj stavu životního prostředí v ČR 1990 – 2004

Ovzduší

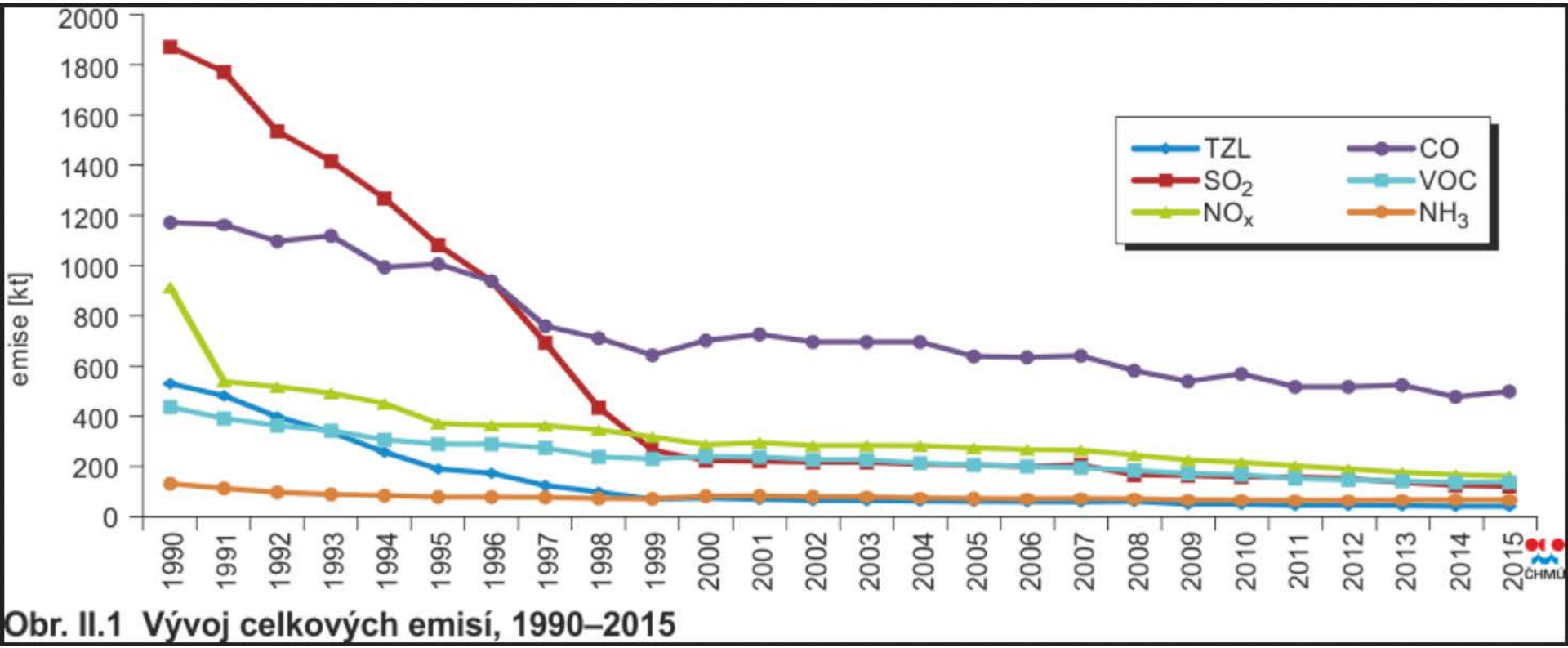
- Znečištění ovzduší bylo v roce 1990 objektivně i subjektivně nejpalčivějším problémem ŽP
- Významné zdravotní problémy (především SČ) a poškození ŽP

Trend měrných emisí SO₂ (v kg/os.rok) v České republice a v EU 15 v letech 1990–2002



Graf 4.3

Zdroj: EMEP, EEA

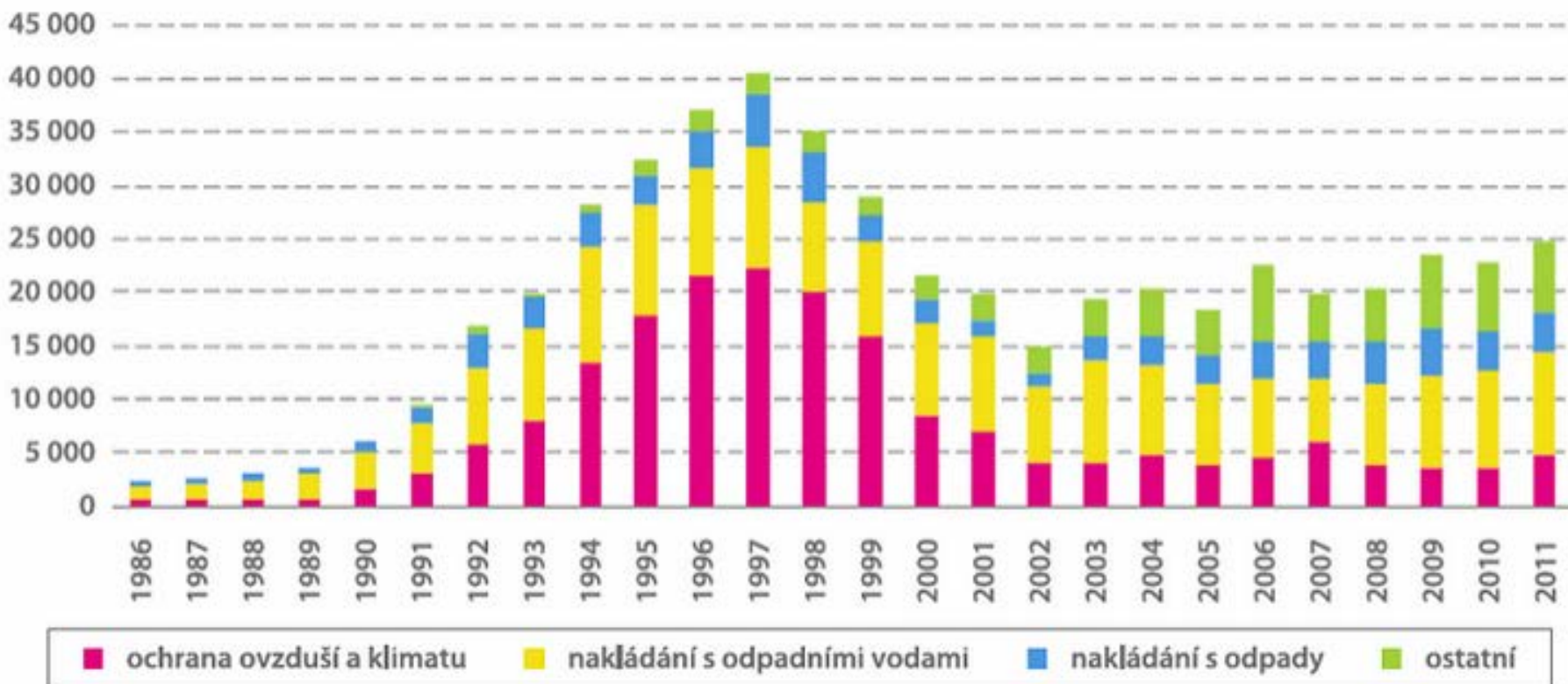


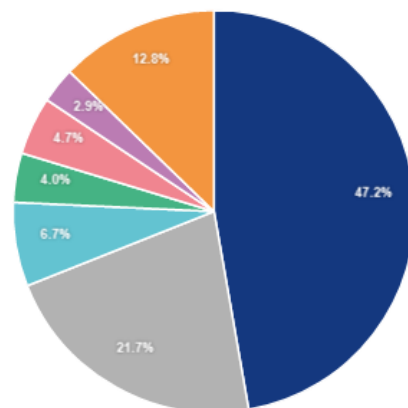
Obr. II.1 Vývoj celkových emisí, 1990–2015





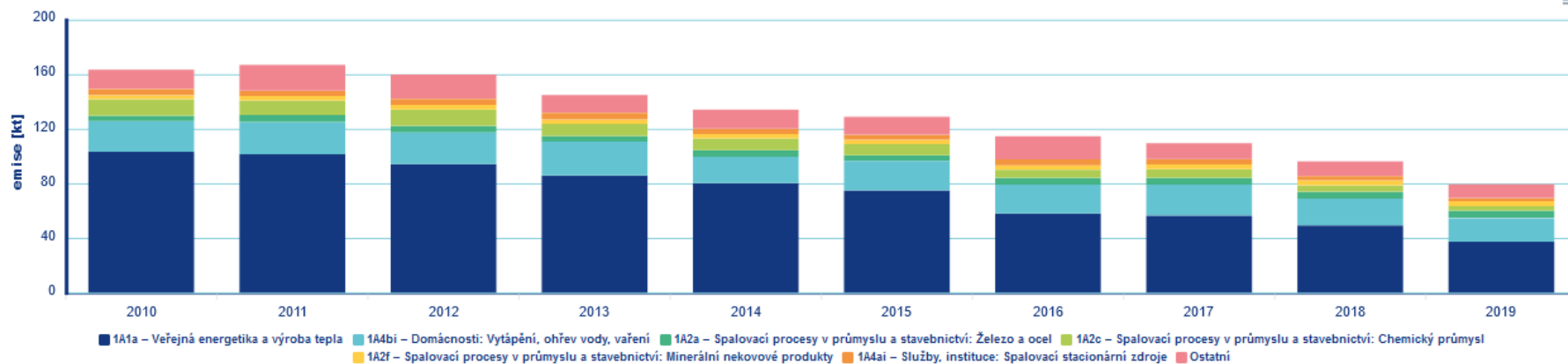
V mil. Kčs/Kč (běžné ceny)





- 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla
- 1A4bi – Domácnosti: Vytápění, ohřev vody, vaření
- 1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel
- 1A2c – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Chemický průmysl
- 1A2f – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Minerální nekovové produkty
- 1A4ai – Služby, instituce: Spalovací stacionární zdroje
- Ostatní

Obr. IV.7.9 Podíl sektorů NFR na celkových emisích SO_x, 2019



Obr. IV.7.10 Celkové emise SO_x, 2010–2019

24.11.2016 18:54

Ambiciózní plán na zavedení národních stropů týkající se emisí a látek znečišťujících ovzduší do roku 2030, včetně oxidů dusíku (NO_x), pevných polétavých částic a oxidu siřičitého, získal při středním hlasování podporu poslanců Evropského parlamentu. Nové limity byly již neformálně dohodnuty během nizozemského předsednictví v Radě EU. Znečištění ovzduší způsobuje ročně zhruba 400 tisíc předčasných úmrtí v EU.

Emisní limity pro Českou republiku

Pro Českou republiku byly stanoveny závazky k procentuálnímu snížení emisí oxidu siřičitého (SO₂), oxidů dusíku (NO_x) a nemethanových těkavých organických sloučenin (NMVOC) tak, že se za výchozí rok považuje rok 2005. Pokud jde o silniční dopravu, použijí se emise vypočítané na základě prodaných paliv.

- **Závazek ke snížení emisí oxidu siřičitého (SO₂) oproti roku 2005:**
 - 45 % (pro jakýkoli rok od r. 2020 do r. 2029),
 - 66 % (pro jakýkoli rok od r. 2030).
- **Závazek ke snížení emisí oxidů dusíku (NO_x) oproti roku 2005:**
 - 35 % (pro jakýkoli rok od r. 2020 do r. 2029),
 - 64 % (pro jakýkoli rok od r. 2030).
- **Závazek ke snížení emisí nemethanových těkavých organických sloučenin (NMVOC) oproti roku 2005:**
 - 18 % (pro jakýkoli rok od r. 2020 do r. 2029),
 - 50 % (pro jakýkoli rok od r. 2030).
- **Závazek ke snížení emisí amoniaku (NH₃) oproti roku 2005:**
 - 7 % (pro jakýkoli rok od r. 2020 do r. 2029),
 - 22 % (pro jakýkoli rok od r. 2030).
- **Závazek ke snížení emisí jemných částic (PM_{2,5}) oproti roku 2005:**
 - 17 % (pro jakýkoli rok od r. 2020 do r. 2029),
 - 60 % (pro jakýkoli rok od r. 2030).

Zvláště velké spalovací zdroje

Spalovací zdroje, resp. zdroje spalování paliv se v České republice podle zákona č. 86/2002 Sb. v platném znění zařazují podle tepelného příkonu nebo výkonu do těchto kategorií:

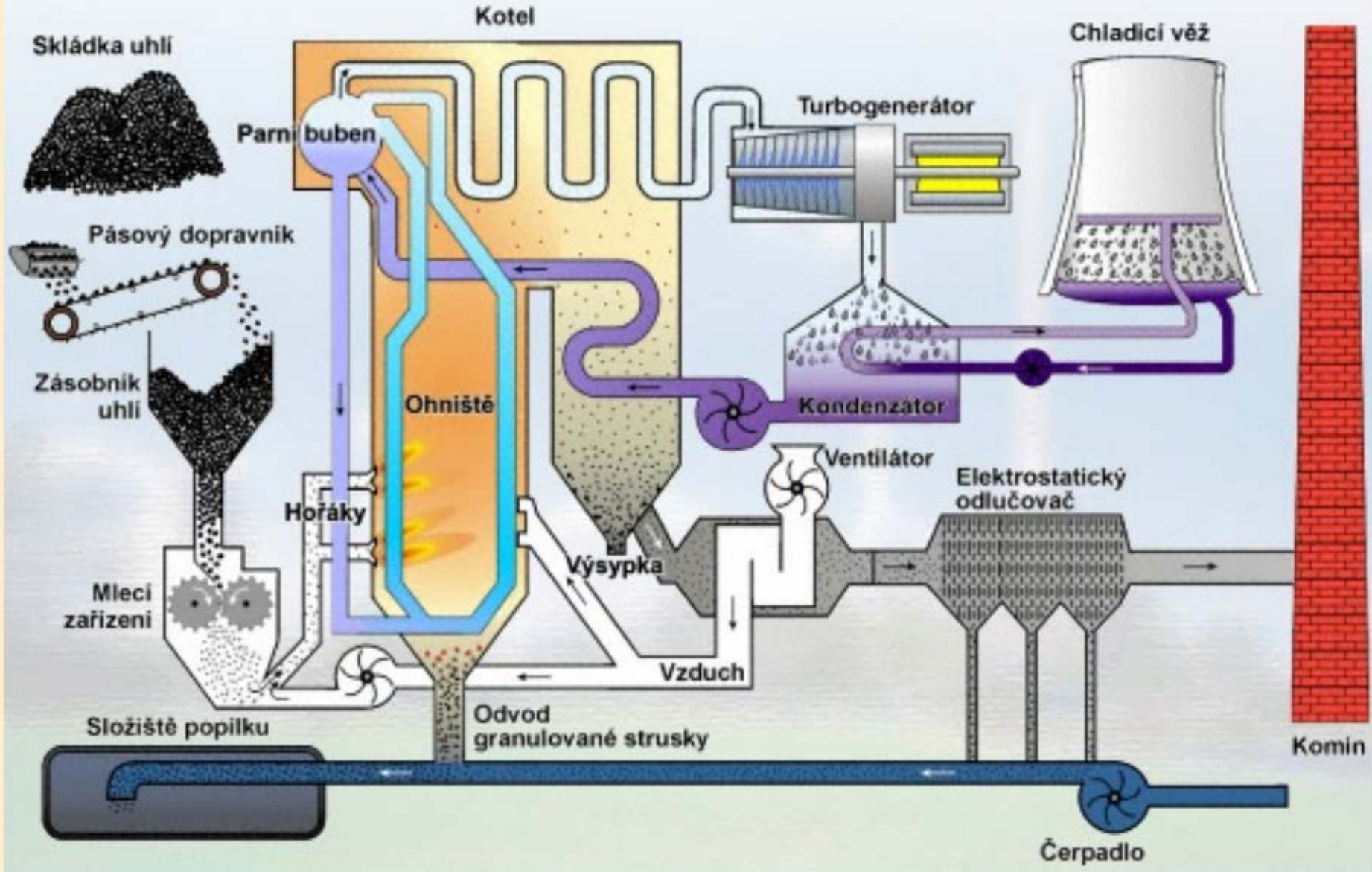
- zvláště velké spalovací zdroje, kterými jsou zdroje znečišťování o jmenovitém tepelném příkonu 50 MW a vyšším bez přihlídnutí ke jmenovitému tepelnému výkonu;
- velké spalovací zdroje, kterými jsou zdroje znečišťování o jmenovitém tepelném výkonu vyšším než 5 MW do 50 MW nespádající do kategorie zvláště velkých spalovacích zdrojů;
- střední spalovací zdroje, kterými jsou zdroje znečišťování o jmenovitém tepelném výkonu od 0,2 MW do 5 MW včetně;
- malé spalovací zdroje, tj. zdroje znečišťování o jmenovitém tepelném výkonu $< 0,2$ MW.

Pro zařazení do kategorií se příkony nebo výkony jednotlivých zařízení (kotlů) ve zdroji sčítají.

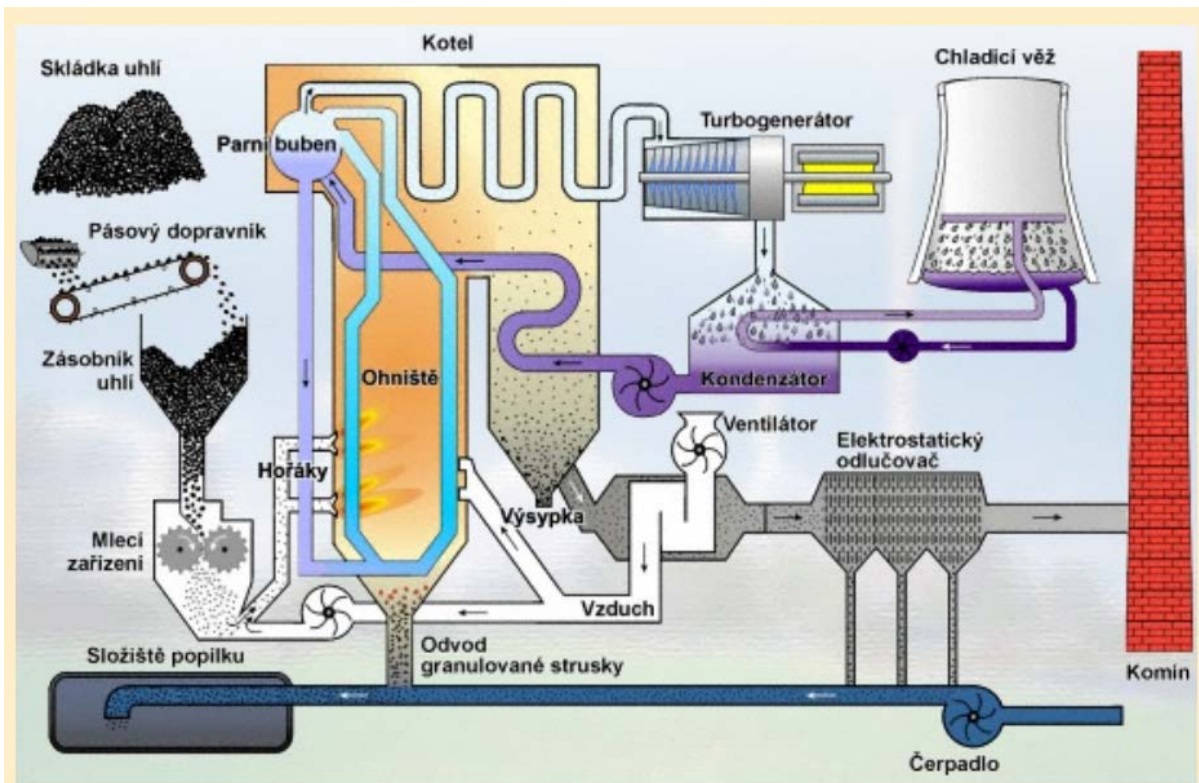
Zvláště velké spalovací zdroje - tepelná elektrárna



Zvláště velké spalovací zdroje

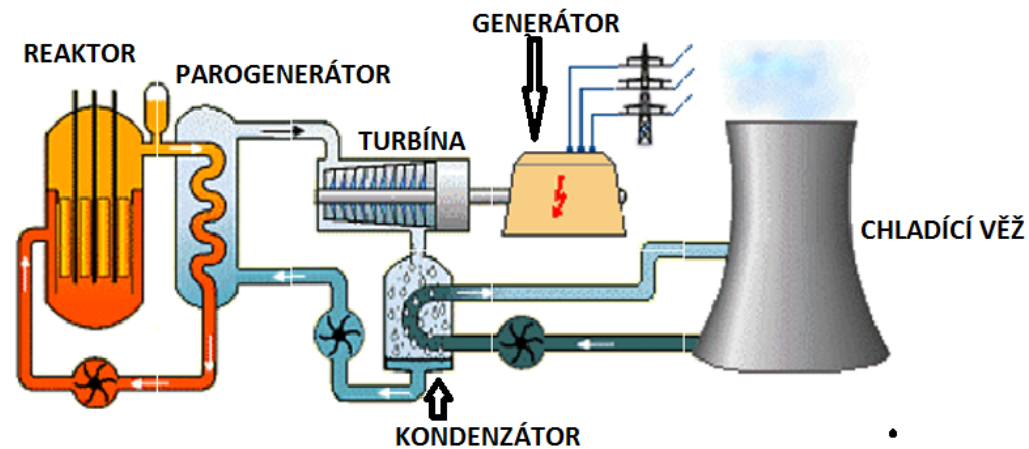


Zvláště velké spalovací zdroje



Uhelná E

Jaderná E



Jaké jsou typy zněčišťujících látek ze spalovacích procesů?

Nobody has responded yet.

Hang tight! Responses are coming in.

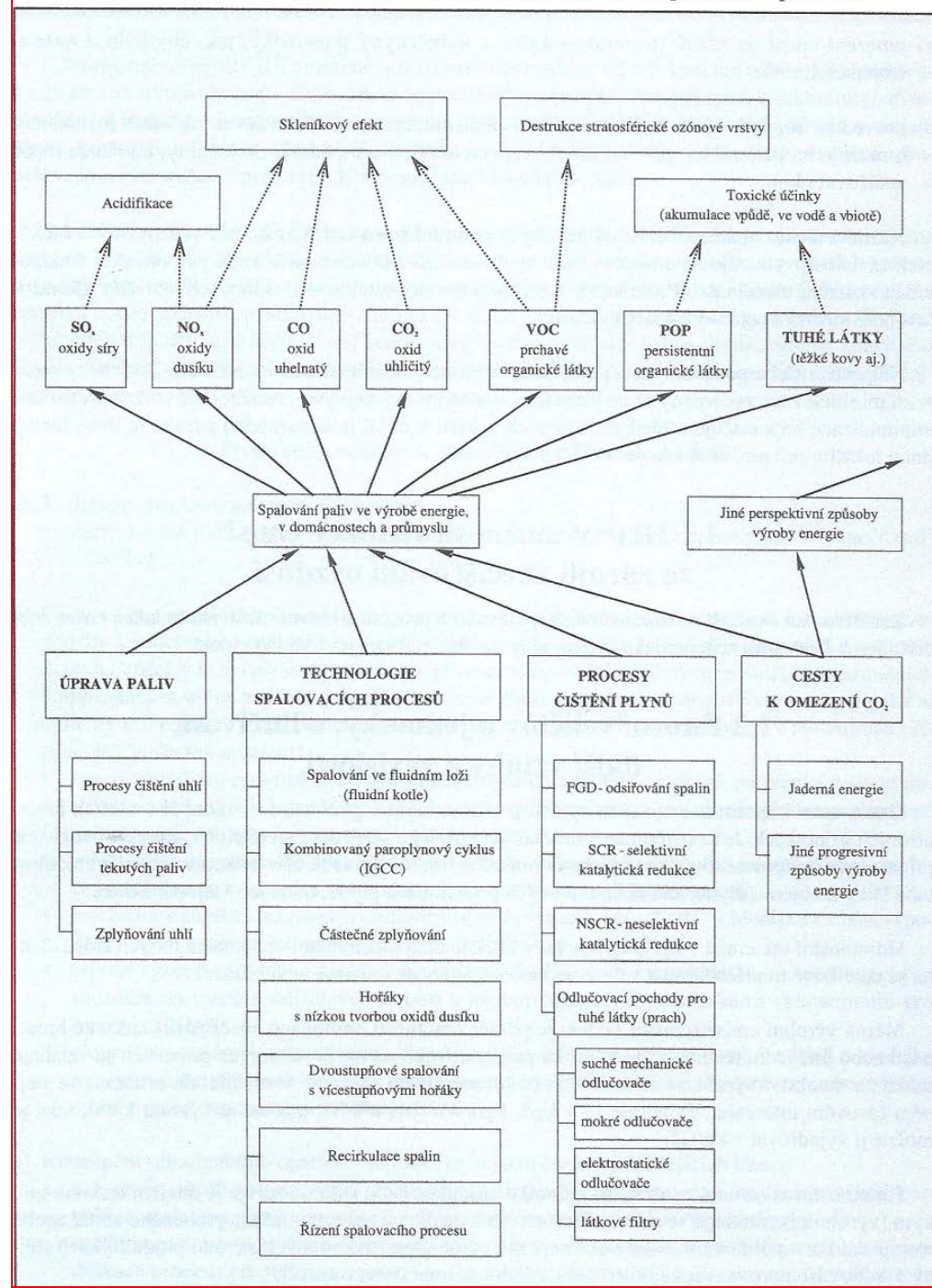
Jak tyto znečišťující látky poškozují ŽP?

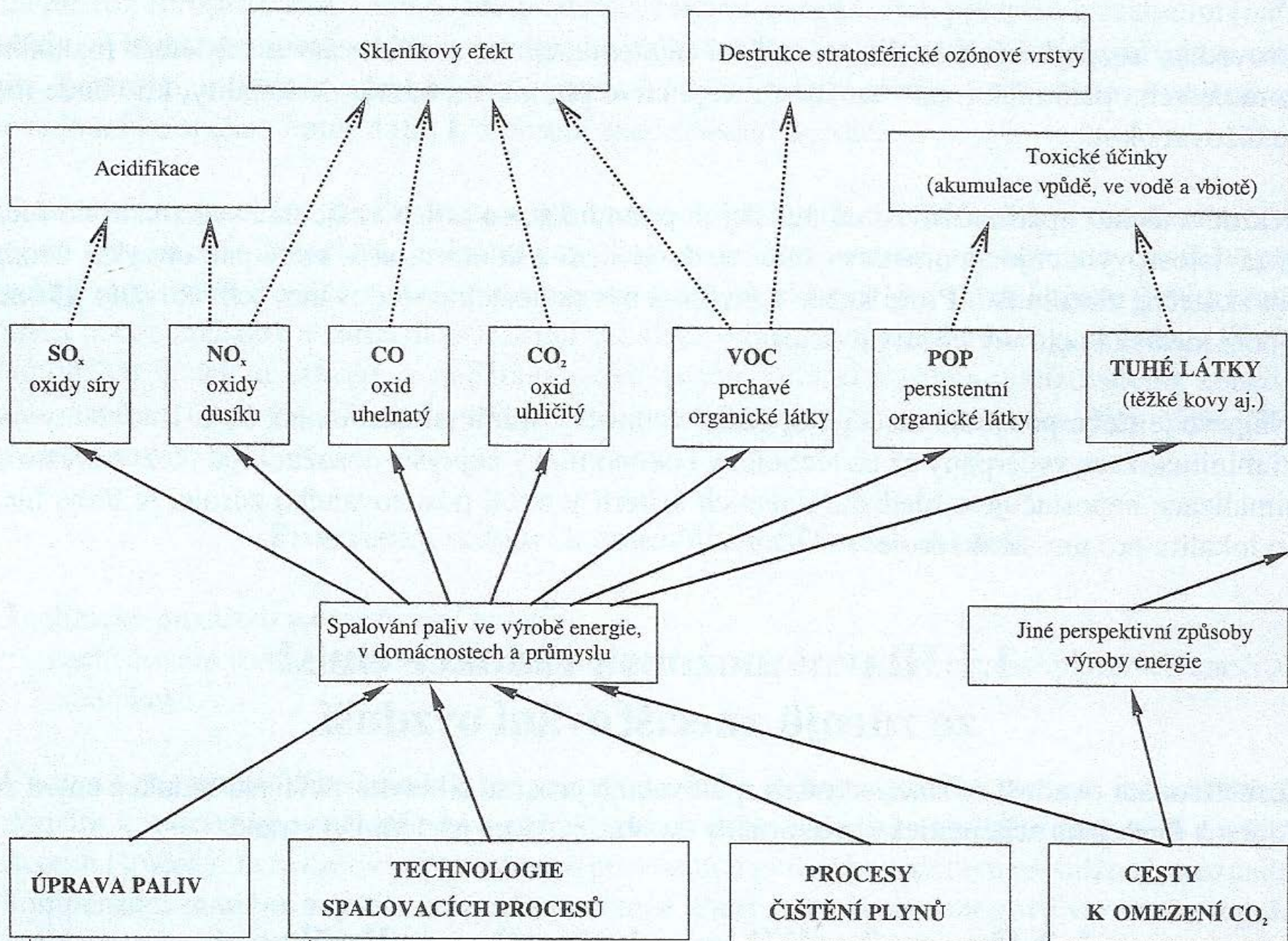
Nobody has responded yet.

Hang tight! Responses are coming in.

Možnosti snižování emisí znečišťujících látek ze stacionárních spalovacích procesů

Hlavní možnosti redukce emisí znečišťujících látek ze stacionárních spalovacích procesů.





ÚPRAVA PALIV

Procesy čištění uhlí

Procesy čištění
tekutých paliv

Zplyňování uhlí

TECHNOLOGIE SPALOVACÍCH PROCESŮ

Spalování ve fluidním loži
(fluidní kotle)

Kombinovaný paroplynový cyklus
(IGCC)

Částečné zplyňování

Hořáky
s nízkou tvorbou oxidů dusíku

Dvoustupňové spalování
s vícestupňovými hořáky

Recirkulace spalin

Řízení spalovacího procesu

PROCESY ČIŠTĚNÍ PLYNŮ

FGD - odsiřování spalin

SCR - selektivní
katalytická redukce

NSCR - neselektivní
katalytická redukce

Odlučovací pochody pro
tuhé látky (prach)

suché mechanické
odlučovače

mokrý odlučovače

elektrostatické
odlučovače

látkové filtry

CESTY K OMEZENÍ CO₂

Jaderná energie

Jiné progresivní
způsoby výroby
energie

Objemy a vlastnosti zpracovávaných plynů

- ↪ Spaliny z jednotky 200 MW
- ↪ $V \sim 1 - 1,2 \text{ mil. m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ plynu
- ↪ $T \sim 130 - 180 \text{ }^\circ\text{C}$
- ↪ Vysoká vlhkost!
- ↪ Značný obsah tuhých příměsí!
- ↪ Vysoká korozivost spalin $\text{SO}_2, \text{SO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ (80%) !

Nízká koncentrace odstraňované složky

Problémy s účinností:

↪ SO_2 - 0,1' % obj.

↪ NO_x - 100' - 1 000' ppm

↪ (s) - 10' - 100' g.m^{-3} (za odlučovačem - 10' - 100' mg.m^{-3})

Základní charakteristika

- ↪ extrémní rozměry zařízení
- ↪ vysoké nároky na korozní odolnost všech komponent
- ↪ vysoké pořizovací i provozní náklady
- ↪ technologie ekonomicky ztrátová (zvýšení ceny energie)

Desulfurace

Metody snižování emisí oxidů síry

Administrativní – normy, atd.

Technická

- (1) snižování obsahu S v palivech
- (2) zplyňování paliv s následným zachycením sulfanu
- (3) desulfurace (odsiřování) spalin

(2), (3) - technicky reálné

(3) - aplikována v širokém měřítku

Odsiřování spalin

- Dělení metod podle hlediska **regenerace činidla**:
 - metody **regenerativní** - aktivní látka cirkuluje mezi absorpcí a regenerací
 - metody **neregenerativní** - aktivní látka po reakci s SO_2 opouští proces jako produkt odsíření
- Dělení podle hlediska **fáze**:
 - **suché** metody - během procesu neklesá T pod rosný bod vody (i metody katalytické)
 - **polosuché** metody
 - **mokrě** metody - spaliny přichází do kontaktu s vodním roztokem nebo suspenzí aktivní látky
- Dělení podle hlediska **místa procesu odsiřování**:
 - odsiřování přímo **v kotli**
 - odsiřování **za kotlem**

Procesy desulfurace

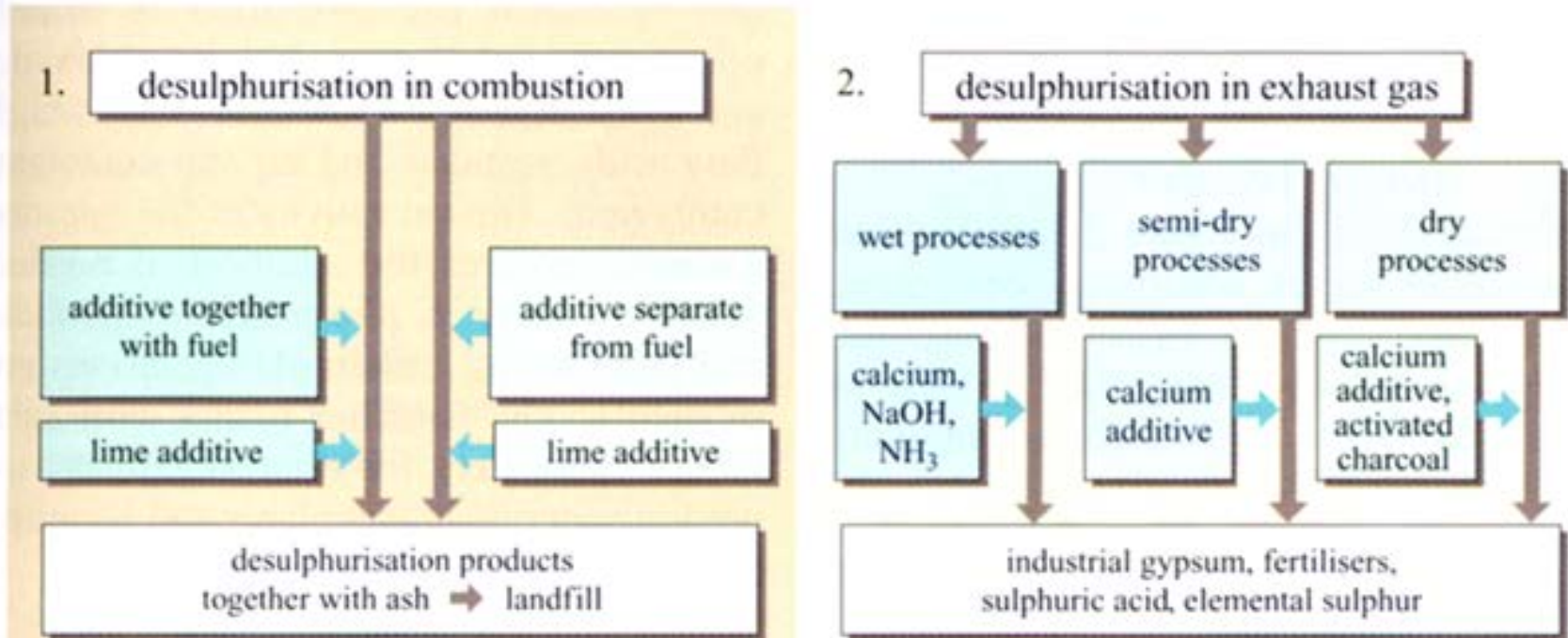


Figure 2.5.7 Desulfurisation processes

Odsiřování spalin

Výhody:

Suché:

- ↪ vysoká teplota spalin (není nutné je předehřívát za účelem rozptýlu do atmosféry)
- ↪ malá investiční náročnost (řádově menší proti mokrým)

Mokrý:

- ↪ vysoká účinnost, využitelný produkt (jednoznačně převažují)

Nevýhody:

Suché:

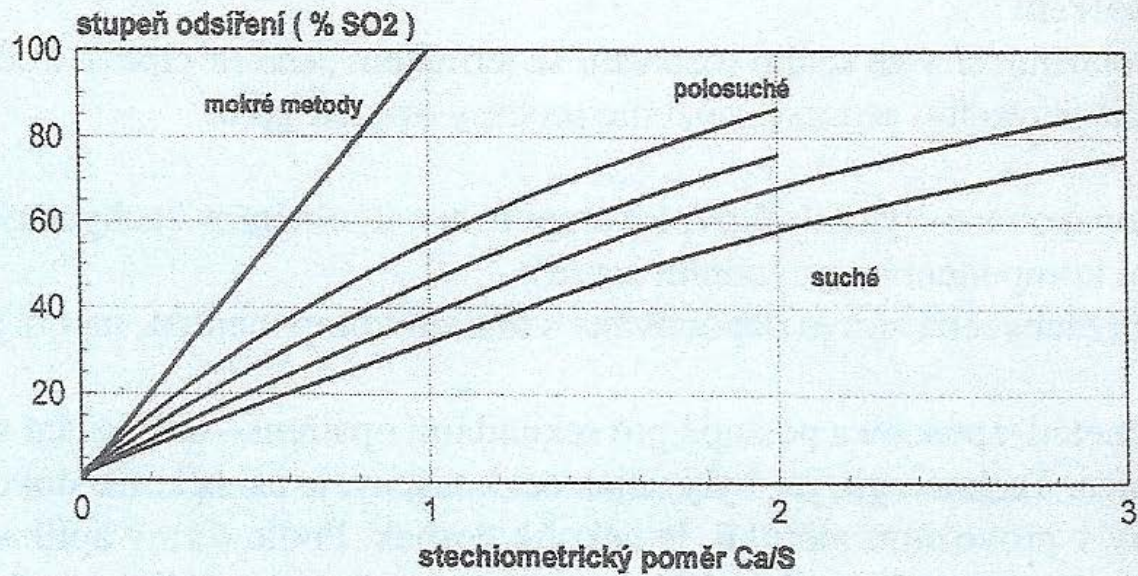
- ↪ malá účinnost
- ↪ problémy s produktem odsíření

Mokrý:

- ↪ vyšší investiční náklady
- ↪ nízká T odsířených spalin - nutnost přehřívání

Přehled technologií odsiřování spalin

Účinnost odsíření v závislosti na poměru Ca/S.



Přehled technologií odsiřování spalin

Obecný přehled užívaných technologií podle způsobu zachytu oxidů síry. Údaje v tabulce označeny: [1] Limestone Injection Multistage Burner; [2] Gas Reburning – Sorbent Injection.

Typ	Princip	Příklad, název technologie
Metody aditivní	<ul style="list-style-type: none"> - injektáž vápna či vápence nad zónu plamene - injektáž ZP, vody a sek. vzduchu s aditivem - fluidní spalování uhlí s přidavkem CaCO_3 ve fluidní vrstvě - s cirkulující fluidní vrstvou 	LIMB [1] GR – SI [2]
Polosuché a suché metody	<ul style="list-style-type: none"> - vstřikování aktivovaného vápna do spalin a následná filtrace tuhé fáze - rozprašovací sušárny 	Niro-Atomizer Fläkt
Absorpční, mokré procesy	<ul style="list-style-type: none"> neregenerativní, zachycená síra je vázána v produktu procesu regenerativní, aktivní komponenta je regenerována pro opětovné použití 	
Katalytické metody	katalytická oxidace SO_2 na SO_3	Cat-ox Kyoura Chiyoda Haldor-Topsøe
Adsorpční procesy	regenerativní adsorpce např. na aktivním koksu a regenerace párou nebo horkým pískem	Bergbau – Forschung

Odsiřování

Způsob odsiřování z kotlů Skupiny ČEZ

elektrárna	bloky	metoda odsiřování
Elektrárna Dětmarovice	4 x 200 MW	mokrý vápencový
Elektrárna Hodonín	50 MW, 55 MW	fluidní spalování
Elektrárna Chvaletice	4 x 200 MW	mokrý vápencový
Elektrárna Ledvice	3 x 110 MW	2 x polosuchá metoda 1 fluidní kotel
Elektrárna Mělník II	2 x 110 MW	mokrý vápencový
Elektrárna Mělník III	500 MW	mokrý vápencový
Elektrárna Počerady	5 x 200 MW	mokrý vápencový
Elektrárna Poříčí II	3 x 55 MW	fluidní spalování
Elektrárna Prunéřov I	4 x 110 MW	mokrý vápencový
Elektrárna Prunéřov II	5 x 210 MW	mokrý vápencový
Elektrárna Tisová I	2 bloky pro 3 x 57 MW + 1 x 12,8 MW	fluidní spalování
Elektrárna Tisová II	112 MW	mokrý vápencový
Elektrárna Tušimice II	4 x 200 MW	mokrý vápencový

Odsiřování spalin

Parametry odsiřovacího zařízení elektrárny Chvaletice

počet a výkon odsiřovaných bloků	4 x 200 MW _e
počet absorbérů	2
objem spalin do jednoho absorbérů	583 200 až 2 174 400 Nm ³ /h
obsah SO ₂ v nevyčištěných spalinách	7 000 mg/Nm ³
koncentrace popílku na vstupu do absorbérů	max. 200 mg/Nm ³
obsah SO ₂ v čistých spalinách	garantováno 400, běžně do 200 mg/Nm ³
koncentrace TZL v čistých spalinách	garantováno 50, běžně do 20 mg/Nm ³
účinnost odsíření	94,3 % a vyšší

Mokrý vápencová vypírka

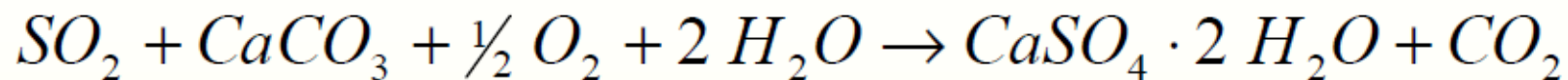
- V současnosti **nejužívanější metoda** při odsiřování velkých zdrojů
- Vývoj – rozdělení podle produktu
 - získávání využitelného energosádrovce $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 - získávání nevyužitelného kalu

- Sumární vyjádření procesu:

Mokrý vápencová vypírka

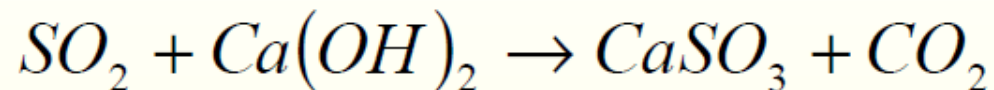
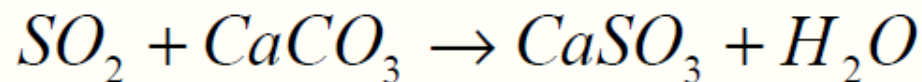
- V současnosti **nejužívanější metoda** při odsiřování velkých zdrojů
- Vývoj – rozdělení podle produktu
 - získávání využitelného energosádrovce $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 - získávání nevyužitelného kalu

- Sumární vyjádření procesu:



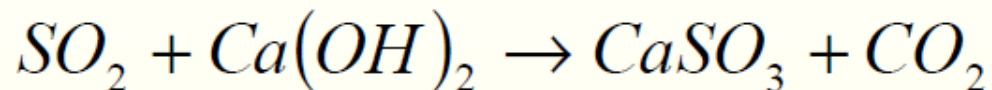
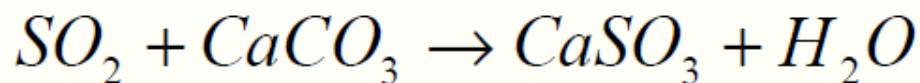
Mokrý vápencová vypírka

- SO_2 se vypírá vodní suspenzí uhličitanu vápenatého CaCO_3 nebo vodní suspenzí vápna Ca(OH)_2

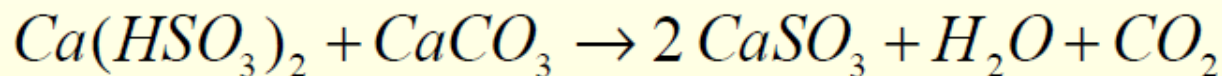
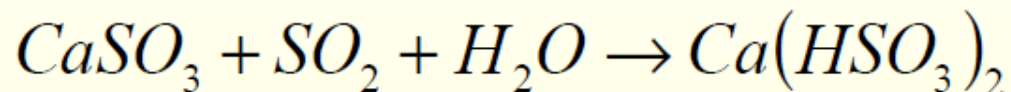


Mokrý vápencová vypírka

- SO_2 se vypírá vodní suspenzí uhličitanu vápenatého CaCO_3 nebo vodní suspenzí vápna $\text{Ca}(\text{OH})_2$

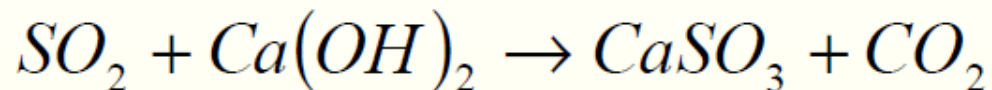
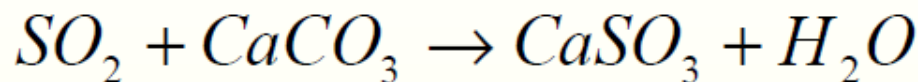


- Další reakce CaSO_3

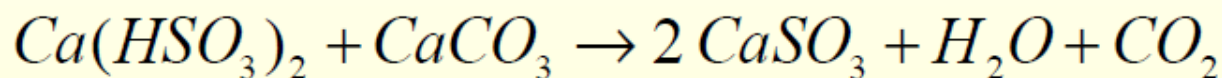
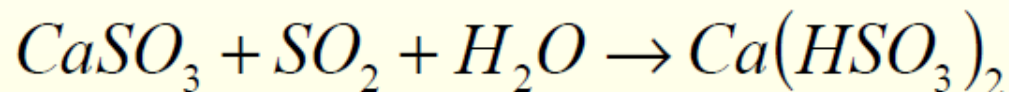


Mokrý vápencová vypírka

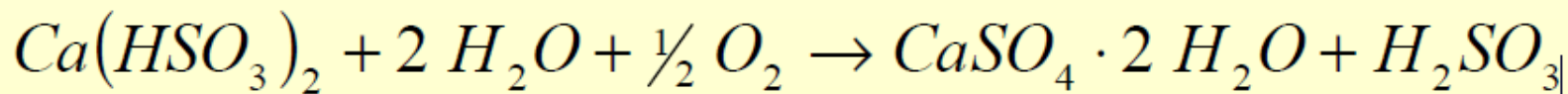
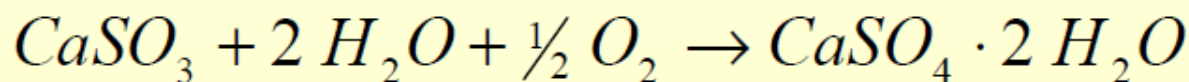
- SO_2 se vypírá vodní suspenzí uhličitanu vápenatého CaCO_3 nebo vodní suspenzí vápna $\text{Ca}(\text{OH})_2$



- Další reakce CaSO_3



- Oxidace CaSO_3 a $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ při $\text{pH}_{\text{opt}} = 5$ až 6 , při nižším pH vyšší tvorba úsad



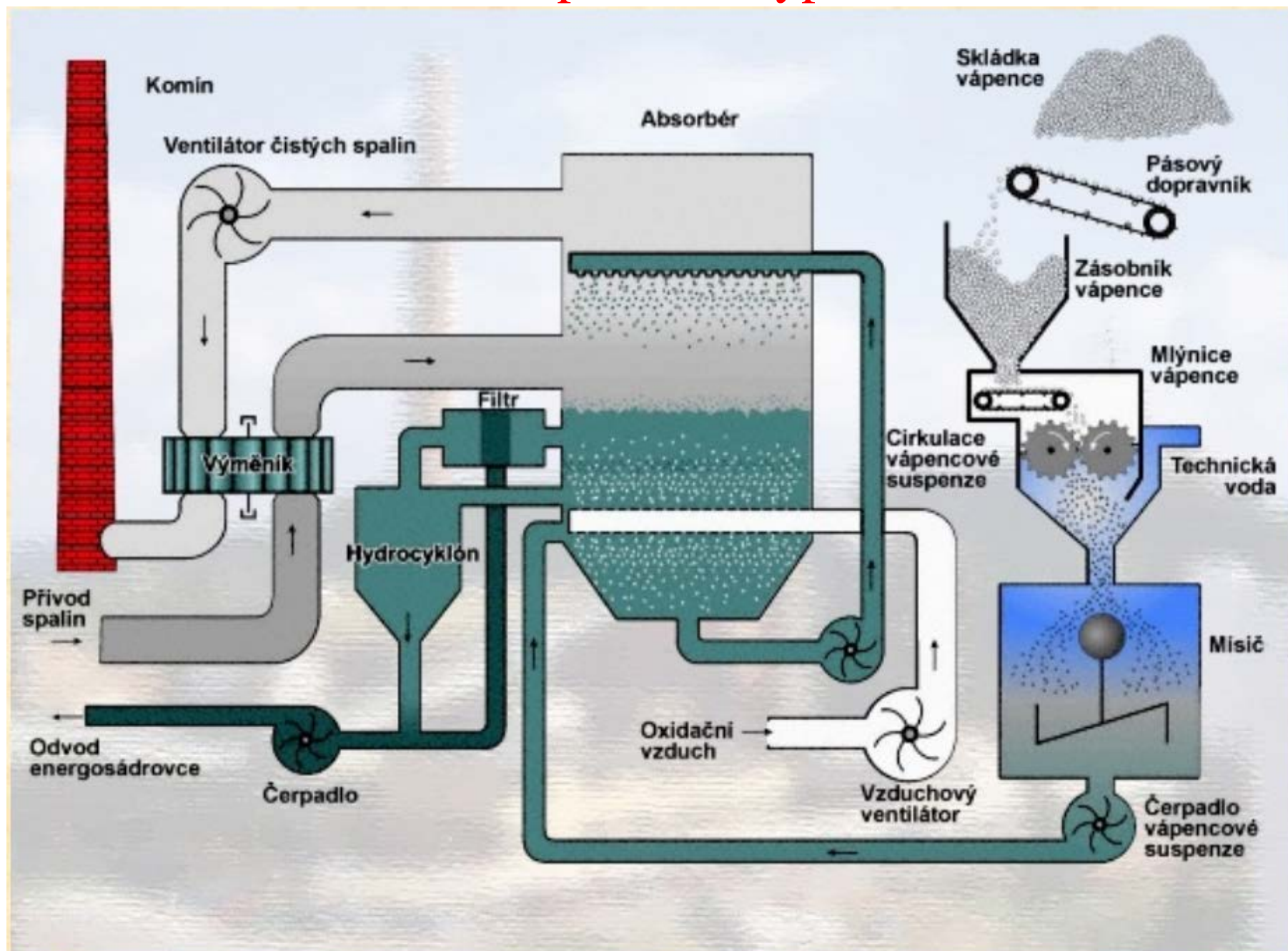
Mokrý vápencová vypírka

- Produkt: energosádrovec $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- Odvod z jímky absorberu → hydrocyklóny → pásové n. bubnové filtry → dosušení → příp. briketování
- Využití
- Výroba sádry $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
 - kalcinací
$$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O} + \frac{3}{2} \text{H}_2\text{O}$$
 - využití ve stavebnictví

Mokrý vápencová vypírka

- Účinnost odsiřování $\eta_{\text{SO}_2} = 95\%$ a více při
 $a = \text{CaCO}_3 : \text{SO}_2 = 1,02$ až $1,07$
- Účinné zachytávání HCl a HF s účinností nad 90 %
$$2 \text{HCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
$$2 \text{HF} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaF}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- Proces odsíření v **absorbéru**
- Spaliny nejdříve zbaveny popílku a ochlazeny
- Nutná ochrana proti korozi

Mokrá vápencová vypírka

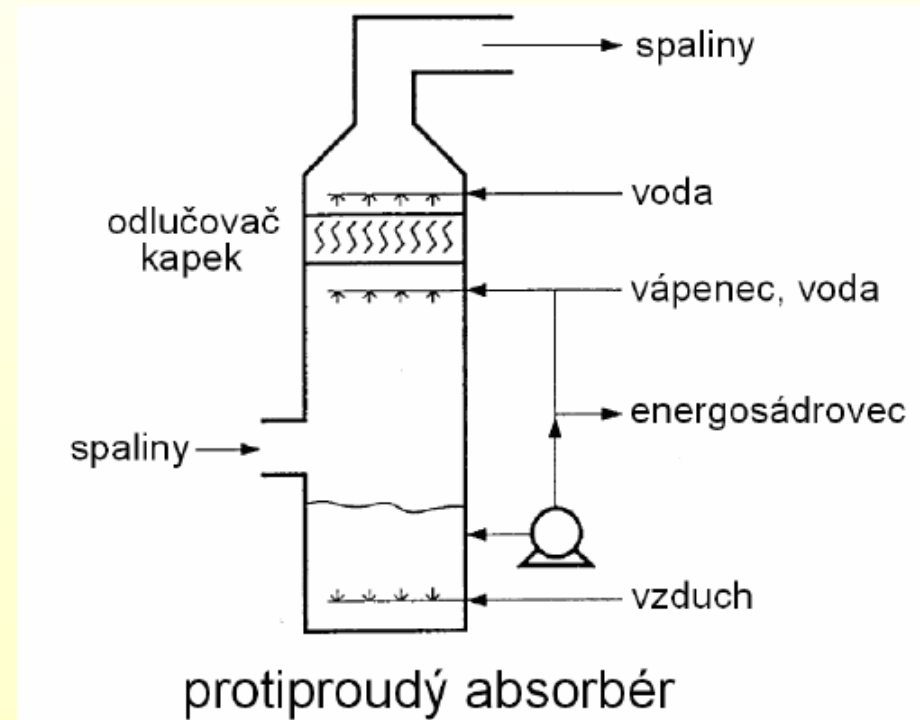


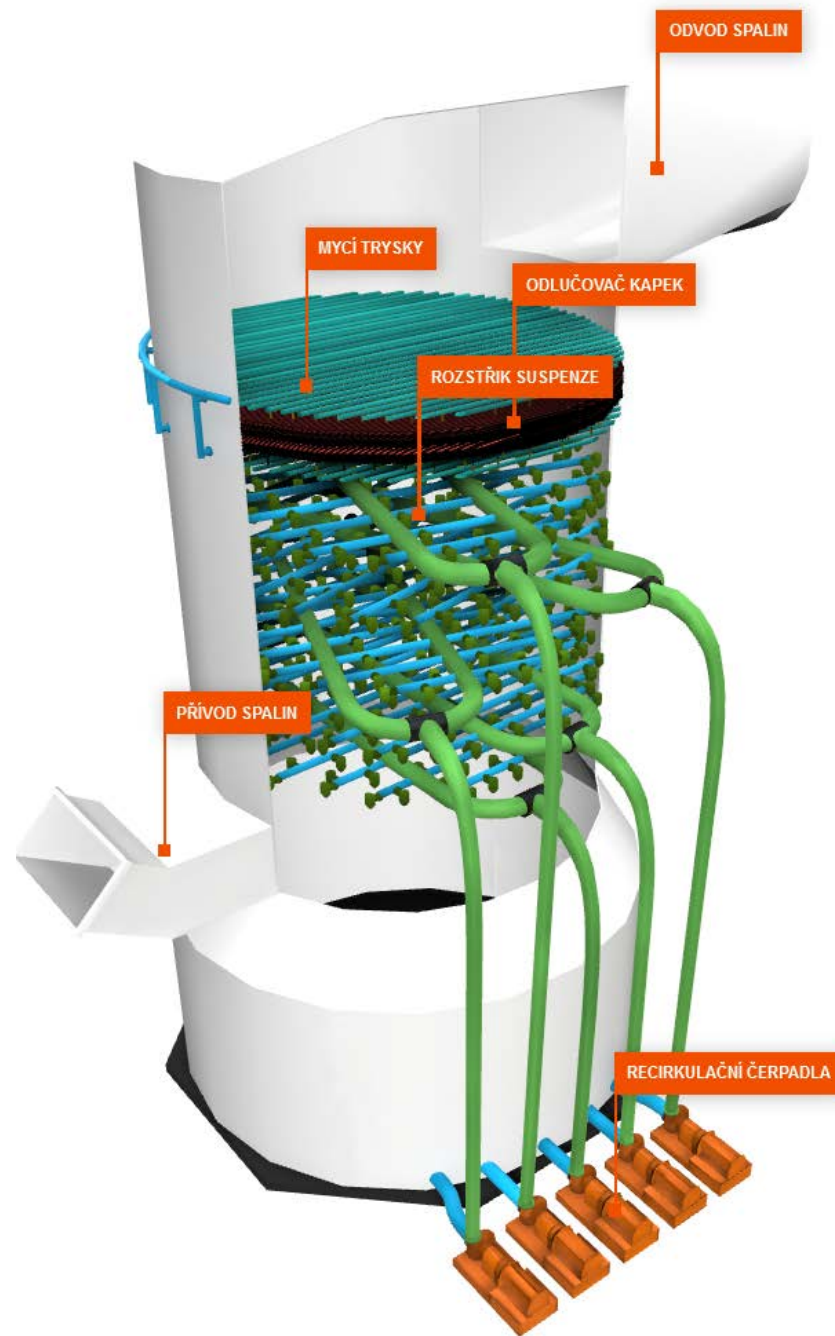
Mokrý vápencová vypírka

Protiproudý bezvýplňový absorpér

- Nejčastější
- Vstup spalin ve spodní části nad jímkou absorpéru
- Absorpční zóna
- $t_{\text{opt}} = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$, chlazení spalin
- Odlučovač kapek

- Jímka absorpéru
 - oxidační zóna
 - neutralizační zóna





Čpavkový proces Walther

Mokrý amoniakální vypírka:



1. absorbér – dochlazení na 60 °C,
vyprání $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$

2. absorbér – vyprání zbytku,
zachycení úletu

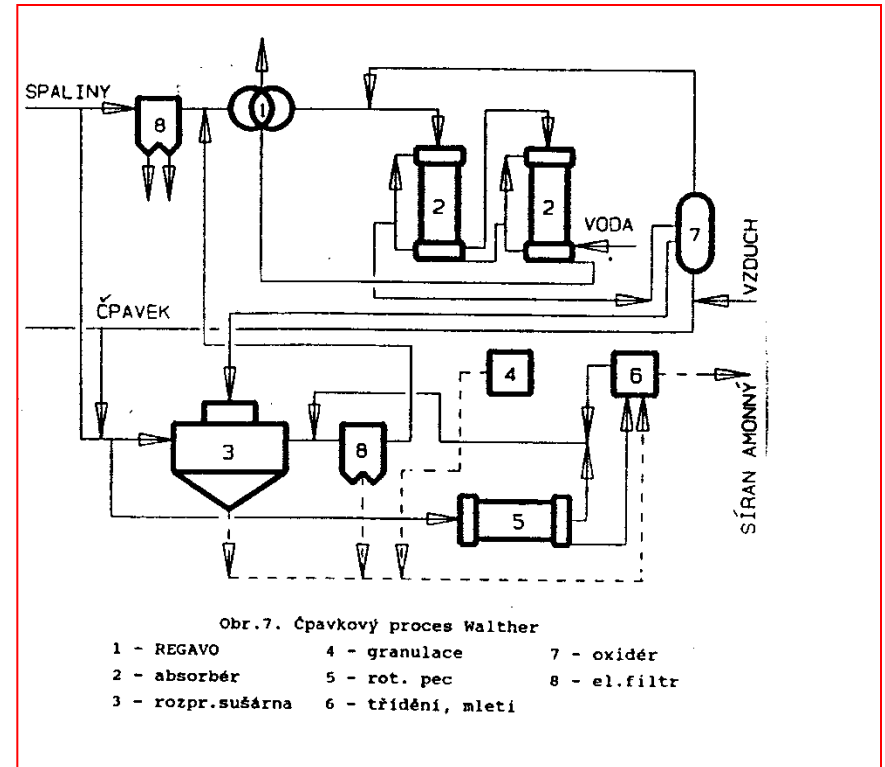
Spaliny – ohřev ve výměníku
komín

Absorbční roztok z 1. absorbéru \Rightarrow
oxidér - oxidace na SO_4^{2-}
(vzduchem)

$\text{SO}_4^{2-} \Rightarrow$ rozprašovací sušárna (350 °C)

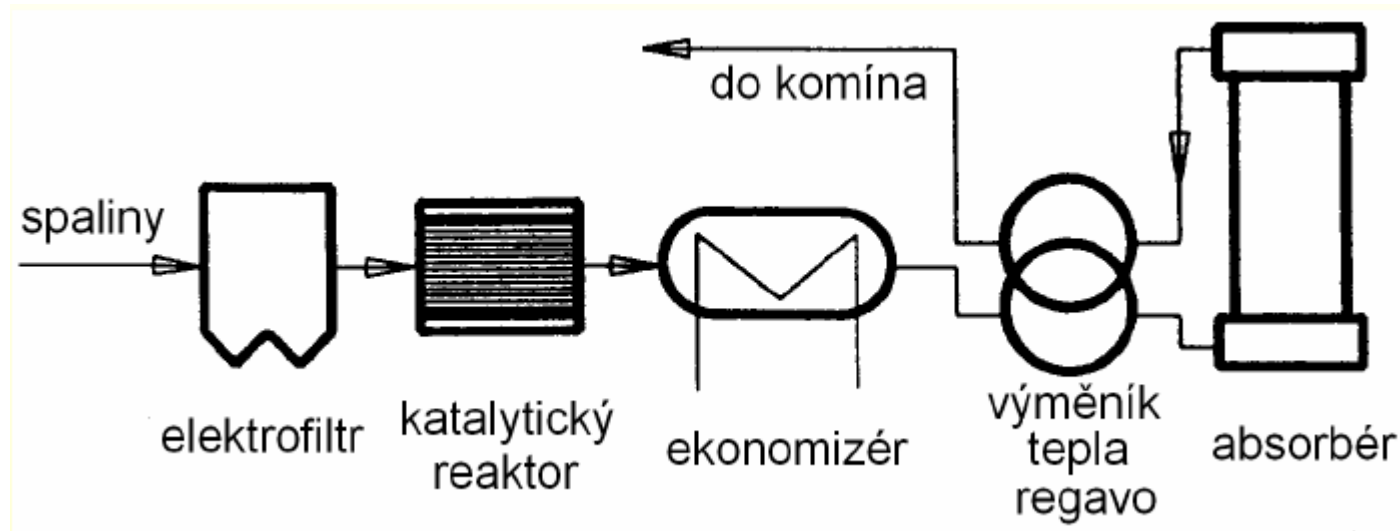
Výhoda: malá energetická náročnost,
bezodpadovost

Nevýhoda: spotřeba NH_3 , zchlazení
spalin až na 30 °C



Katalytické metody

Katalytická oxidace $\text{SO}_2 \Rightarrow \text{SO}_3$ na katalyzátoru V_2O_5
- Vypírání SO_3 pomocí H_2SO_4 v absorběru
Cat -Ox (Japan)



Cat-Ox

Použitelné u nově postavených energetických jednotek
– vyžaduje speciální elektrodlučovač pracující při vysoké T

U starších jednotek musí být mezi elektrodlučovač a reaktor
zařazeno přehřívání spalin

Výhoda:

- ↪ poměrná jednoduchost
- ↪ nižší provozní náklady při účinnosti ~ 90%

Nevýhoda:

- ↪ vysoká náročnost na materiály nutnost dokonalého odprášení spalin – ovlivnění životnosti katalyzátoru

Změna teploty spalin

Ochlazení neodsířených a dohřev odsířených spalin

- Regenerativní výměníky tepla
- Rekuperativní výměníky tepla
- Menší zdroje – ve výměníku tepla vnějšími zdroji

Chladicí věže s přirozeným tahem

- Bez dohřevu spalin, spalinového ventilátoru a komína
- Odpar skrápěcí vody

Ohřev spalin

Z hlediska dosažení dostatečného rozptylu spalin je třeba zajistit aby vstupem do komína měly určitou **minimální teplotu**

$$\Rightarrow T \sim 70 - 80^{\circ}\text{C}$$

A: ohřev spalin mísením s horkými neodsířenými spalinami

B: nepřímý ohřev parou či horkou vodou

C: ohřev spalováním paliv s nízkým obsahem S ve spalovací komoře a zavedení těchto horkých spalin k chladným odsířeným spalinám

- ↪ Jednoduché
- ↪ Problémy s emisemi
- ↪ Neekonomické způsoby
- ↪ Vysoká spotřeba energie

Nahrazovány výměníky spaliny – spaliny

Regenerativní způsob ohřevu spalin

Rotační výměník tepla spaliny – spaliny:

↻ Energetika – Ljungström

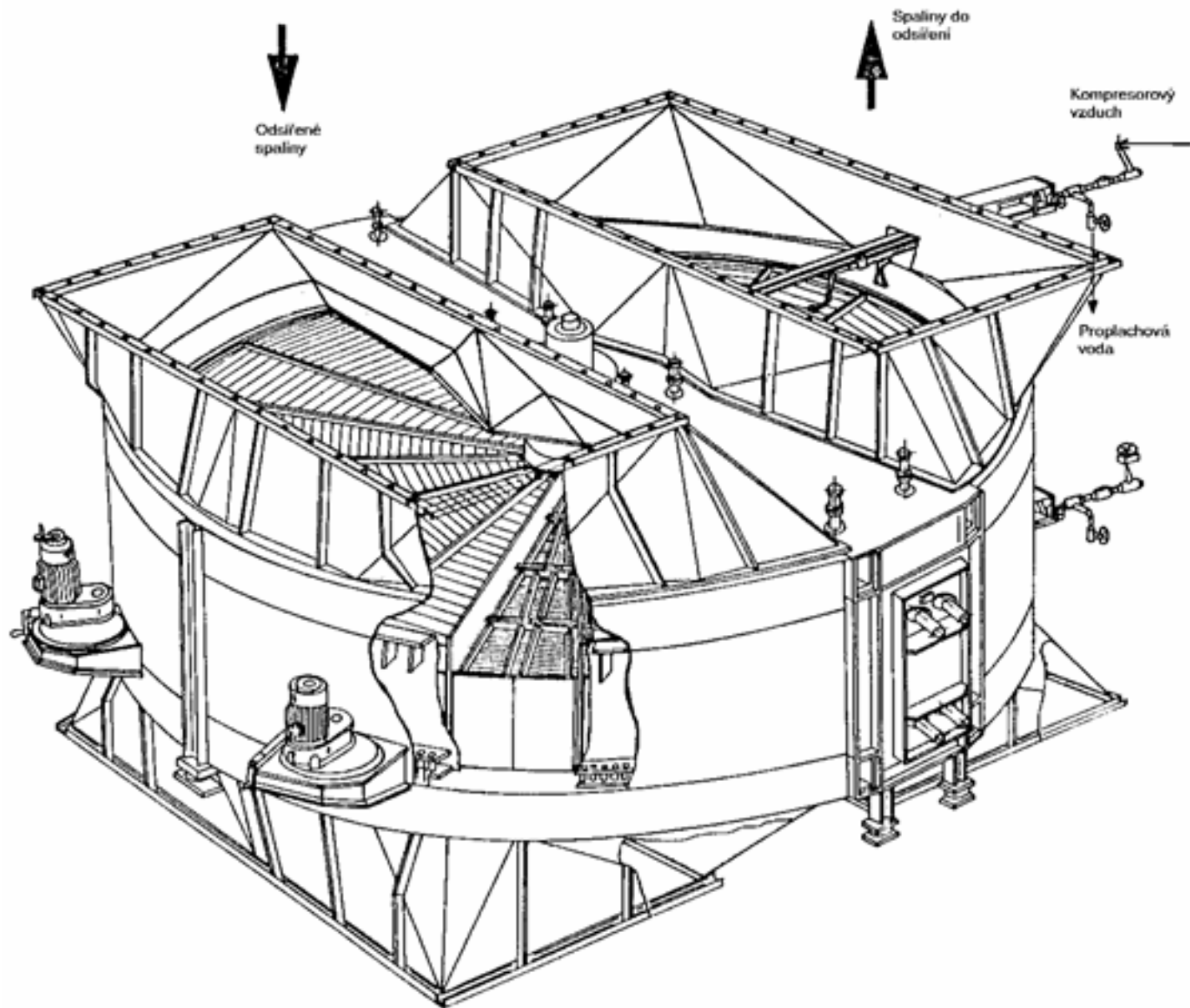
↻ Odsířování – Regavo

Přenos tepla – plochy z plechu se speciální antikoroziční úpravou nebo z plastu, které se pomalu pohybují mezi zónou horkých a studených spalin a předávají studeným spalinám teplo, naakumulované od horkých spalin.

Podmínka ohřevu spalin – úplné odpaření veškerého únosu kapaliny.

Pro úplné odpaření využití tepla části neodsířených nebo odsířených a ohřátých spalin.

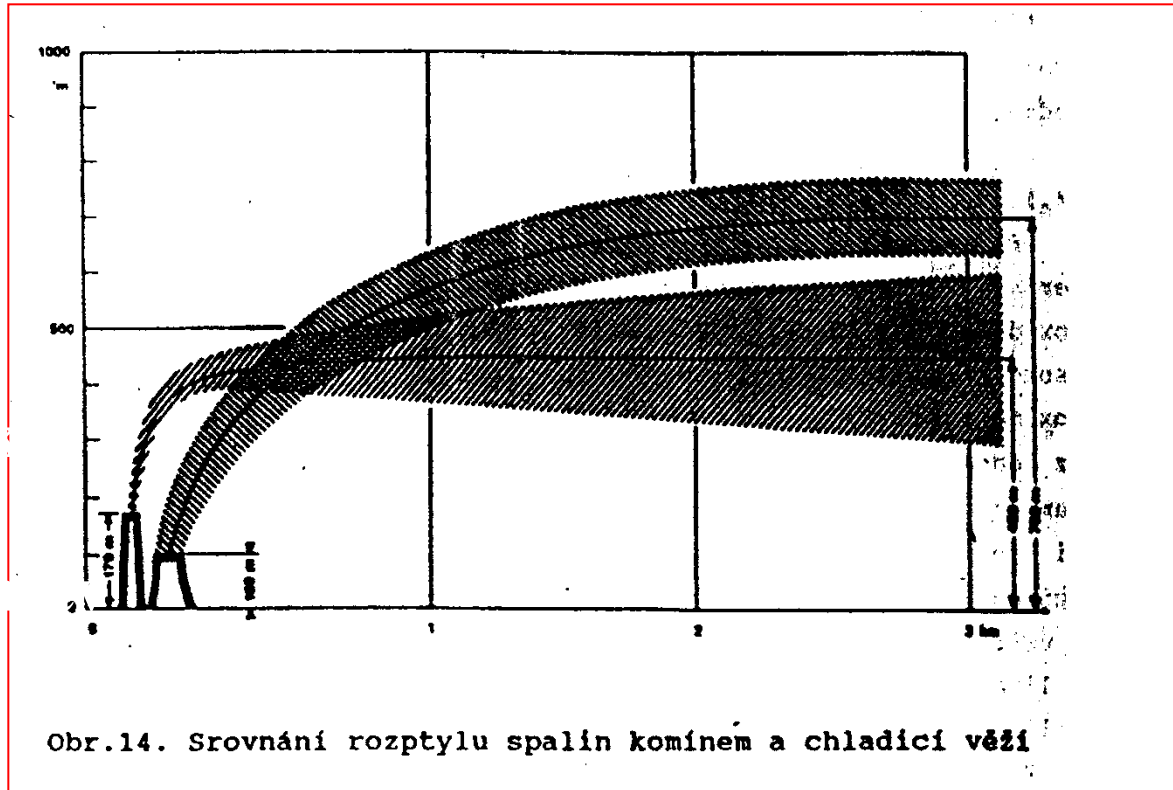
Obr. 22 Regenerativní výměník tepla



Využití chladících věží k rozptylu škodlivin

Tepelný impuls vzduchu v chladicí věži je mnohonásobně větší než u spalin a vede k vynášení množství vzduchu, které 25x převyšují množství spalin.

Smíšení spalin se vzduchem v chladicí věži vede k dokonalejšímu rozptylu.

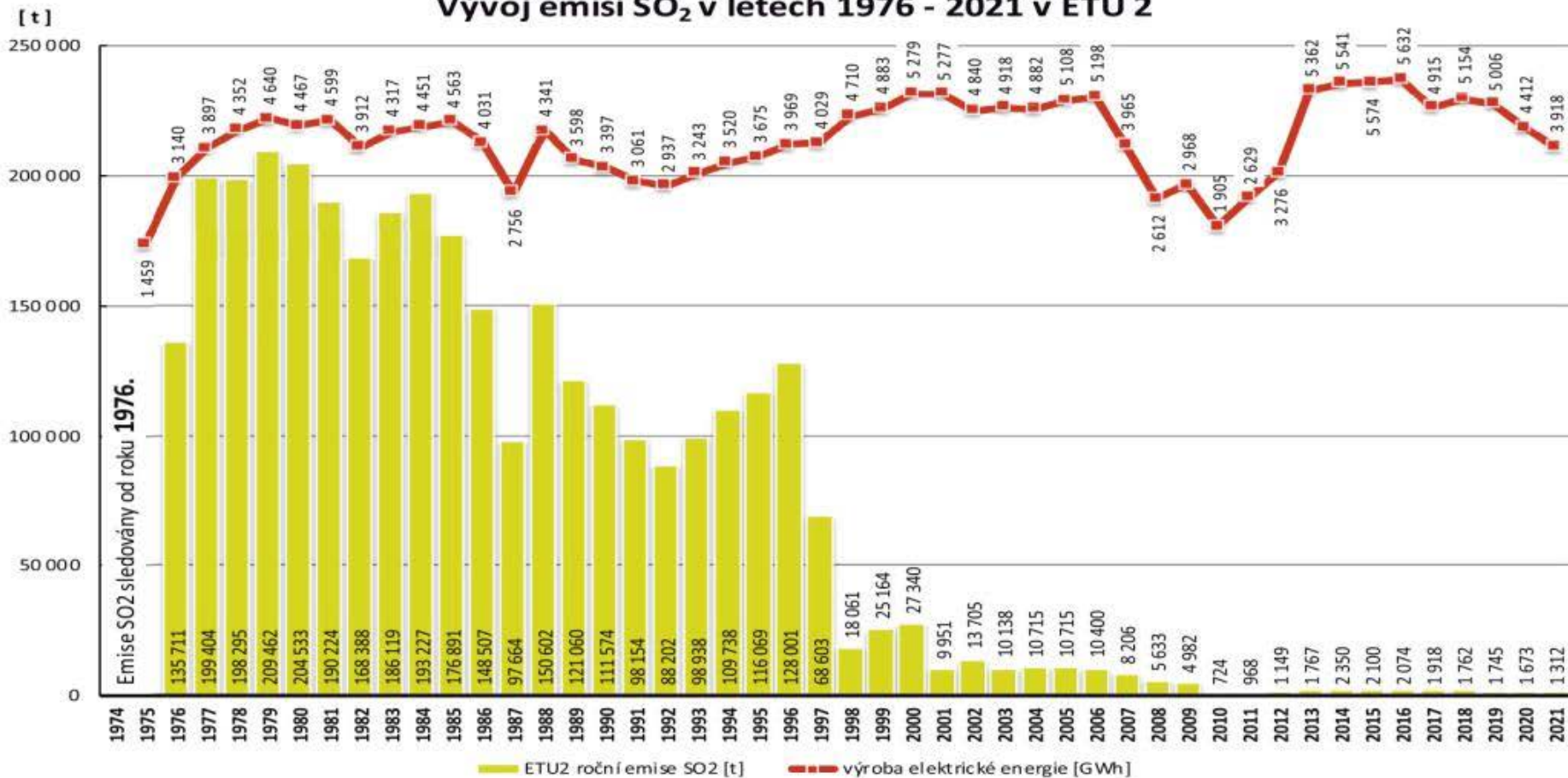


Elektrárna Tušimice



Elektrárna Tušimice

Vývoj emisí SO₂ v letech 1976 - 2021 v ETU 2



Denitrifikace

Jaký je nejvýznamnější zdroj emisí oxidů dusíku v ČR?

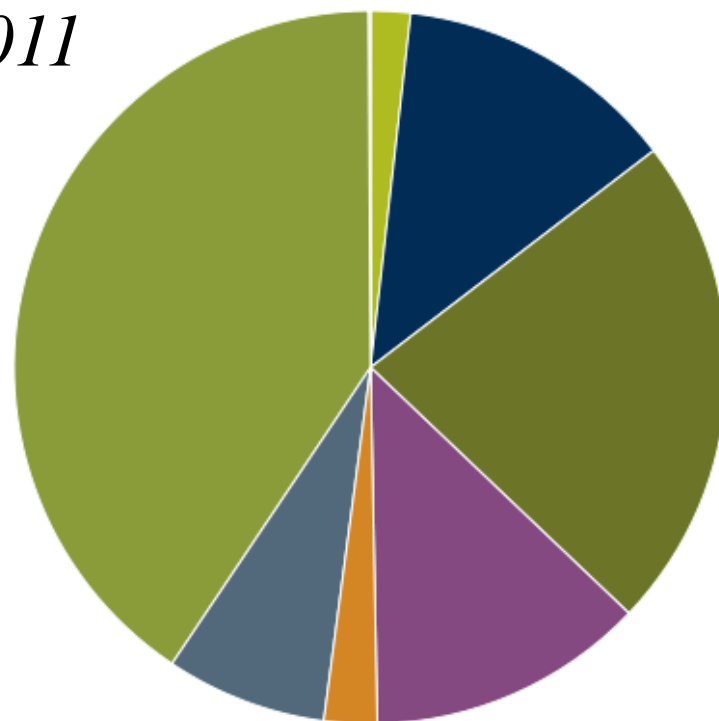
Nobody has responded yet.

Hang tight! Responses are coming in.



Chart

2011



- Agriculture
- Commercial, institutional and households
- Energy production and distribution
- Energy use in industry
- Industrial processes
- Non-road transport
- Road transport
- Other



Dle směrnice EU (platné od 2020)

- zdroje nad 50 MW – emise NO_x <200 mg/ m³

Mechanismus vzniku NO_x při spalovacím procesu

Vysokoteplotní – radikálové reakce

$\text{N} + \text{O}$ uvnitř spalovací zóny – tvorba radikálů je podmíněna vysokou $T =$ funkce (T , koncentrace kyslíku, době zdržení v horké zóně)

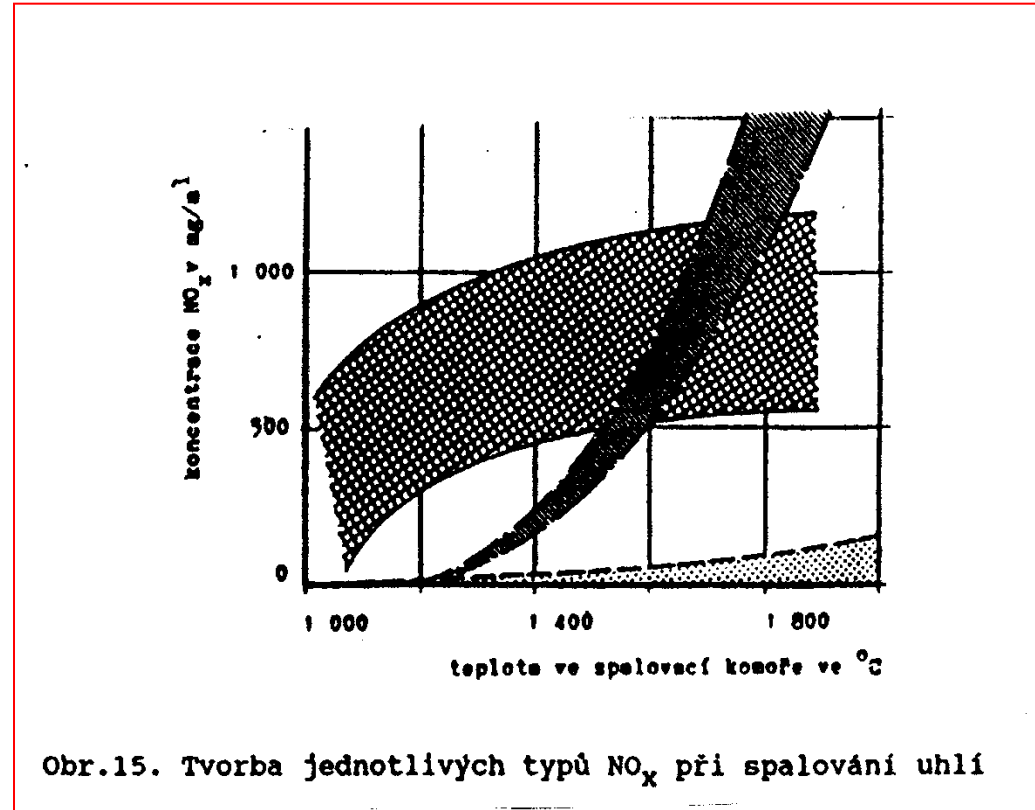
Palivové NO_x – oxidace dusíku

chemicky vázaného v palivu – oxidace není kvantitativní

- % nezreagovaného N_2 v palivu
- při spalování uhlí - 10-25 %, topné oleje i více %

Promptní NO_x - určitá forma

palivových NO_x – okraj plamene - zanedbatelný podíl na celkovém NO_x



Spalování kapalných paliv:

vysokoteplotní – stejné jako u tuhých palivové – pouze u těžších frakcí (TTO, mazut)

Spalování plyných paliv – pouze vysokoteplotní

Snižování emisí NO_x úpravou spalovacího procesu

Primární opatření

Vychází z poznatků o mechanismech vzniku NO_x



Typ spalovacího zařízení, způsob jeho provozování.

Významnější a levnější než následná denitrifikace spalin
(sekundární opatření)

Častá kombinace primárních a sekundárních opatření

Možnosti snižování tvorby NO_x

- ↪ Snižení teploty hoření
- ↪ Snižení lokální koncentrace O_2
- ↪ Snižení doby zdržení

Plynové hořáky:

- ↪ atmosférické
- ↪ tlakové

Snižování emisí NO_x úpravou spalovacího procesu

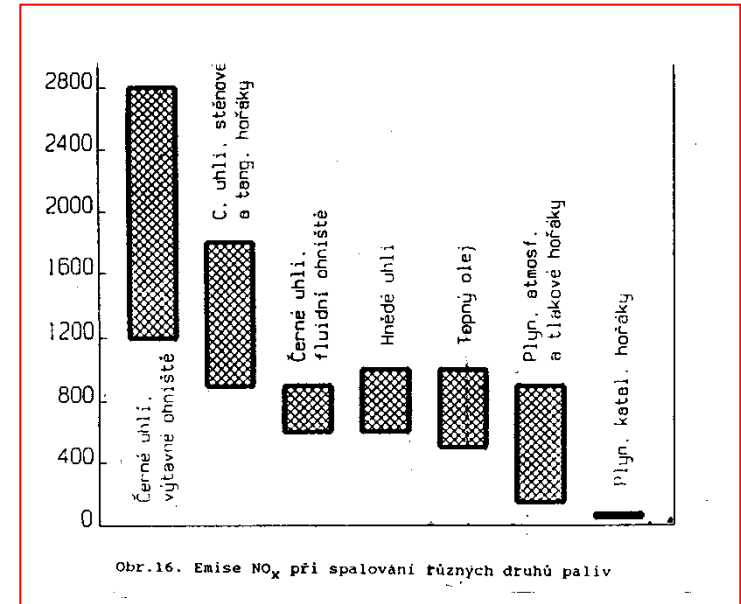
Typ topeniště

- ↪ konstrukce
- ↪ stav

Uhelné kotle (klesající emise NO_x):

- ↪ výtavné ($1\ 600 - 2\ 800\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)
- ↪ se stěnovými hořáky ($1\ 000 - 1\ 700\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)
- ↪ s tangenciálními hořáky ($800 - 1\ 200\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)
- ↪ fluidní (do $800\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)

Rozhodující vliv – teplota hoření (nejvyšší výtavné) rychlost uvolnění tepla v zóně hoření



Snižování emisí NO_x úpravou spalovacího procesu

Spalování s nízkým přebytkem vzduchu

Snížením množství spalování vzduchu se dosáhne snížení teploty plamene

Nenáročný zásah, nevyžaduje žádné úpravy na zařízení

Nelze je použít u elektrárenských kotlů s optimalizovaným spalovacím poměrem

Efekt není příliš významný, nevyváží nevýhody

Snižování emisí NO_x úpravou spalovacího procesu

Spalování s nízkým přebytkem vzduchu

Snížením množství spalování vzduchu se dosáhne snížení teploty plamene

Nenáročný zásah, nevyžaduje žádné úpravy na zařízení

Nelze je použít u elektrárenských kotlů s optimalizovaným spalovacím poměrem

Efekt není příliš významný, nevyváží nevýhody

- ↪ tvorby sazí
- ↪ koroze v redukční atmosféře
- ↪ zvýšená produkce CO
- ↪ ztráty nedopalem

Snižování emisí NO_x úpravou spalovacího procesu

Spalování s nízkým přebytkem vzduchu

Snížením množství spalování vzduchu se dosáhne snížení teploty plamene

Nenáročný zásah, nevyžaduje žádné úpravy na zařízení

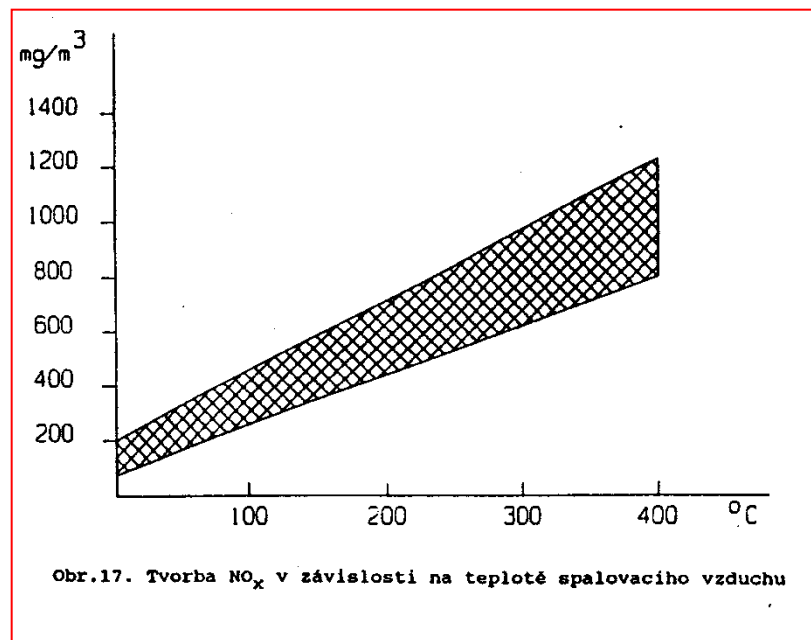
Nelze je použít u elektrárenských kotlů s optimalizovaným spalovacím poměrem

Efekt není příliš významný, nevyváží nevýhody

- ↪ tvorby sazí
- ↪ koroze v redukční atmosféře
- ↪ zvýšená produkce CO
- ↪ ztráty nedopalem

Snížení předehřevu spalovacího vzduchu

Nenáročnost na technologické změny,
nízký efekt - snížení tepelné účinnosti, ztráty nedopalem problémy s hořením



Možnosti snižování tvorby NO_x

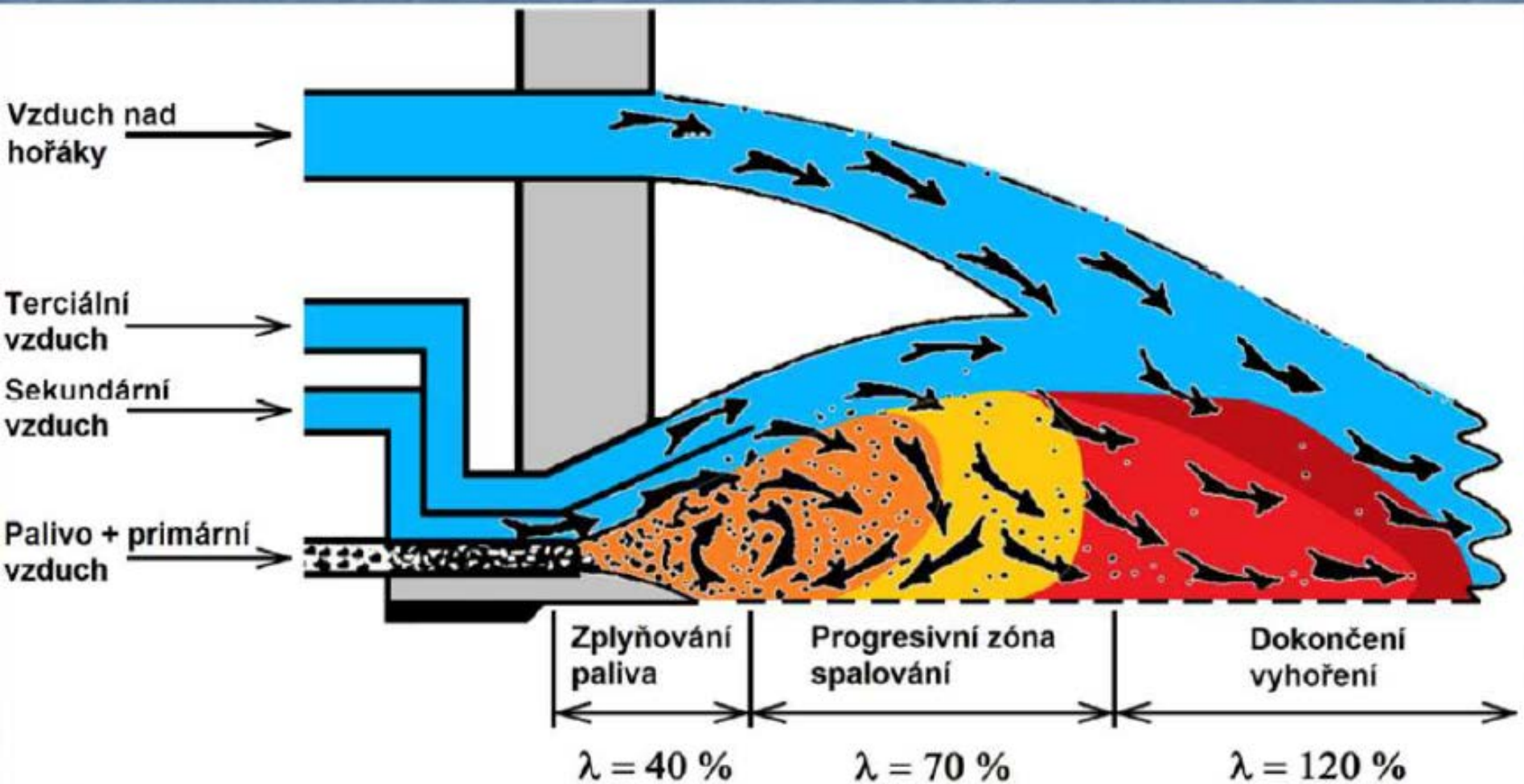
Nestechiometrické spalování

Dávkování spalovacího vzduchu ve dvou úrovních

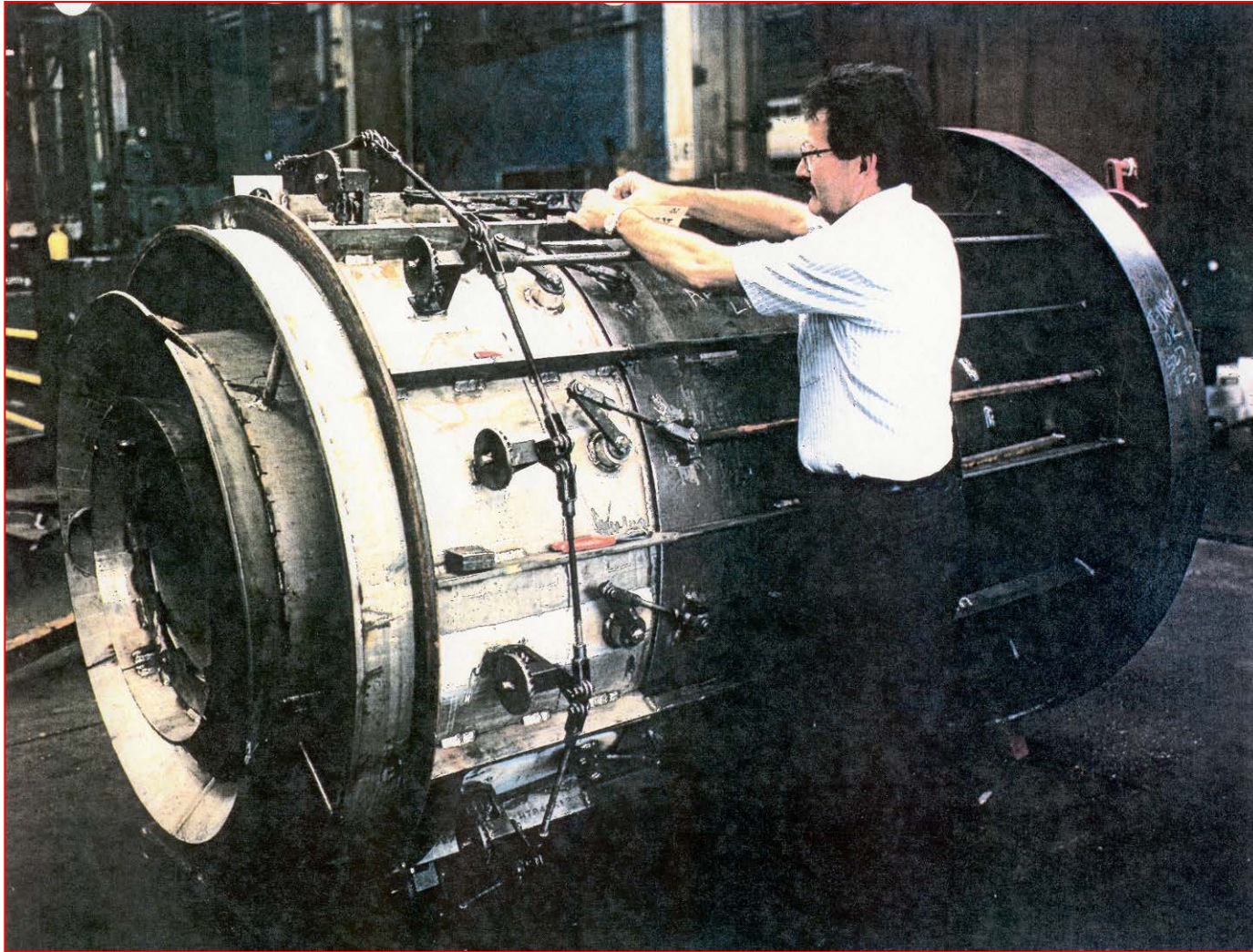
- 1) proběhne spalování za nedostatku vzduchu a tedy při nízké teplotě
- 2) zbytek paliva a zplodiny nedokonalého spalování se spálí v relativním přebytku vzduchu

Princip nízkoemisního hořáku

- při spalování plynu a práškového černého uhlí je snaha řešit postupný přívod vzduchu přímo v hořáku



Hořáky na nízký obsah NO_x



Možnosti snižování tvorby NO_x

Recirkulace spalin

Odběr části spalin za ekonomizér a jejich zavedení zpět do topeniště, tím se dosáhne:

- ↪ snížení obsahu kyslíku
- ↪ snížení teploty

Nejúčinnější – míchání spalin do spalovacího vzduchu

Snížení účinnosti spalování

50% snížení emise NO_x

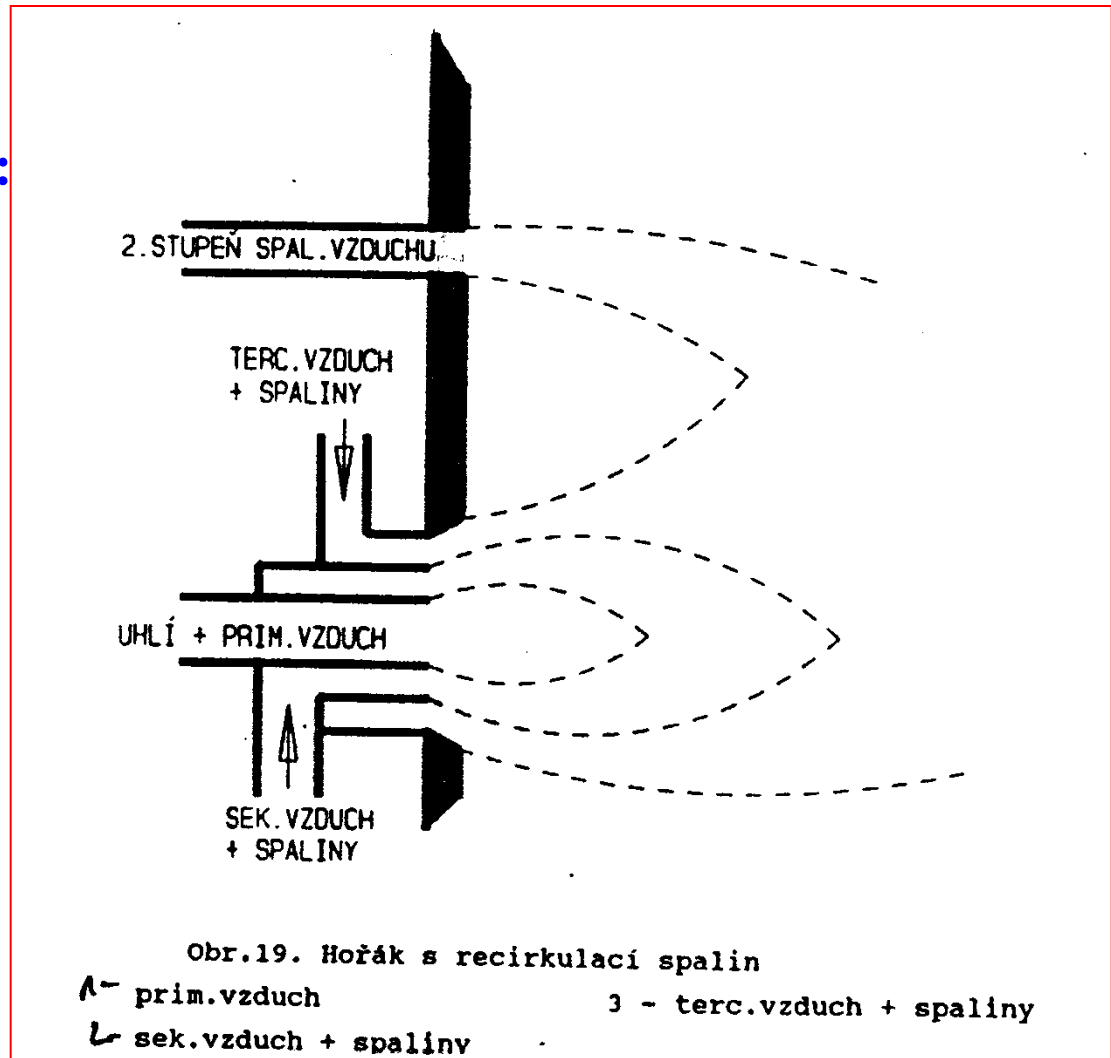
Hořáky na nízký obsah NO_x

Hořáky na tuhá paliva

Hořák s recirkulací spalin:

V primární zóně shoří prchavá hořlavina a palivový N přejde do plynné fáze

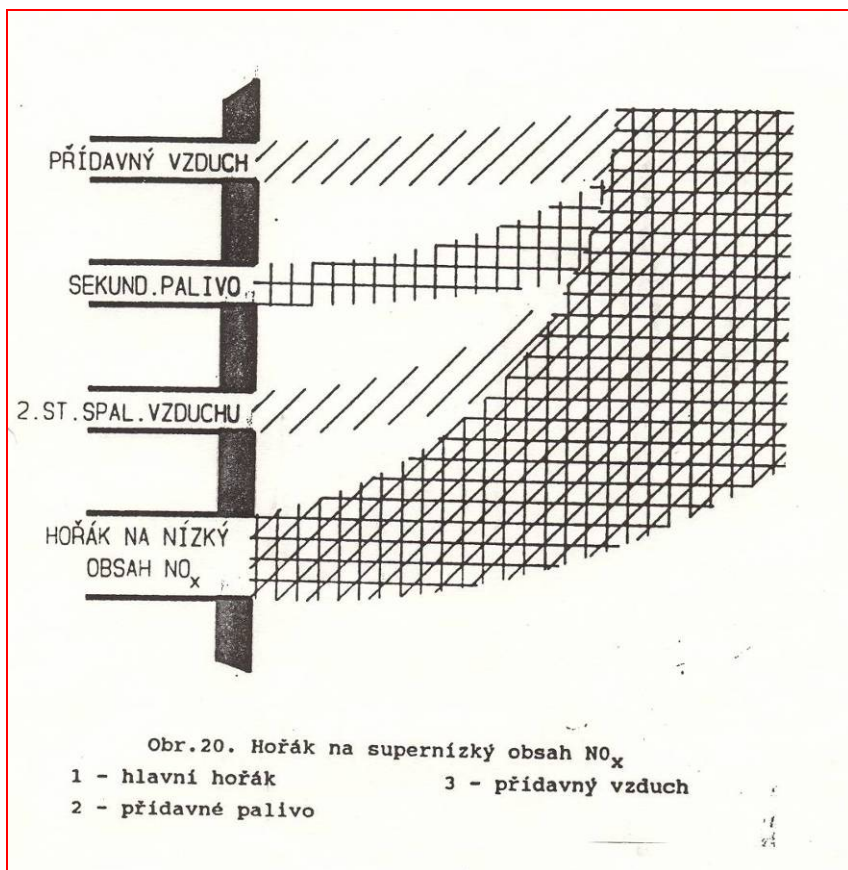
Sekundární – shoří většina paliva – v redukční atmosféře přecházejí NO_x na N_2



Hořáky na nízký obsah NO_x

Hořáky na tuhá paliva

Hořák na supernízký obsah NO_x :



Dalších 30% \Rightarrow $< 200 \text{ mg NO}_x \cdot \text{m}^{-3}$

Odpadá nákladná denitrifikace
(pouze u nových jednotek)

Fluidní spalování – vícestupňové
postupné zavádění spalovacího
vzduchu a tlakové – srovnatelné
s hořáky na supernízký obsah
 NO_x

Jsou nějaké další možnosti, jak snížit emise NOx?

Nobody has responded yet.

Hang tight! Responses are coming in.

Přehled možností pro redukci tvorby NO_x

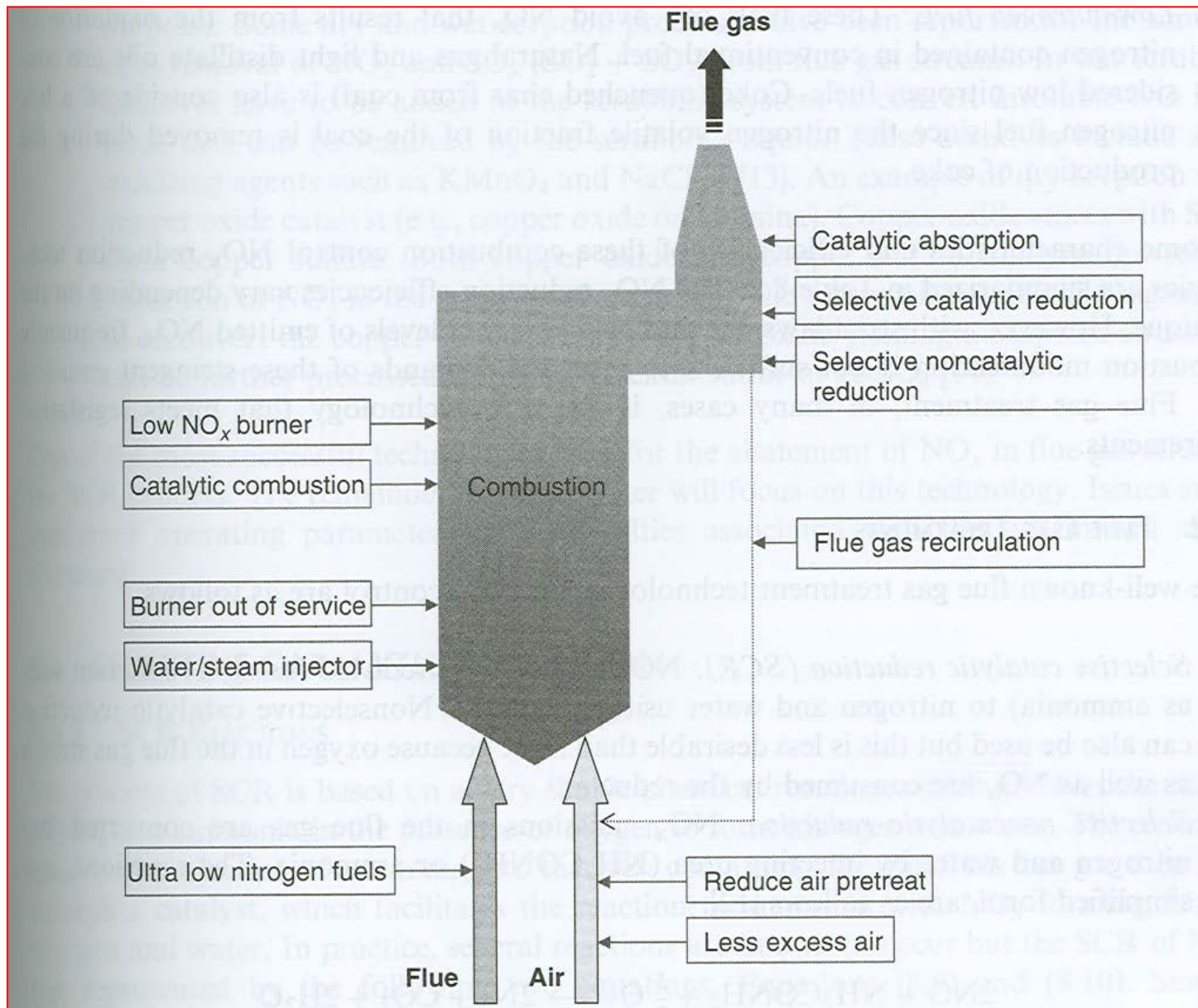


FIGURE 8.2 Possibilities for NO_x reduction from a combustion chamber.

Sekundární opatření k omezování emisí NO_x

Selektivní katalytická redukce (SCR). Údaje v tabulce označené: VP = vysoká koncentrace prachu; KP = nízká koncentrace prachu.

Obvyklý podíl redukce NO _x	Parametr	Hodnota
80–95 %	provozní teplota	320–420 °C (VP) 260–320 °C (KP)
	redukční činidlo	čpavek, močovina
	podíl NH ₃ / NO _x	0,8–1,0
	únik NH ₃	< 20 mg/m ³ (n.t.t.)
	využitelnost	> 98 %
	podíl konverze SO ₂ / SO ₃ v katalyzátoru	1,0–1,5 % (KP)
	spotřeba energie (% elektrického výkonu)	0,5 % (VP) 2 % (KP)
	tlaková ztráta v katalyzátoru	4–10 hPa

Sekundární opatření k omezování emisí NO_x

Selektivní nekatalytická redukce (SNCR).

Obvyklý podíl redukce NO _x	Parametr	Hodnota
30–50 (80) %	provozní teplota	850 až 1050 °C
	redukční činidlo	čpavek, močovina
	podíl NH ₃ / NO _x	1,5–2,5
	využitelnost	> 97 %
	spotřeba energie (% elektrického výkonu)	0,1–0,3 %
	čas prodlevy v teplotním pásmu	0,2–0,5 s

Denitrifikační metody

Nejrozšířenější – selektivní katalytická redukce

Suché metody

Selektivní katalytická redukce (SCR) - princip:

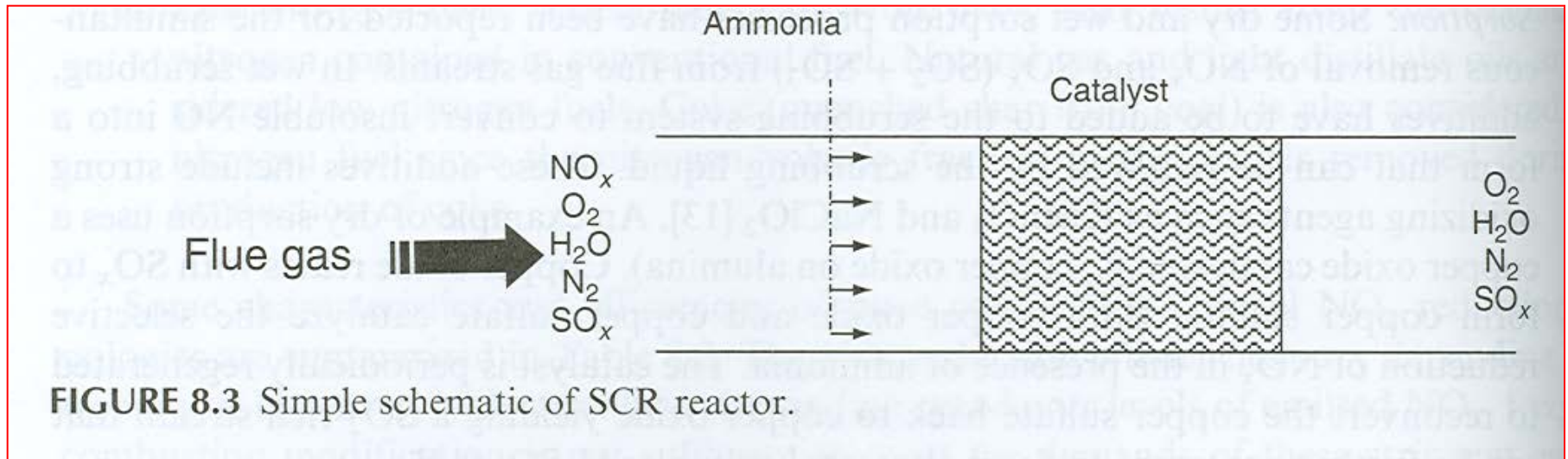
Reakce NO_x s NH_3 (g) – dávkování do spalin



$T > 300 \text{ }^\circ\text{C}$, katalyzátor

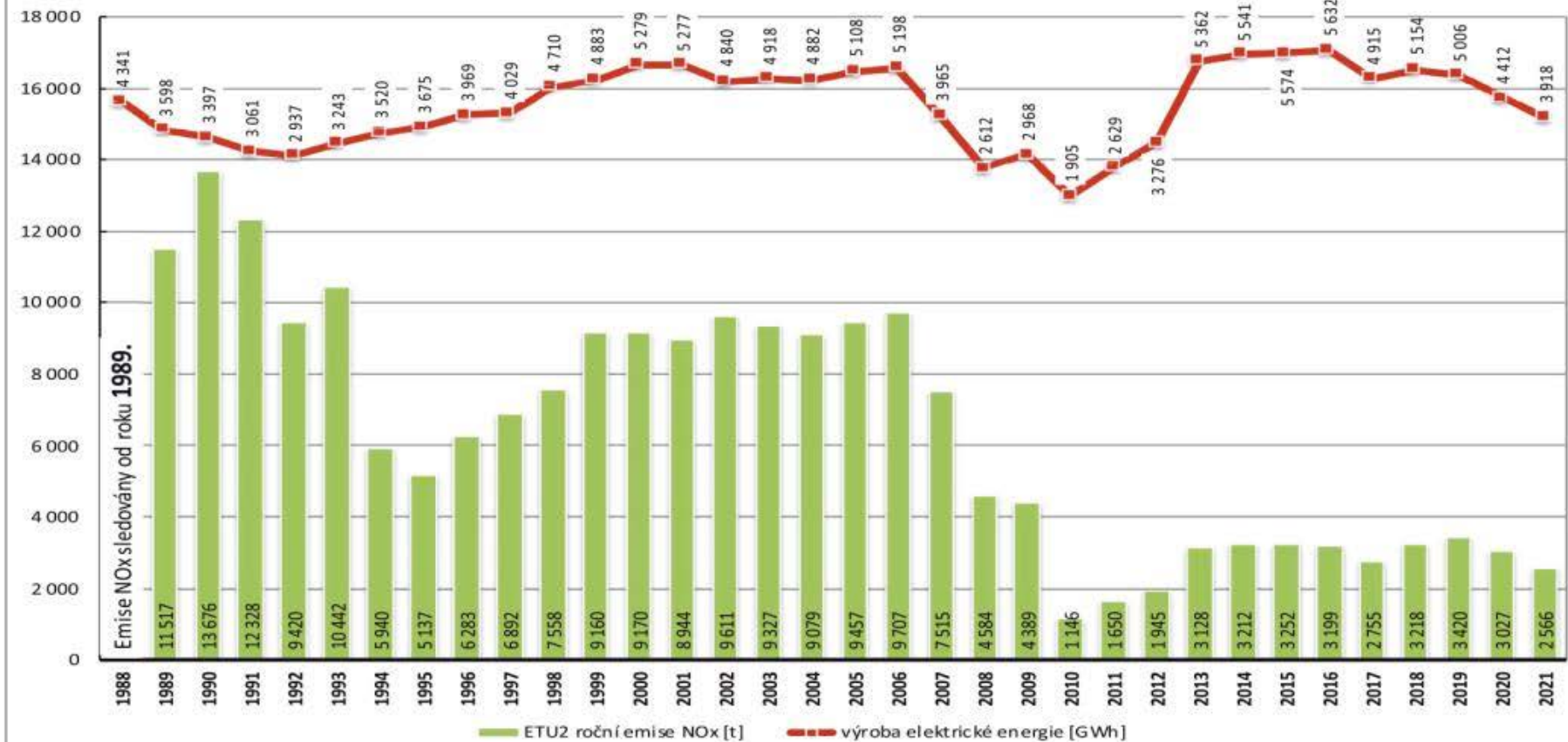
Denitrifikační metody

Selektivní katalytická redukce



Denitrifikace spalin v elektrárně Tušimice II

Vývoj emisí NOx v letech 1989 - 2021 v ETU 2



Denitrifikace Elektrárny Dětmarovice pomocí technologie selektivní katalytické redukce

Díky společnosti Vítkovice Power Engineering (VPE) Elektrárna Dětmarovice vypouští do ovzduší výrazně méně emisí dusíku (NO_x). Modernizaci dvou černouhelných kotlů Elektrárny Dětmarovice (EDĚ) dokončila v polovině roku 2015 a předala provozovateli do užívání. Nižších emisí oxidu dusíku jsme dosáhli využitím kombinací primárních a sekundárních opatření. Obnova kotlů K3 a K4 vedla ke snížení emisí oxidu dusíku (NO_x) pod limitních 200 mg/Nm^3 , které od nového roku vstoupila v platnost pro velké znečišťovatele, z původní průměrné hodnoty emisí oxidu dusíku pohybujících se na hranici 450 mg/Nm^3 . Jako jedni z prvních v tuzemsku jsme použili pro sekundární opatření technologii takzvané selektivní katalytické redukce (SCR).

ZÁKLADNÍ POPIS PROJEKTU

Použitá technologie SCR snižuje emise oxidu dusíku již vytvořené během spalování paliva uvnitř kotle. Spaliny vzniklé spalováním uhlí, do nichž se technologií SCR řízeně dávkuje vodný roztok čpavku, jsou přivedeny do katalyzátoru, kde probíhá finální chemická reakce. Rozdíl mezi SCR a dosud častěji užívanou nekatalytickou metodou SNCR je v tom, že metoda SCR zaručí požadované emisní limity během dalšího provozování kotlů s výrazně nižším zbytkovým obsahem čpavku ve spalinách.

Součástí činností na akci denitrifikace kotlů 3 a 4 na elektrárně Dětmarovice byla i primární opatření na uvedených kotlích zahrnující zejména optimalizaci spalovacího procesu, byla nově provedena recirkulace spalin a dále byla provedena úprava a doplnění systému dohořovacího vzduchu.



Denitrifikační metody

Katalytická redukce NO_x

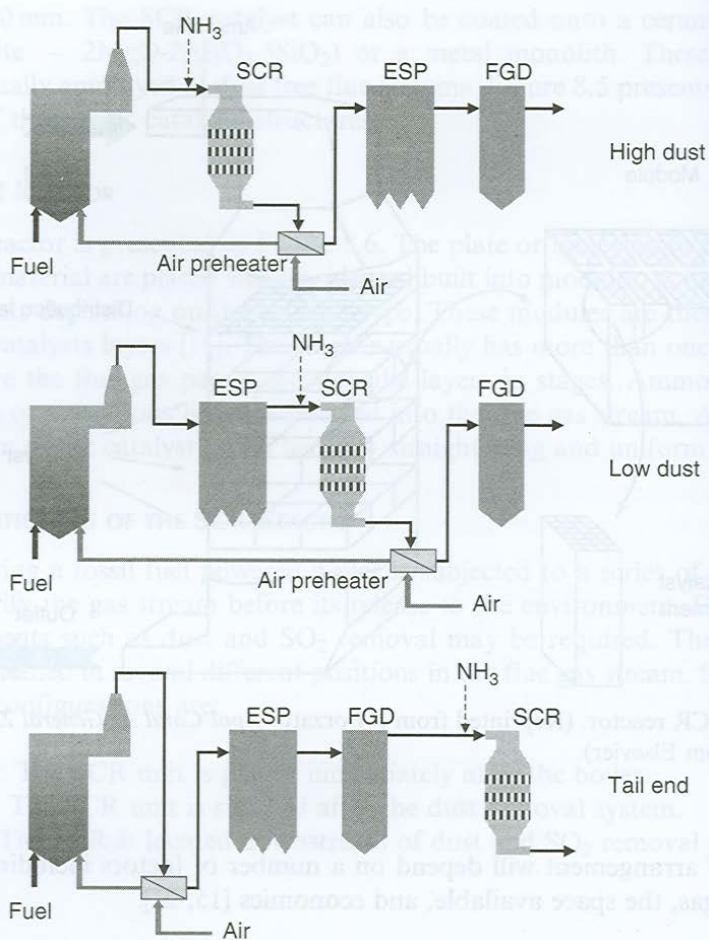


FIGURE 8.7 Possible configurations of SCR unit (SCR, selective catalytic reduction; ESP, electrostatic precipitation; FGD, flue gas desulfurization).

Katalyzátor:

Nosič: TiO₂ na keramické kostře (původně Al₂O₃ – SO₂ katalytický jed + V₂O₅)

Životnost:

Plyn – 5 – 7 let

Uhlí – 3

T optimum ~ 350° C

- nižší klesá účinnost

- vyšší – oxidace SO₂ → SO₃

Koroze ⇒ musí být trvale v provozu (300 °C)

Usazování NH₄HSO₄