

5. Klasická energetika II

Dopady na životní prostředí

Základy energetiky

Vyučující

Luděk Jelínek

Legislativa

legislativa:

zákon č. 86/2002 Sb., byl nahrazen zákonem č.201/2012 „O ochraně ovzduší“

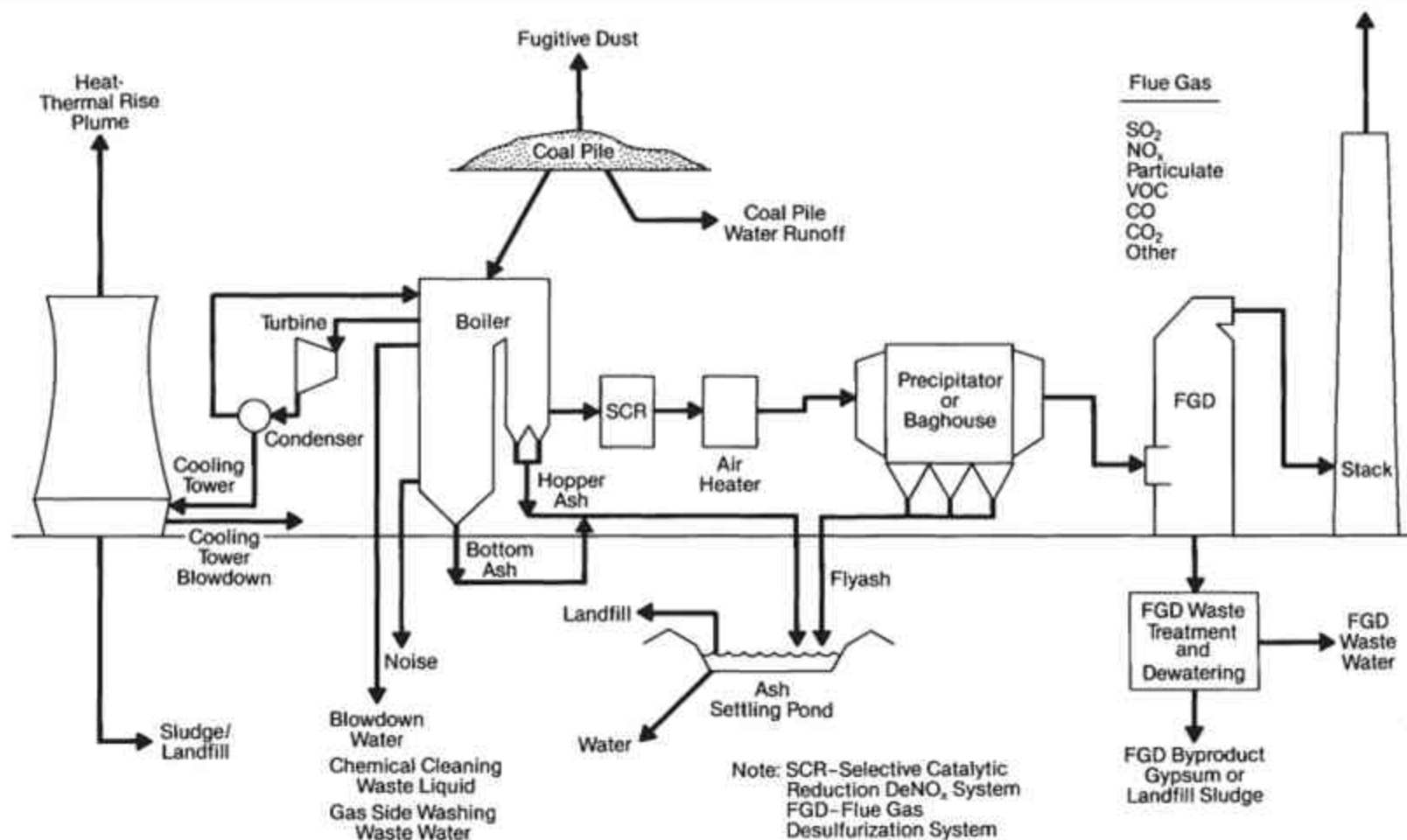
prováděcí předpisy:

- vyh. č. 350/2002 Sb. - imisní limity a podmínky a způsob sledování, posuzování, hodnocení a řízení kvality ovzduší.
- vyh. č. 351/2002 Sb. - závazné emisní stropy pro některé látky znečišťující ovzduší, způsob přípravy a provádění emisních inventur .
- **vyh. č. 352/2002 Sb.** - emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.
- vyh. č. 353/2002 Sb. - emisní limity a další podmínky provozování ostatních zdrojů znečišťování ovzduší.
- vyh. č. 354/2002 Sb. - emisní limity a další podmínky pro spalování odpadu
- vyh.355/2002 Sb. - emisní limity pro těkavé organické látky (TOC)
- **vyh. č. 357/2002 Sb** - požadavky na kvalitu paliv z hlediska ochrany ovzduší
- vyhl. č. 358/2002 Sb., kterou se stanoví podmínky ochrany ozónové vrstvy Země.

Emisní limity - energetické zdroje, spalující tuhá paliva (352/2002 sb.)

Znečišťující látka	Emisní limit pro stávající zdroj v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$	Emisní limit pro nový zdroj v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$	Emisní limit pro budoucí nový zdroj dle §2 pís. j) v $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$
TL	-	50 pro > 300 MW	
SO ₂	2500 do 50 MW 1700 pro >50 – 300 MW 500 pro > 300 MW	2500 do 50 MW 800 pro fluidní kotle 5 – 50 MW 2000 pro 50 – 100 MW 2000 - 400 pro 100 - 500 MW 400 pro > 500 MW	850 pro 50 – 100 MW 200 pro > 100 MW
SO ₂ Fluidní topeniště	800 do 50 MW 500 pro >50 MW		
NO _x	650 pro > 0.2 MW	650 pro > 0,2 MW	400 pro 50 – 300 MW 200 pro >100 MW
CO	650 pro 1-5 MW (dle vyhl. č. 117/1997Sb.) 400 pro 5-50 MW 250 pro > 50 MW	650 pro 0,2-5 MW 400 pro 5-50 MW 250 pro > 50 MW	650 pro 0,2-5 MW 400 pro 5-50 MW 250 pro > 50 MW
TOL	nestanoven	nest.	nest.
Vztažné podmínky	A	A	A
Obsah kyslíku	3	3	3

Emise z uhelné elektrárny



Zdroj: Steam plant operation, McGraw Hill, 2004, p.711

Snižování emisí

odstranění SO₂ :

1. *Suché odsíření: během spalování* - fluidní kotle - přidavek CaCO₃ do fluidního lože - absorpce > 90 % SO₂

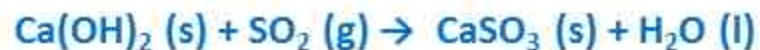


2. *Polosuchá vápencová vypírka*: dávkování váp. mléka do absorberu - jemné rozprášení, odpaření vody, sorpce SO₂, odvod suchého produktu (směs CaCO₃, CaSO₄, popílku + popílek z filtrů + voda = stabilizát, absorpce < 95 % SO₂

2. *Mokrý vápencová vypírka* - nejužívanější

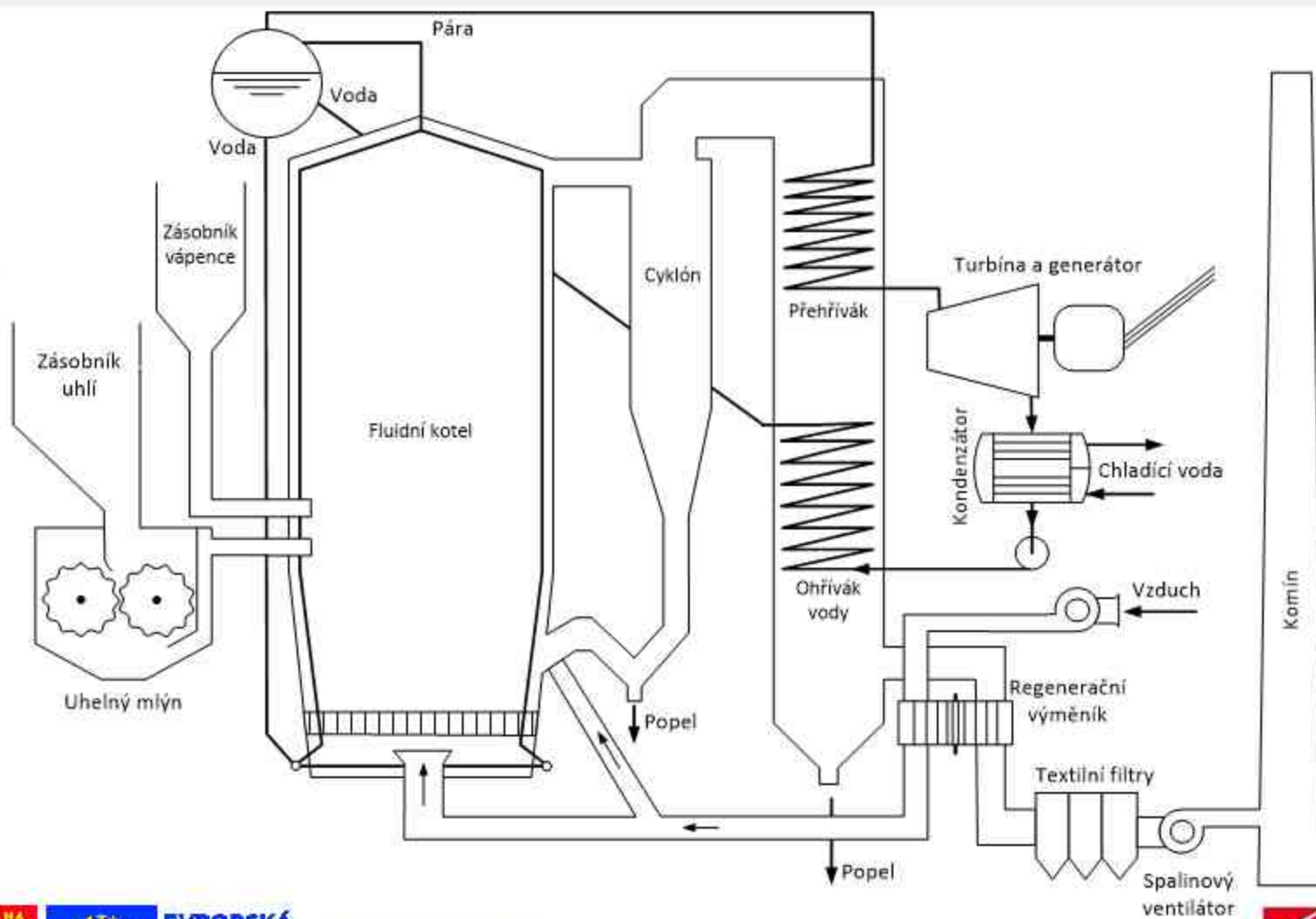
mokrý absorbér - absorpční suspenze (vápenec), zkrápí spaliny (nebo je jimi probublávána) – absorpce < 97 % SO₂

produkt: **energósádovec**

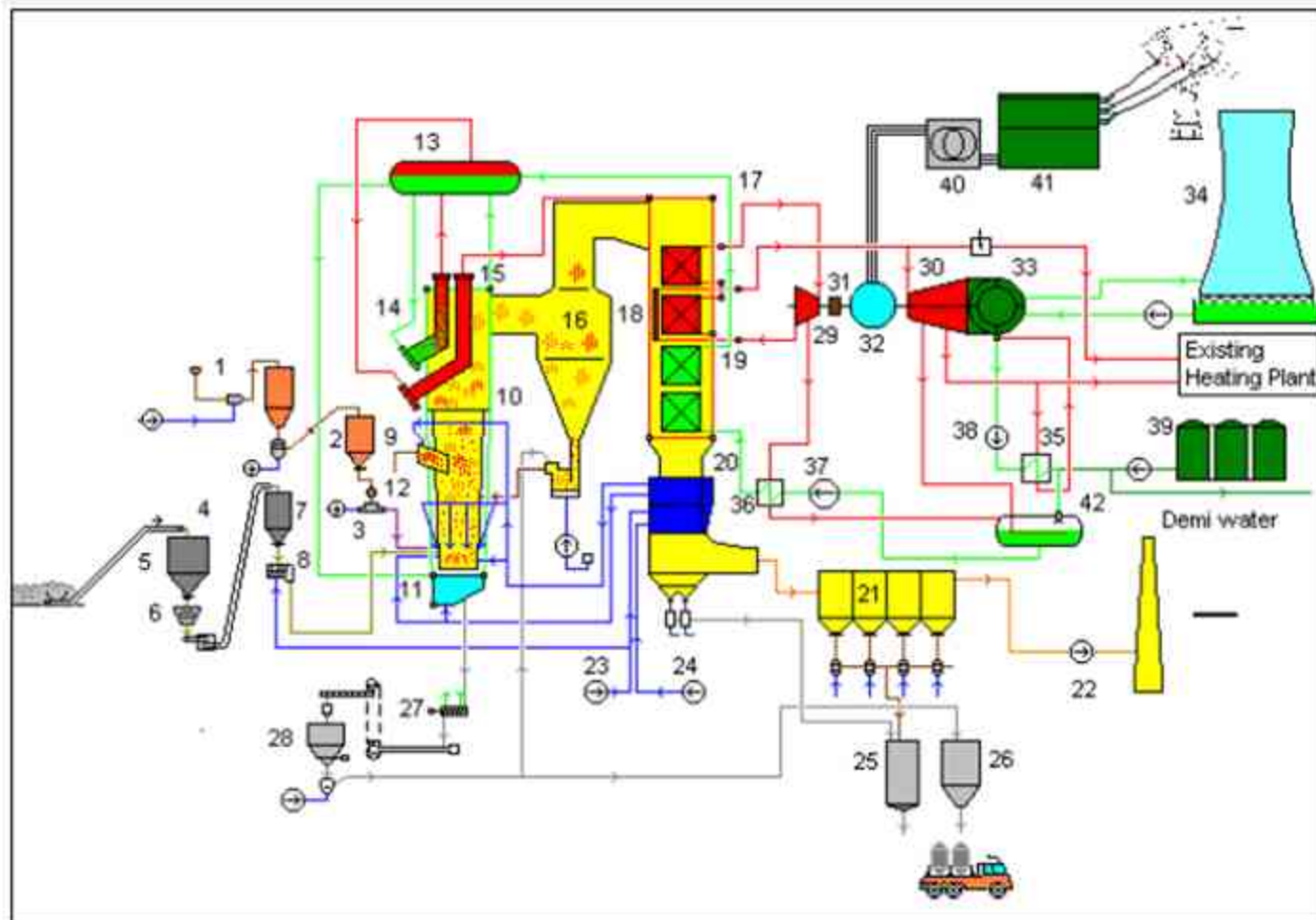


Fluidní spalování uhlí

Překresleno podle: Fluidní kotel s cirkulující vrstvou, Autor předlohy: Simopt, s.r.o.
<http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/klaska.zip> (ČEZ Věda a vzdělávání)



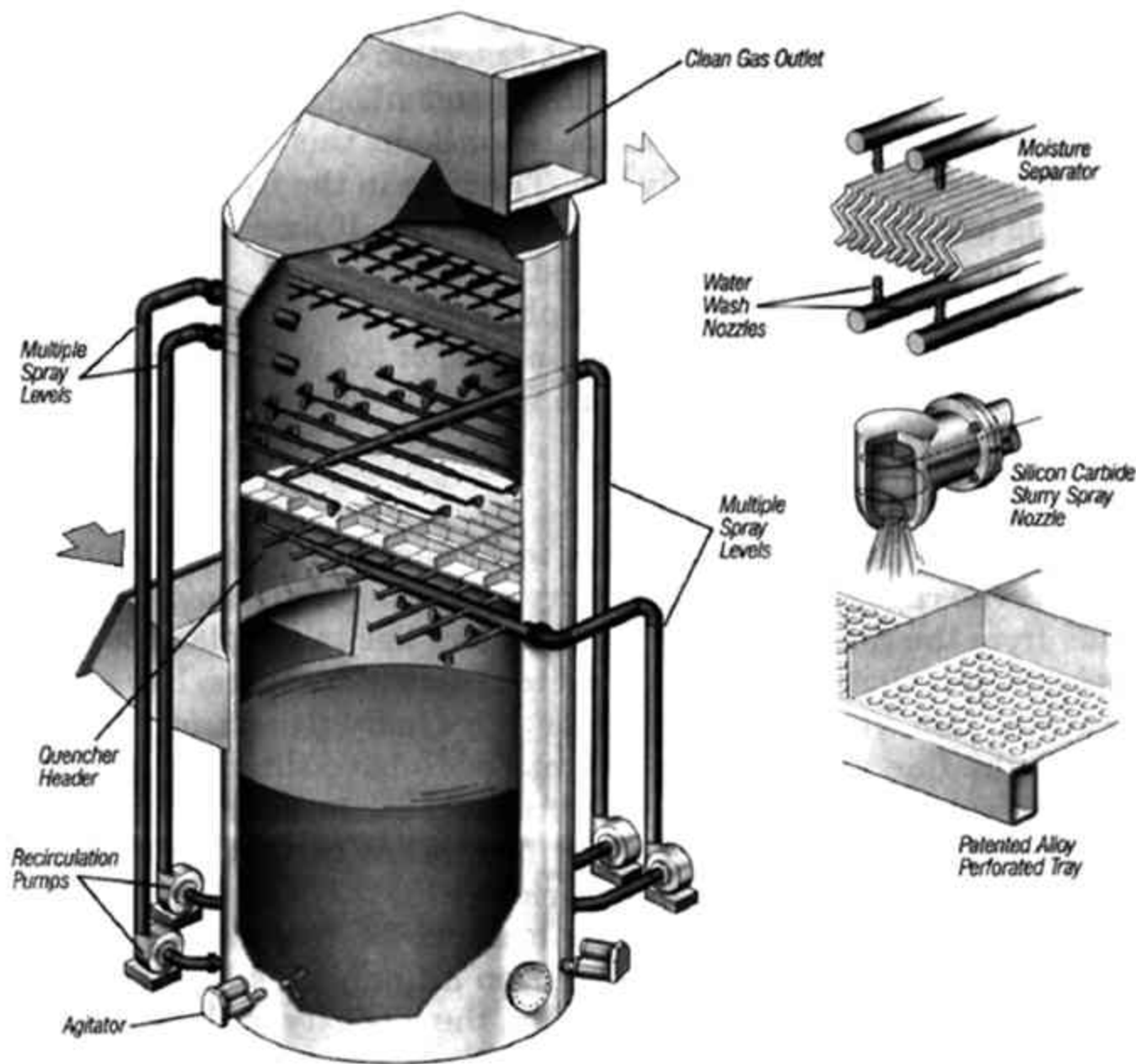
Fluidní kotel 135 MW



- 1 – systém vykládky vápence, 2 – vápencové sílo, 3 – pneumatická doprava vápence, 4 – zauhlování, 5 – uhlé sílo (drůtí stanice), 6 – drtí uhlí, 7 – zásobník uhlí, 8 – podavače paliva, 9 – najížděcí hořáky, 10 – ohniště, 11 – rozdělovač vzduchu, 12 – najížděcí olej, 13 – kotlové těleso, 14 – výparník, 15 – přehřívák páry, 16 – cyclon, 17 – finální přehřívák páry, 18 – přehřívák páry, 19 – ekonomizér, 20 – ohřívák vzduchu, 21 – tkaninový filtr, 22 – spalínový ventilátor, 23 – primární ventilátor, 24 – sekundární ventilátor, 25 – sílo poletavého popílku, 26 – sílo ložového materiálu, 27 – chladič popela, 28 – mezizásobník ložového materiálu, 29 – vysokotlaká turbína VAX, 30 – nízkotlaká turbína VAX/ATP4, 31 – převodovka, 32 – elektrický generátor, 33 – kondenzátor, 34 – chladič ve z přirozeným talem, 35 – nízkotlaký ohřívák napájecí vody, 36 – vysokotlaký ohřívák napájecí vody, 37 – napájecí čerpadlo, 38 – kondenzátní čerpadlo, 39 – zásobní nádrž demineralizované vody, 40 – 11,5/110 kV blokový transformátor, 41 – zapouzdřená rozvodna 110 kV, 42 – napájecí nádrž

Zdroj: V. Neuzil: Koncepční řešení v oblasti energetiky, ECK Generating, sro Kladno, 2001, str.12

Dostupné na: http://envis.praha-mesto.cz/rocnky/DZ_OO/pril_practexty/BK02/5_ECK_Generating.pdf



Přehled odsíření elektráren ČEZ

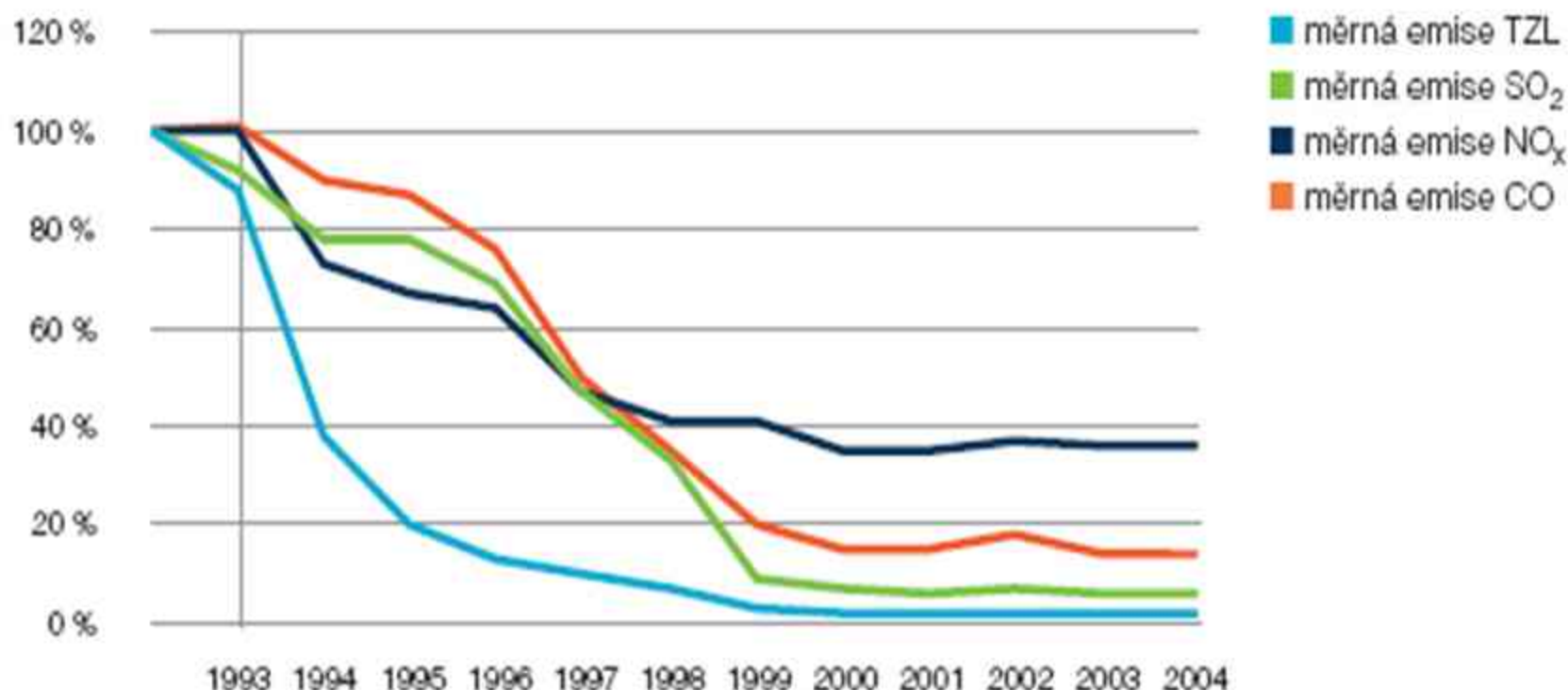
zdroj: Odsíření spalín v elektrárnách skupiny ČEZ, ČEZ a.s., 2006,
dostupné na <http://www.cez.cz/edee/content/file/investori/odsirovani.pdf>

Elektrárna	Bloky	Metoda
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 Pruněšov I	4 x 110 MW	mokrý vápencový
Elektrárna Pruněšov II	5 x 210 MW	mokrý vápencový
Elektrárna Tisová I	2 kotle 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

Během deseti let, od roku 1993 do 2003, došlo po výstavbě a uvedení odsíření na všech elektrárnách ke snížení emisí oxidu siřičitého z původního množství 719 149 tun na 58 346 tun (z 2,3281 kg SO₂/GJ na 0,1886 kg SO₂/GJ).

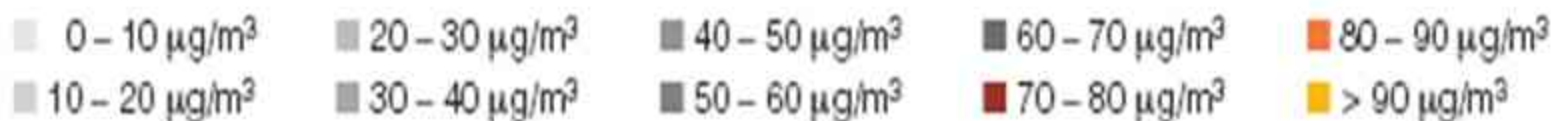
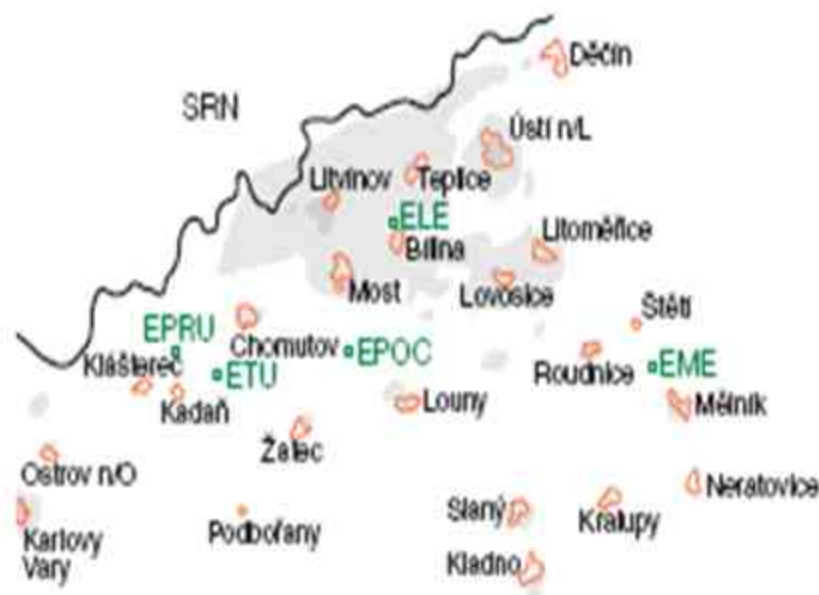
Vývoj relativních měrných emisí elektráren ČEZ (proti 1991)

Vývoj měrných emisí (g/MWh)



zdroj: Odsíření spalin v elektrárnách skupiny ČEZ, ČEZ a.s, 2006,
dostupné na <http://www.cez.cz/edee/content/file/investori/odsirovani.pdf>

Porovnání imisních koncentrací v severních Čechách (1999 proti 1991)



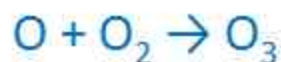
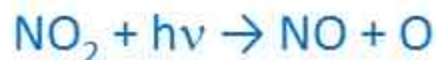
1991

1999

zdroj: Odsíření spalin v elektrárnách skupiny ČEZ, ČEZ a.s, 2006,
dostupné na <http://www.cez.cz/edee/content/file/investori/odsirovani.pdf>

NO_x

- N₂O – netoxický (“rajský plyn”), stabilní (prům. doba existence molekuly N₂O v atmosféře
- 120 let)
- skleníkový plyn (global warming potential GWP = 296, (GWP CO₂ = 1)
- ničí stratosférický ozon (ozonová díra)
- NO – slabě toxický, ozonová díra
- NO₂ – toxický, fotochemický smog, tvorba troposférického ozonu



snižování emisí NOx

úprava spalovacího procesu:

fluidní kotle: spalování při nižších teplotách (800-900°C) $\Rightarrow$ nižší emise NOx. (o 75%). Emise jsou obvykle tak nízké, že není třeba DeNOX.

použití nízkoemisních hořáků a dvoustupňové spalovací techniky:

redukce NOx emisí až o 70 %.

Omezení: nelze aplikovat na všechny typy spalovacích systémů, nejlépe u kotlů s vytápěním stěn (wall firing). Pro dosažení nižších hodnot NOx jsou často třeba technologie DENOX

snižování emisí NO_x

Metody aplikované po spalování: **DeNO_x**

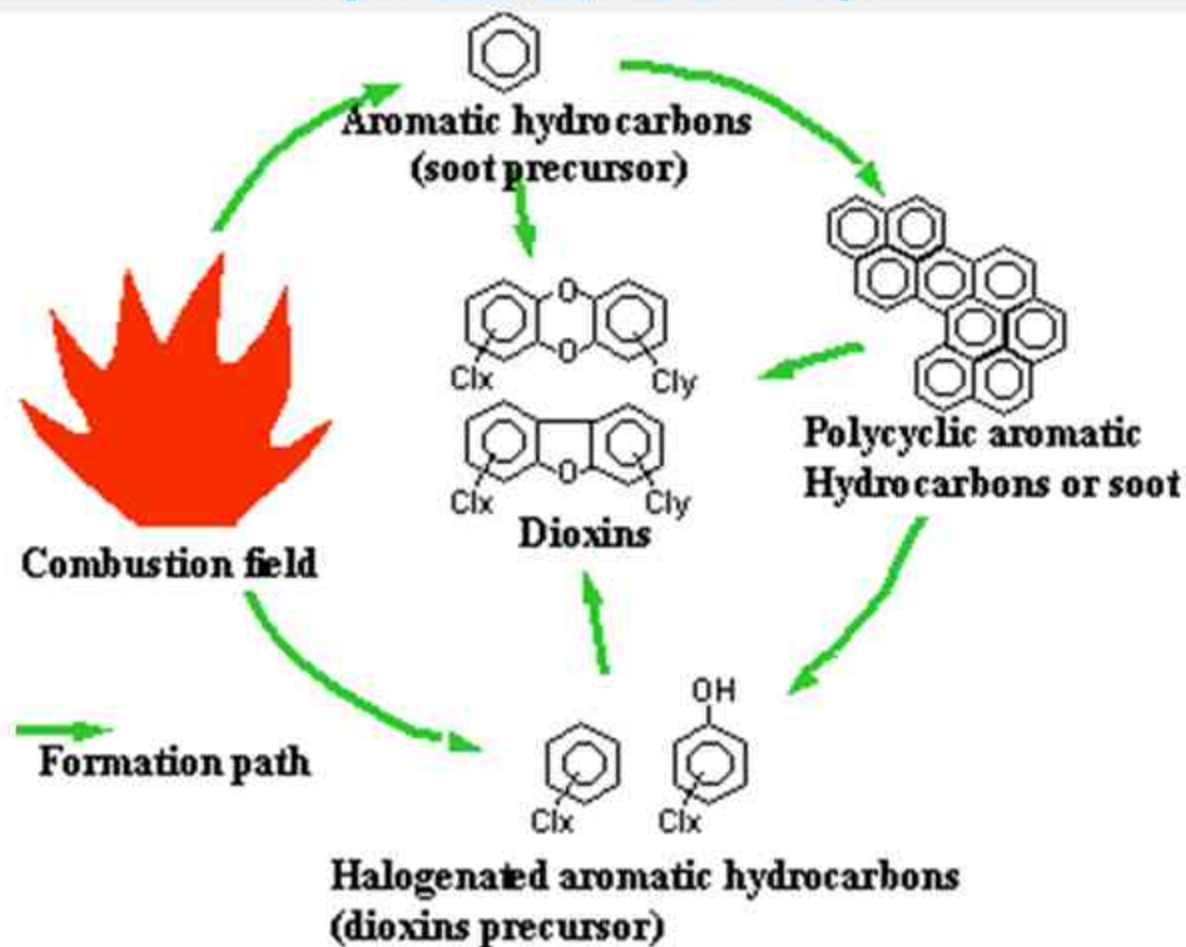
mokrý vypírky: absorpce v sorpčních suspenzích (uhličitany)

selektivní nekatalytická redukce (SNCR): 760-1100°C, reakce s amoniakem nebo močovinou, úč. 30 – 50 %



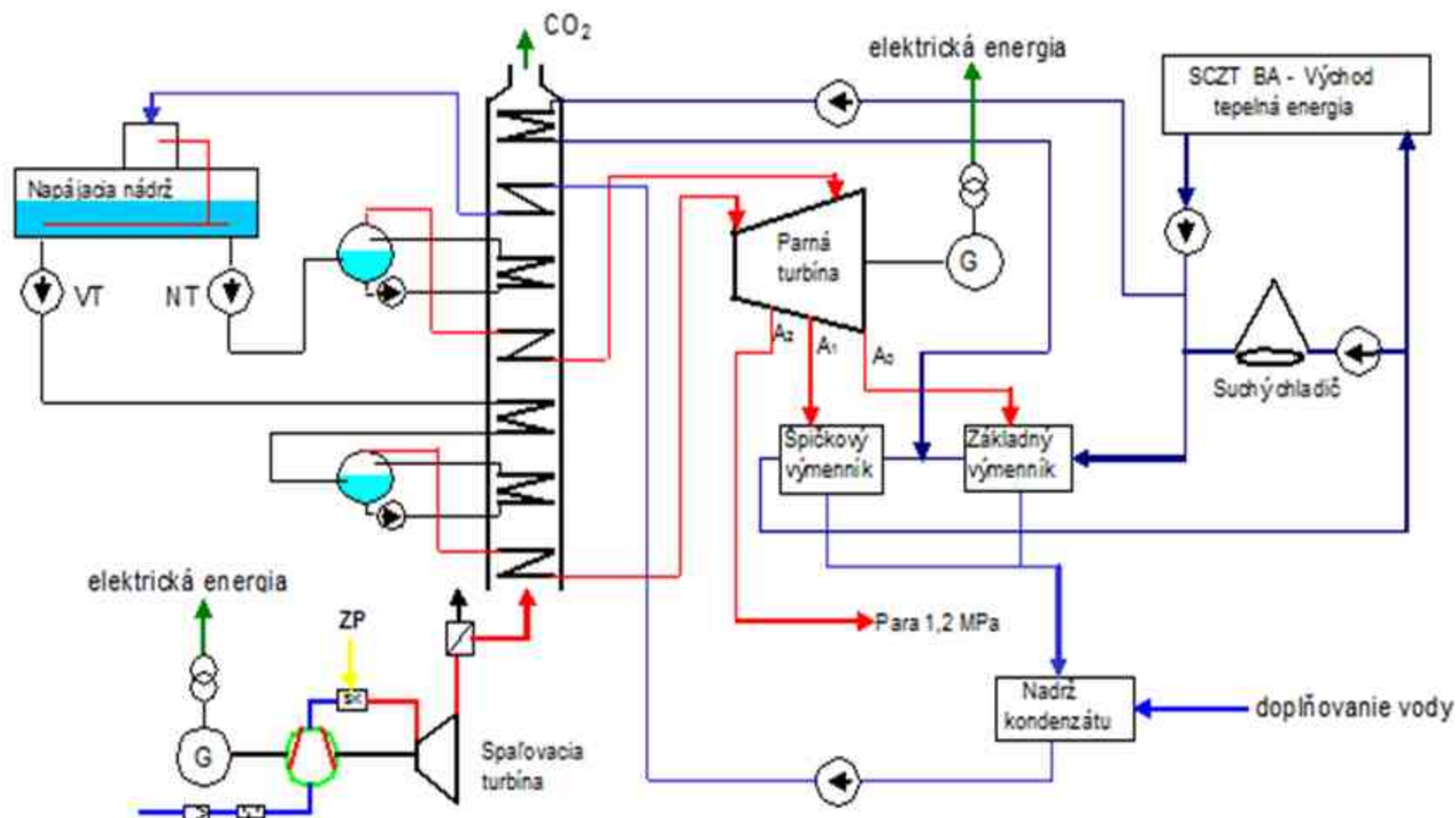
selektivní katalytická redukce(SCR): 350°C, kat. TiO₂, V₂O₅, WO₃ eff. 90%

Emise dibenzodioxinů a dibenzofuranů (PCDD, PCDF)



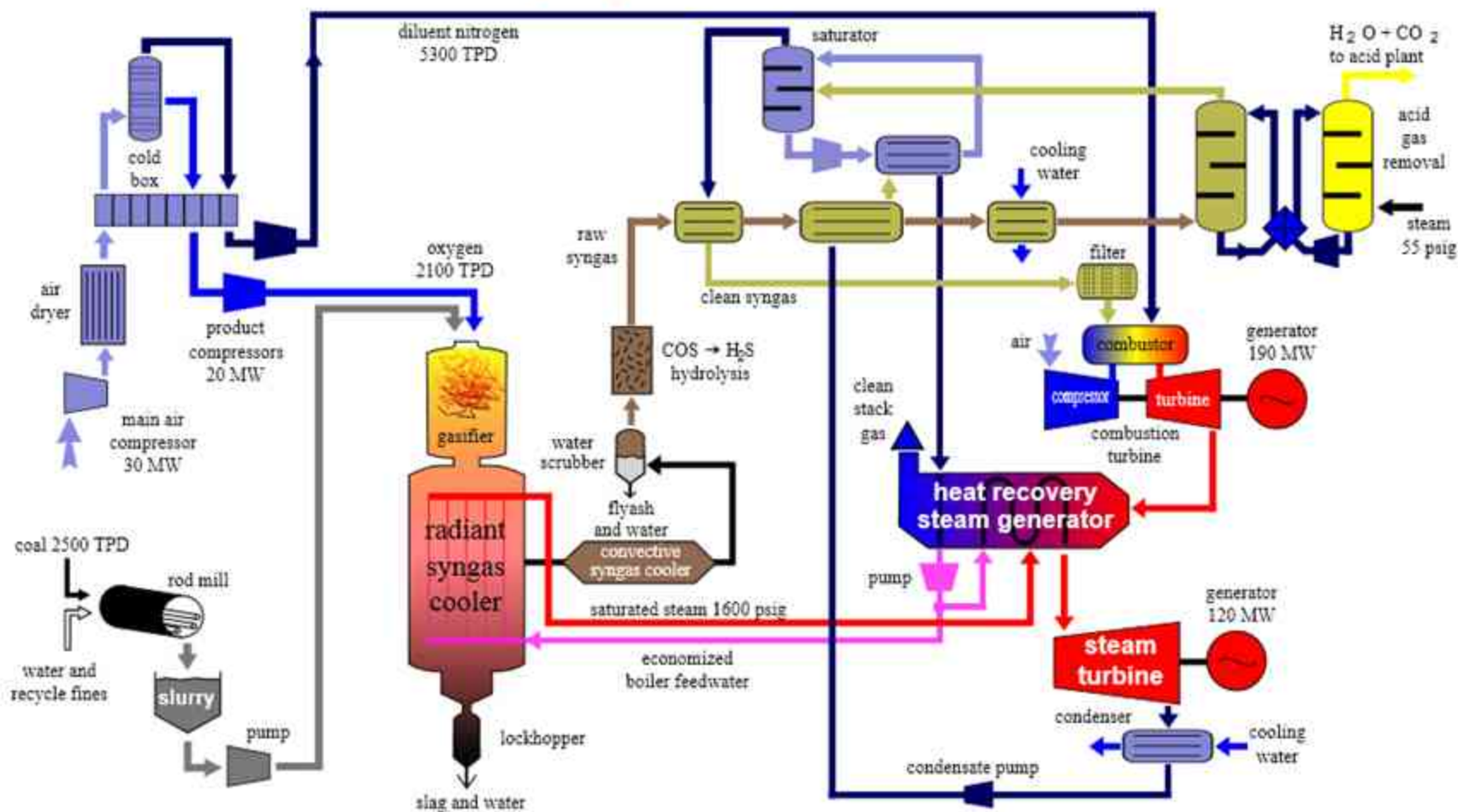
Zdroj obrázku: materiály LECO, dostupné na: <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=8107>

Paroplynový cyklus – spalování zemního plynu



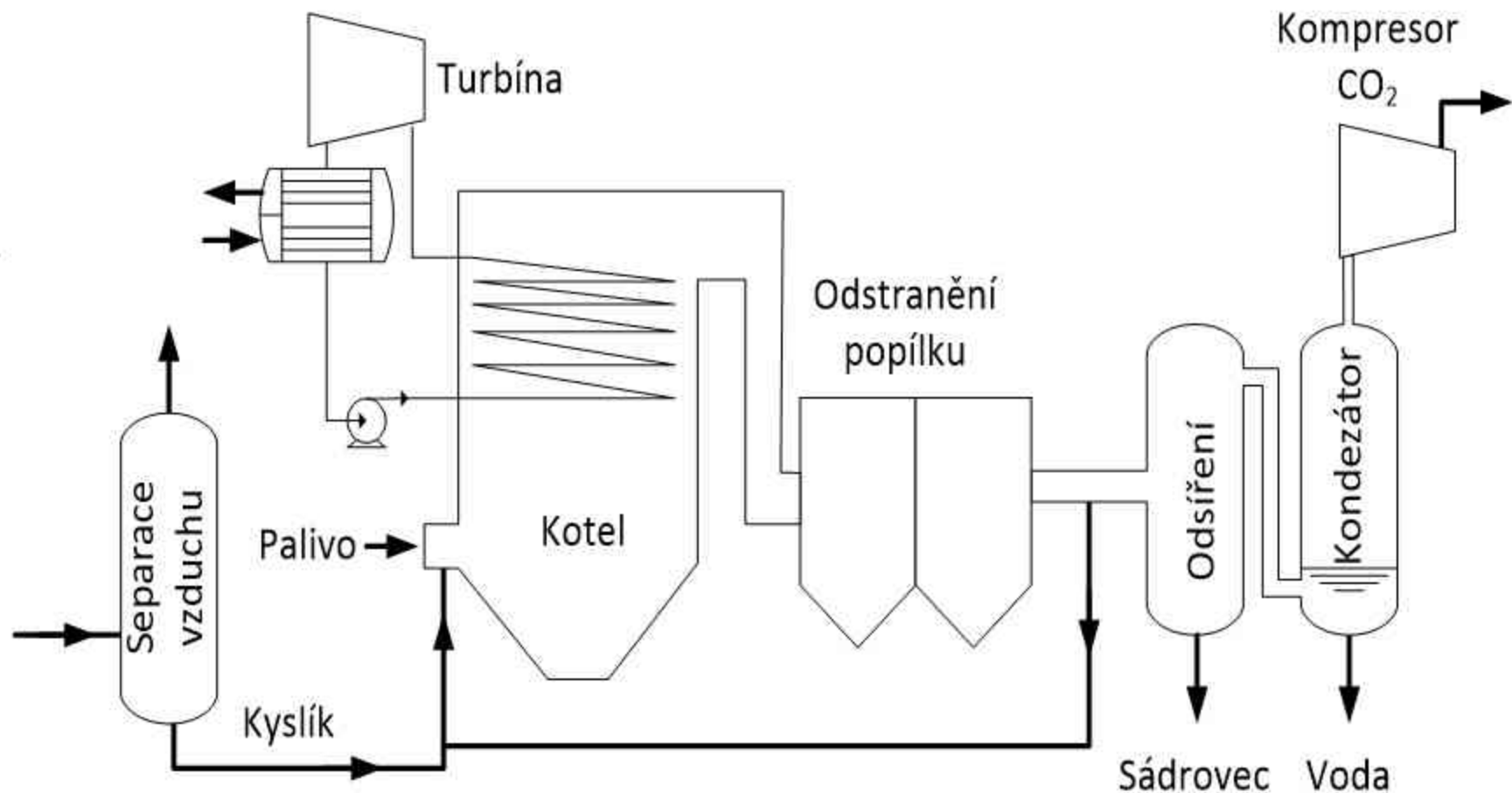
Zdroj obrázku: PPC Group, dostupné na: <http://www.paroplyn.sk/>

Paroplynový cyklus s integrovaným zplyněním uhlí



Zdroj obrázku: Wikimedia Commons,
Autor: Stan Zurek

Oxyfuel



Překresleno podle: Wikimedia Commons, Autor: KVDP, Založeno na:
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7586569.stm>