



PŘÍPRAVA ČEZ, a. s., NA LIMITY BAT / BREF

Ludvík Pavlík, Jaroslav Stonawski
ČEZ Inženýring, s.r.o.

Medlov, květen 2017



Legislative regulující kvalitu ovzduší v Evropě a ČR

System řízení kvality ovzduší

Synergické efekty v procesu čištění spalin

Využití synergických efektů v podmínkách Skupiny ČEZ

Nové projekty



Regulace emisí z velkých spalovacích zdrojů v Evropě a ČR

☐ **IED** (**I**ndustrial **E**mission **D**irective) 2010/75/EU

včetně požadavků pro

☐ **BAT** (**B**est **A**vailable **T**echniques)

nejlepší dostupné techniky jsou definovány v

☐ **BREF** (**B**est **A**vailable **R**eference Document for LCP)

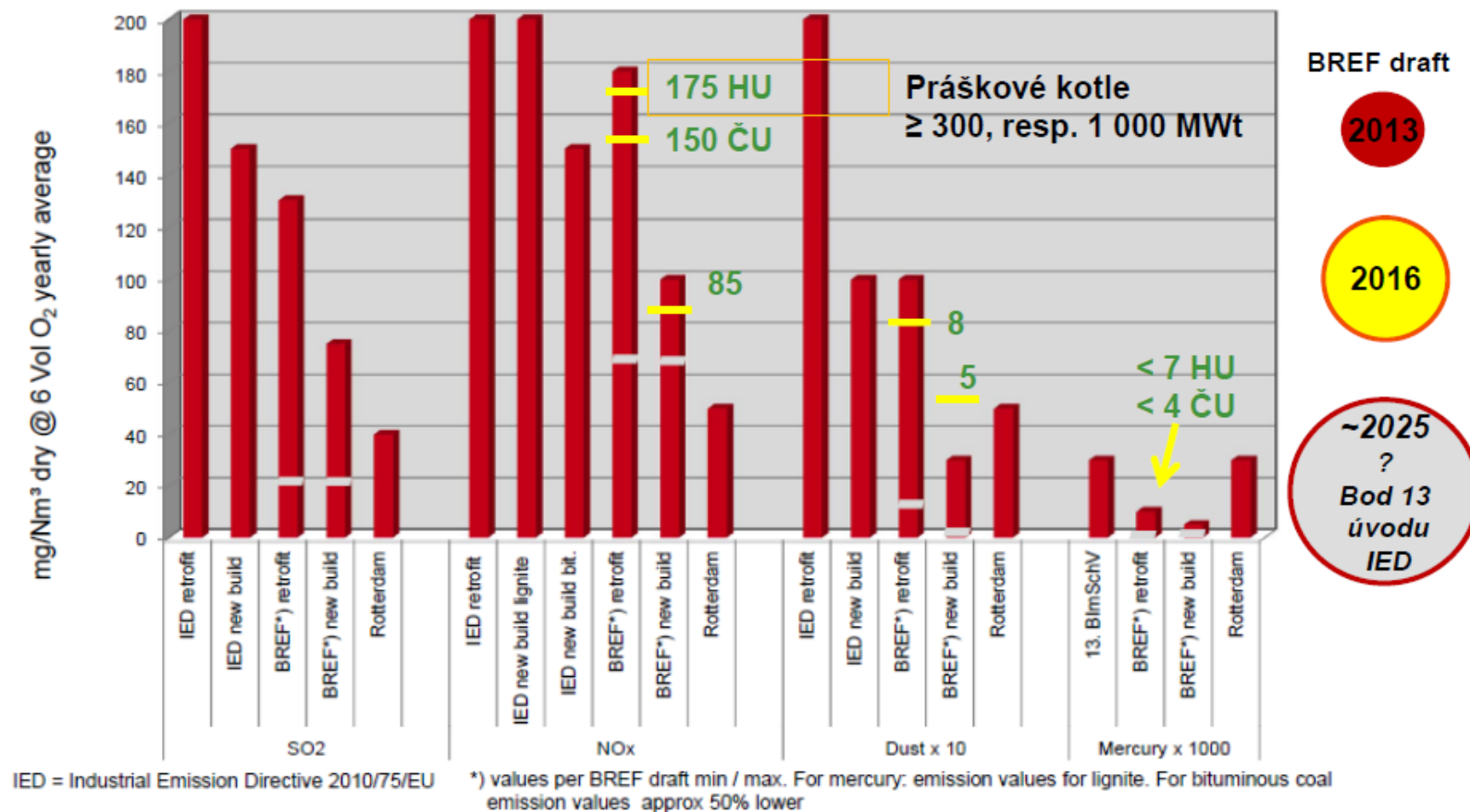
v 06/2016 vydána finální verze návrhu LCP BREF

Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb.

Vyhláška MŽP č. 415/2012 Sb.

Novelizace

LEGISLATIVA EU – VÝVOJ EMISNÍCH LIMITŮ





Limity dle IP k 31.12.2015 (Zákon 309/91 Sb., 218/92 Sb. a násl.)

SO ₂	500 mg/Nm ³
NO _x	650 mg/Nm ³
TZL	100 mg/Nm ³
CO	250 mg/Nm ³

Typické projekty
z 90. let:

- ✓ Odsíření
- ✓ Primární DeNOx

Limity dle IP od 1.1.2016 (IED, zákon 201/2012 Sb.)

SO ₂	200 mg/Nm ³
NO _x	200 mg/Nm ³
TZL	20 mg/Nm ³
CO	250 mg/Nm ³

Typické projekty
po roce ~ 2005:

- ✓ Retrofity Odsíření
- ✓ PO a SO DeNOx
- ✓ Rekonstrukce EO

Limity dle BAT-AELs (LCP BREF)

SO ₂	130 mg/Nm ³
NO _x	150 / 175 mg/Nm ³
TZL	8 mg/Nm ³
CO	100 mg/Nm ³
+	
HCl	5 (7, 20) mg/Nm ³
HF	3 (7) mg/Nm ³
Hg	4 / 7 µg/Nm ³
NH ₃	3 / 10 mg/Nm ³

Doporučení:
„AQCS“

AQCS = Air Quality
Control System

*Limity od 1.1.2016 pro stávající práškové kotle
s tepelným příkonem $\geq 300 \text{ MW}_t$ s výjimkou PNP do 30.6.2020,
resp. $\geq 100 \text{ (HCl)}$ a $\geq 1000 \text{ (TZL)}$ MW_t u BAT-AELs dle LCP BREF*

SYSTEM ŘÍZENÍ KVALITY OVZDUŠÍ



„AQCS = Air Quality Control Systém“

Proč je nutný systém řízení kvality ovzduší

- Ochrana ovzduší dle požadavků Směrnice IED a LCP BREF (emisní limity pro TZL, NO_x, SO₂, HCl, HF, Hg)
- Investiční a provozní náklady na ochranu ovzduší a ŽP jako celku
 - Investiční náklady
 - Náklady na reagenty (vápenec, čpavková voda, močovina, apod.)
 - Náklady na elektrickou energii
 - Náklady na likvidaci VEP a odpadní vody
- Analýza lokálních podmínek
- Možnosti využití synergických efektů v procesu čištění spalin



Proč je nutný systém řízení kvality ovzduší

Příklady citací firem z prostředí ekologizace klasické energetiky

Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH, Germany
ExpPPERTS Europe conference 2016, Kraków, September 2016:

„The complete flue gas cleaning system must be evaluated – single action unrewarding“

Andritz AG
VGB WS Mercury Control 2016, Berlin, June 2016:

„ANDRITZ AG offers detailed process analyses and advanced separation technologies which are adjusted to each power plant individually“

Enel
VGB WS Mercury Control 2016, Berlin, June 2016:

„The best solution to minimize the Hg emission does not exist and depends on a careful evaluation of specific control technology versus co-benefits strategy“

SYNERGICKÉ EFEKTY V PROCESU ČIŠTĚNÍ SPALIN

PŘÍKLADY ZAHRANIČNÍCH PROJEKTŮ



Overview of requirements for AQCS Equipment

Specification of new and modified equipment

NO_x Emission from 200 mg/Nm³ → 85 mg/Nm³

- SCR
 - SCR Reactor incl. Ammonia Chloride-Storage, Preparation and Injection - System
 - TRAC Catalyst



new

Dust Emission from 10 mg/Nm³ → 5 mg/Nm³

- ESP
 - Additional ESP Field to reduce FGD Inlet concentration
- FGD
 - Final reduction by FGD down to 5 mg/Nm³



upgrade

SO₂ Emission from 150 mg/Nm³ → 75 mg/Nm³
HCl, HF and NH₃ Emissions → 3 / 2 / 3 mg/Nm³

- FGD
 - Increase of L/G
 - Change of pump size
 - Change of absorber sump and Emergency drain tank size
 - Co-Benefit of good SO₂ removal

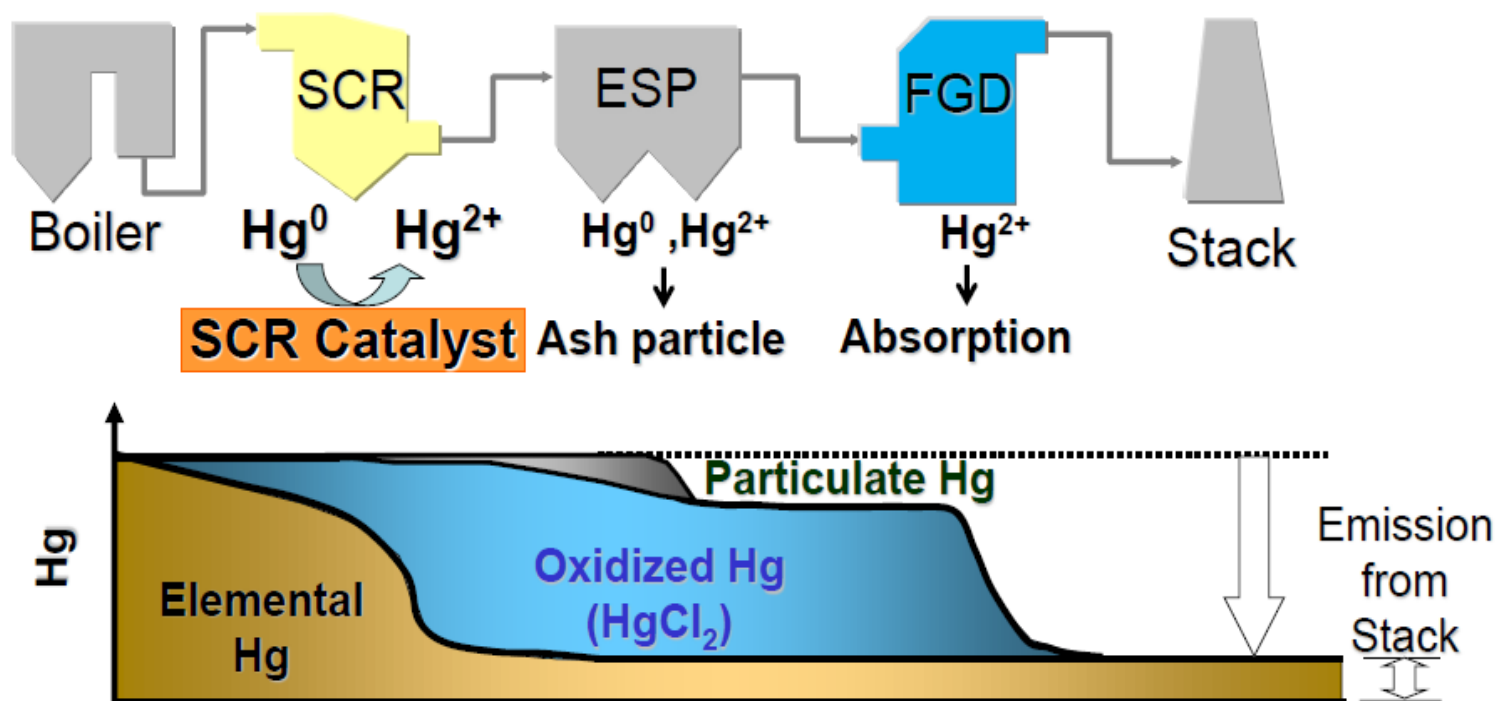


upgrade

SYNERGICKÉ EFEKTY V PROCESU ČIŠTĚNÍ SPALIN PŘÍKLADY ZAHRANIČNÍCH PROJEKTŮ



Mercury Emission $\rightarrow 4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$



- SCR with TRAC® (TRiple Action Catalyst) catalyst and ammonia chloride injection in combination with ORP (Oxidation Reduction Potential) - Control in FGD
- Injection of activated carbon upstream ESP as back up
- Injection of additives like TMT15 into FGD as back up

VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



Limity dle IP k 31.12.2015
(Zákon 309/91 Sb., 218/92 Sb.
a násl.)

SO ₂	500 mg/Nm ³
NO _x	650 mg/Nm ³
TZL	100 mg/Nm ³
CO	250 mg/Nm ³

Typické projekty
z 90. let:

- ✓ Odsíření
- ✓ Primární DeNOx

Příklad využití synergického efektu z 90.let
Projekt Odsíření EDĚ

Spaliny vstup *

SO ₂	< 1 880 mg/Nm ³
NO _x	< 550 mg/Nm ³
TZL	< 150 mg/Nm ³
HCl	< 60 mg/Nm ³
HF	< 5 mg/Nm ³

* Dle DVŘ

Spaliny výstup *

SO ₂	< 400 mg/Nm ³
TZL	< 50 mg/Nm ³
HCl	< 10 mg/Nm ³
HF	< 10 mg/Nm ³

* Garantované hodnoty

Schopnost plnění limitu

SO₂ < 130 mg/Nm³

VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



Příklady využití synergického efektu v projektech do konce roku 2015

SO₂ a TZL, ... (HCl, HF*)

- ❑ Rekonstrukce EO (např. EDĚ, EMĚ 2)
- ❑ Retrofity odsíření (ETU, EPR 2)
- ❑ Intenzifikace odsíření (aplikace kyseliny adipové)
- ❑ Rekonstrukce eliminátorů kapek (např. EDĚ, EPR 2)

(HCl, HF*) – vliv systémově nevyhodnocován

Limity dle IP od 1.1.2016 (IED, zákon 201/2012 Sb.)

SO ₂	200 mg/Nm ³
NO _x	200 mg/Nm ³
TZL	20 mg/Nm ³
CO	250 mg/Nm ³

Typické projekty
po roce ~ 2005:

- ✓ Retrofity Odsíření
- ✓ PO a SO DeNOx
- ✓ Rekonstrukce EO

NO_x, CO, NH₃, ... (TZL*)

- ❑ Primární a sekundární opatření DeNOx (např. EDĚ, EPC, EMĚ 1)
- ❑ Retrofity kotlů (ETU, EPR 2)

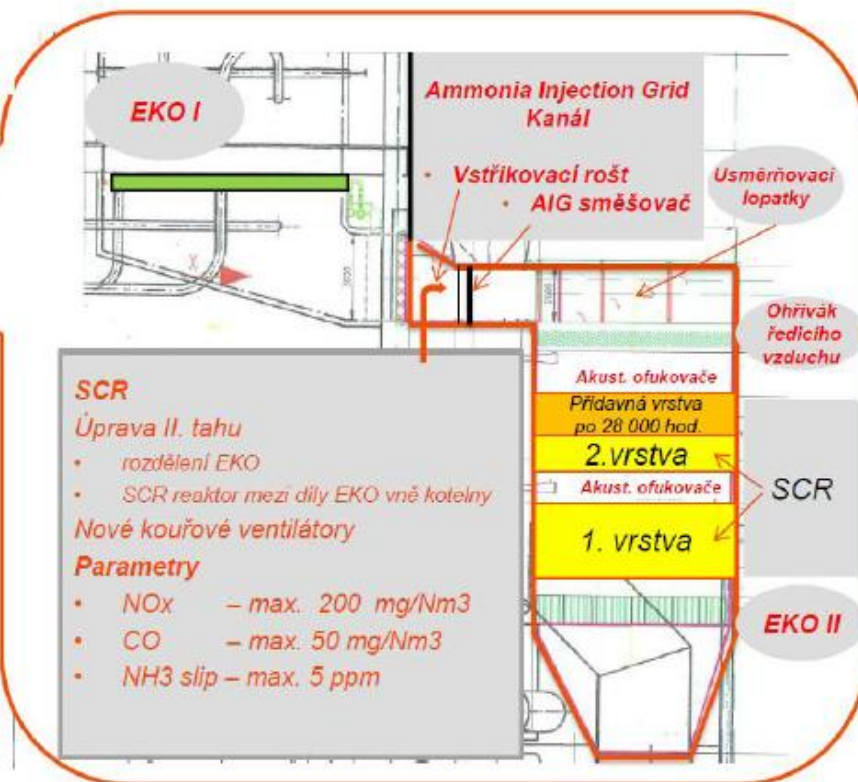
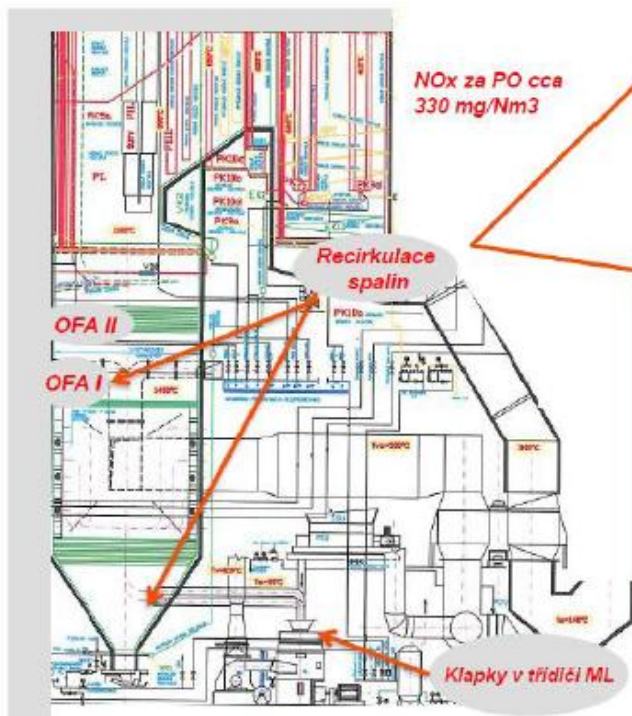
(TZL*) – vliv DeNOx systémově nevyhodnocován

VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



Synergie NO_x , CO , NH_3 , ... (TZL)

EDE



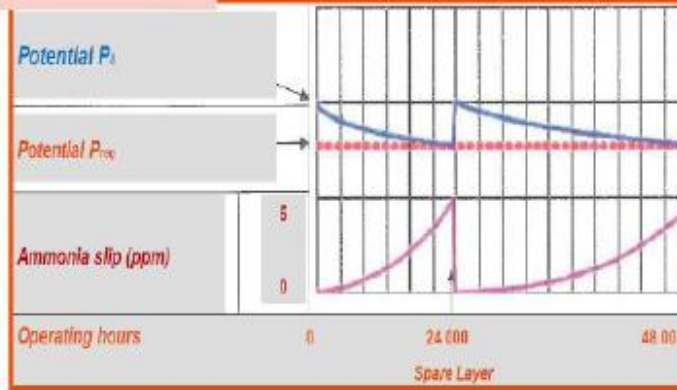
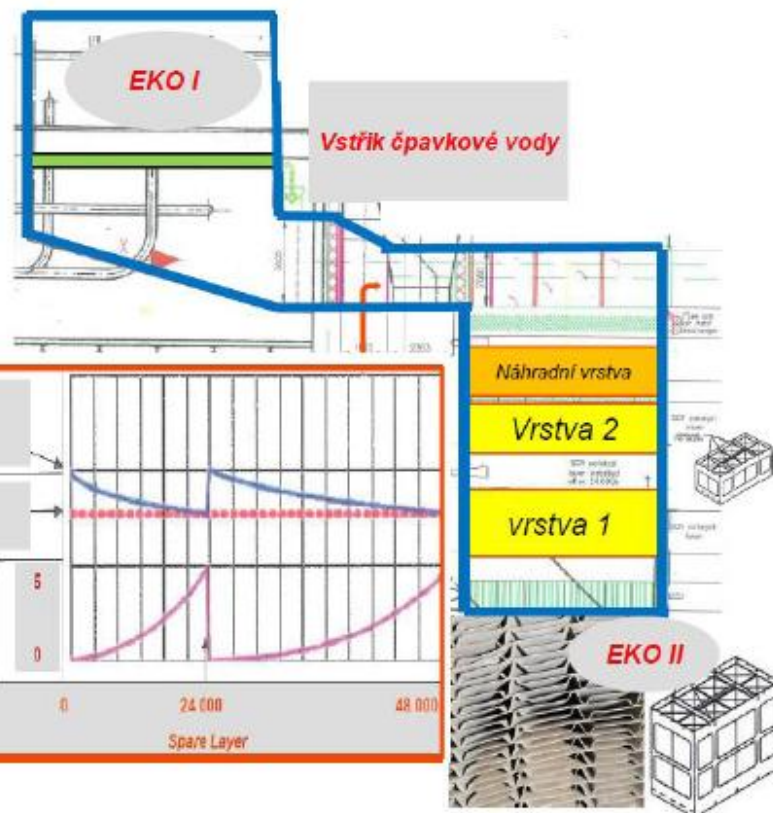
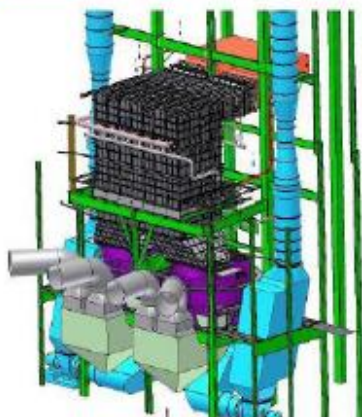
VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



Synergie NO_x, CO, NH₃, ... (TZL)

EDE

Výkon kotle	[%]	100	50
Množství spalin	[Nm ³ /h, wet]	740 000	370 000
TZL	[mg/Nm ³]	≤ 35 000	≤ 35 000
SO ₂	[mg/Nm ³]	≤ 2,560	≤ 2,560
NO _x - IN	[mg/Nm ³]	≤ 330	≤ 330
NO _x - OUT	[mg/Nm ³]	≤ 200	≤ 200
skluz NH ₃	[ppm _v]	≤ 5	≤ 5
teplota	[°C]	395	320



VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



EDE

Synergie NO_x , CO , NH_3 , ... (TZL)

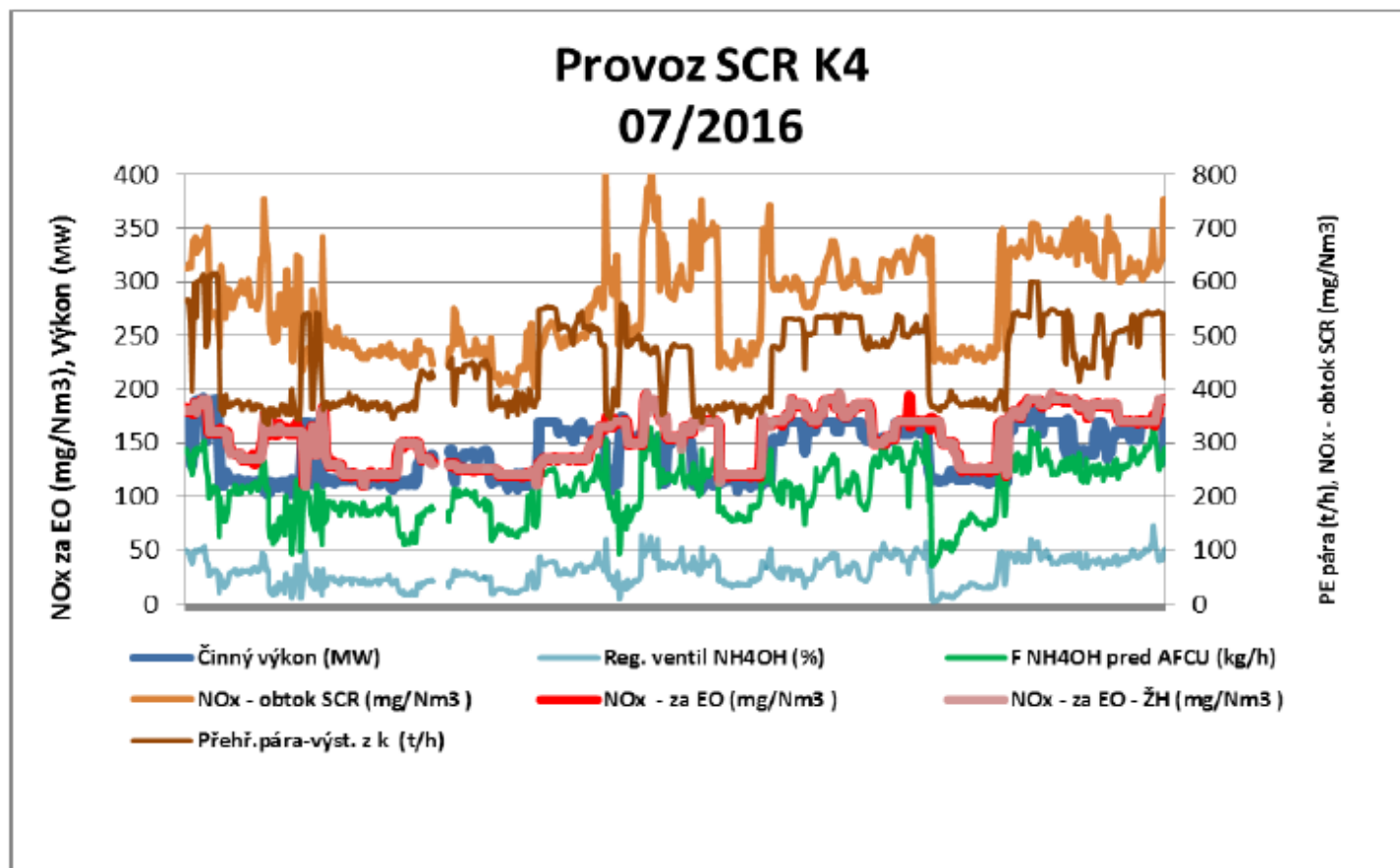


VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



EDE

Synergie NO_x , CO, NH_3 , ... (TZL)



VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



Synergie NO_x , CO , NH_3 , ... (TZL)

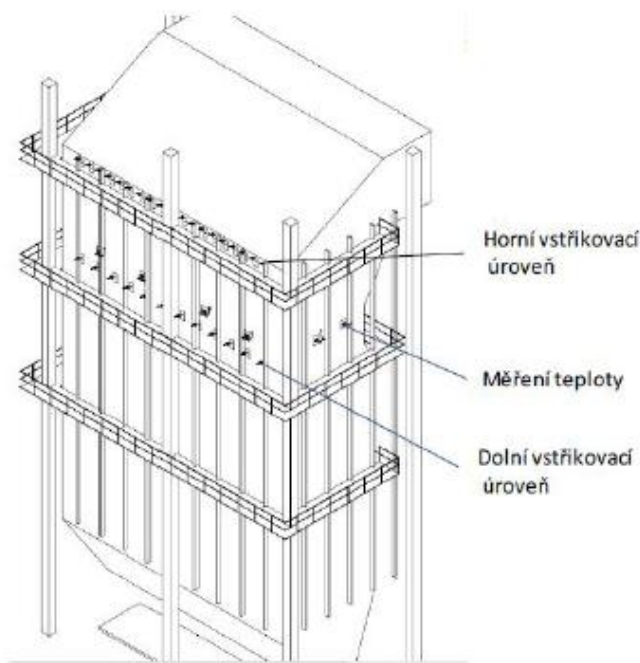
EPC

Pohled na kotel - přední tah - vstřikovací úrovně, měření teplot, OFA vzduchy

Kotel 660 t/h

Primární opatření
Modifikace hořáků
Nová OFA

Sekundární opatření
SNCR 2*8 trysek
AGAM



VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



Synergie NO_x, CO, NH₃, ... (TZL)

EME1

Kotel 230 t/h

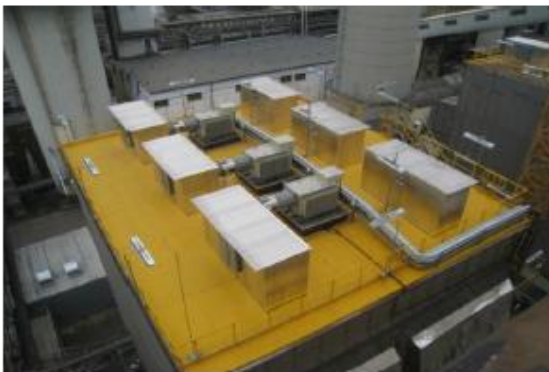
Primární opatření

Modifikace hořáků

Nová OFA, reci spaliny



Rekonstrukce EO



Sekundární opatření

SNCR 2*10 + 2*5 trysek

AGAM



VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



Obnova uhelných zdrojů

ETU, EPR2, ELE

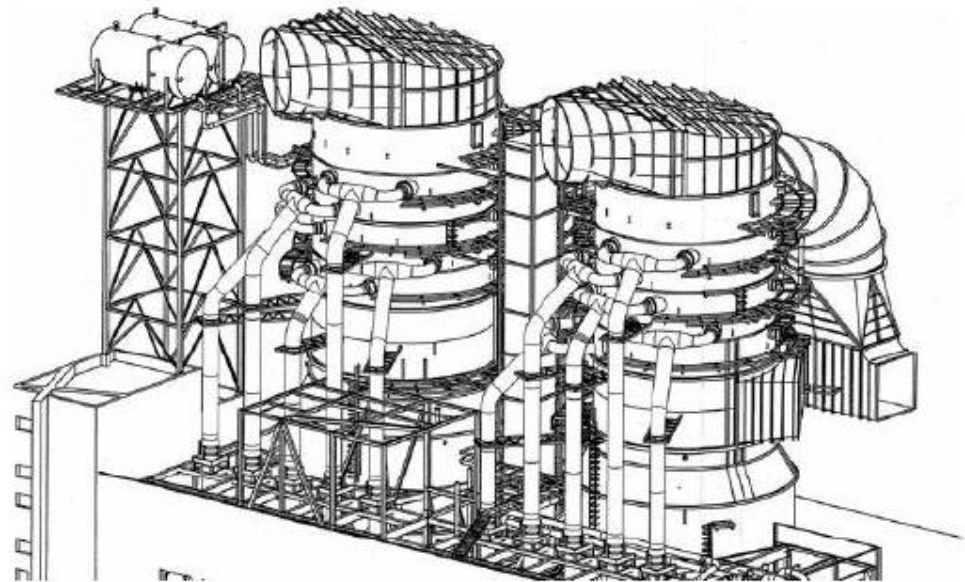
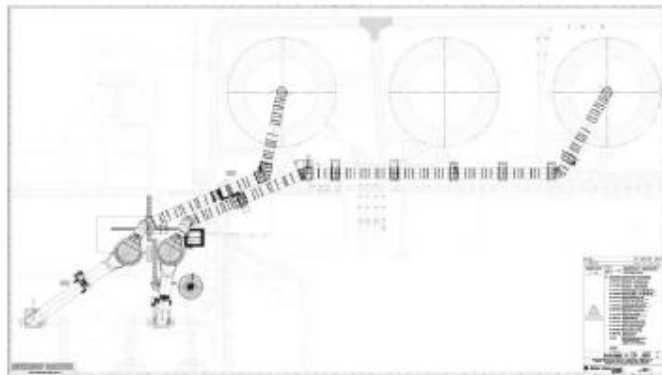
Synergie SO_2 a TZL, ... (HCl, HF)

2012 Dokončena komplexní obnova Elektrárny Tušimice II

Modernizovaná elektrárna má zvýšenou účinnost z 34 % na 39 %, 14% úsporu paliva na vyrobenou MWh, emise NO_x nižší o 70 %, SO_2 o 79 % a emise tuhých znečišťujících látek o 87 %.

Parametry projektu:

Výkon	4 x 200 MWe
Účinnost kotle	> 90 %
NO_x	< 200 mg/Nm ³
SO_2	< 200 mg/Nm ³
TZL	< 20 mg/Nm ³



VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



Obnova uhelných zdrojů

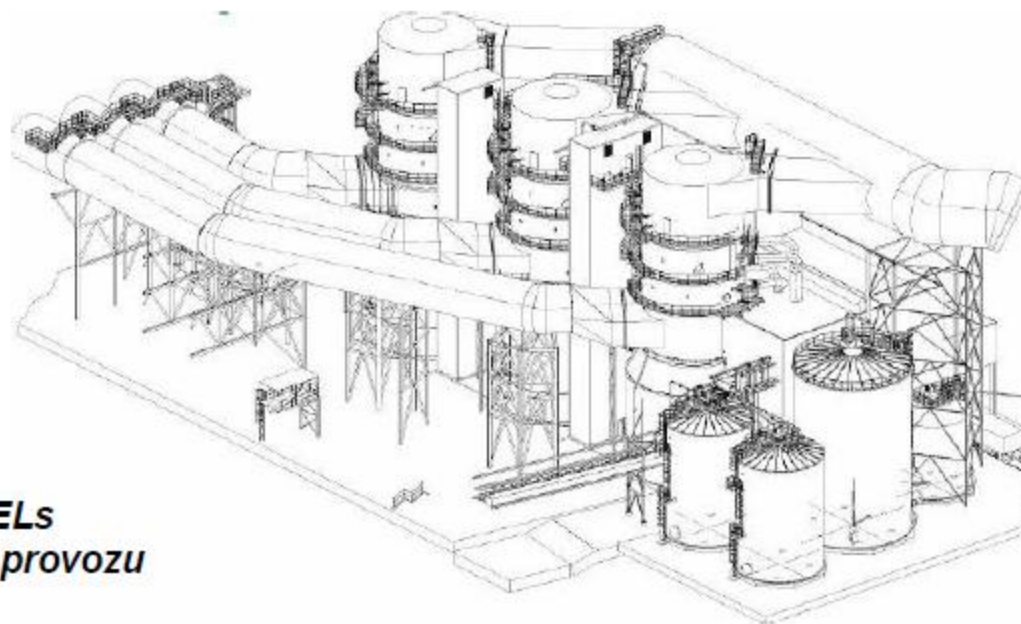
ETU, EPR2, ELE

Synergie SO_2 a TZL, ... (HCl, HF)

2016 Dokončena komplexní obnova **Elektrárny Prunéřov II**
Komplexní obnova bloků 23, 24 a 25.

Parametry projektu:

Výkon	3 x 250 MWe
NO_x	< 200 mg/Nm ³
SO_2	< 200 mg/Nm ³
TZL	< 20 mg/Nm ³



Prověření plnění limitů dle **BAT-AELs**
bude vyhodnoceno po delší době provozu

VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



Obnova uhelných zdrojů

ETU, EPR2, ELE

Synergie SO₂ a TZL, ... (HCl, HF)

2017 Spouštíme nové Ledvice

První nadkritický blok v ČR disponuje výkonem 660 MWe a účinností téměř 43 %. Umožňuje snížit emise o 20 % oproti běžným uhelným elektrárnám. Zprovozněním definitivně dokončujeme obnovu našich uhelných zdrojů.

Parametry projektu:

Výkon	660 MWe
NO_x	< 200 mg/Nm³
SO₂	< 200 mg/Nm³
TZL	< 20 mg/Nm³

Prověření plnění limitů dle BAT-AELs bude vyhodnoceno po delší době provozu



VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



Obnova uhelných zdrojů ETU, EPR2, ELE

Parametr	Tušimice	Prunéřov	Ledvice
Množství mokrých spalin [Nm ³ /h]	1 690 000	1 012 000	2 003 041
Vstupní SO ₂ [mg/Nm ³]	11 650	11 800	5 850
Průměr rozprašovací úrovně [m]	14,5	11,5	17,0
Počet rozprašovacích úrovní	5	4	6
Počet trysek na rozprašovací úroveň	112	118	156
Průtok suspenze jednou úrovní [m ³ /h]	11 000	9 800	11 500
Objem jímky [m ³]	3 900	2 500	4 600
Průtok oxidačního vzduchu [m ³ /h]	22 000	11 000	15 600
Spotřeba el. energie [kWh/h]	4 930	3 650	7 500
Spotřeba vody [m ³ /h]	160	230	100

MOŽNOSTI VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ – NOVÉ PROJEKTY



Nutné využití synergického efektu
v procesu čištění spalin
dle individuálních podmínek vybraných lokalit
v projektech do konce roku 2021

Limity dle návrhu BAT-AELs
(LCP BREF)

Základní možnosti:

- ❑ Intenzifikace DeNO_x s uplatněním SCR (hybrid SNCR+SCR, volba vhodných materiálů pro optimalizaci DeNO_x, oxidaci Hg, minimalizaci tvorby SO₃, Tail-end)
- ❑ Aditivace spalin (oxidace Hg, intenzifikace odlučování TZL)
- ❑ Intenzifikace a optimalizace mokrých odsíření (systém Tray, Wall ring, systém trysek, poměr L/G, rekonstrukce E/M, řízení ORP, re-emisní aditiva, technologie SPC, aj.)
- ❑ Intenzifikace a optimalizace PS odsíření (dávkování aditiv před reaktor a do recyklace za tkaninový filtr, případná rekonstrukce reaktoru)

Pozn.: jednotlivé změny ovlivní vstupní podmínky pro následné procesy čištění spalin!

SO₂ 130 mg/Nm³
NO_x 150 / 175 mg/Nm³
TZL 8 mg/Nm³
CO 100 mg/Nm³
+
HCl 5 (7, 20) mg/Nm³
HF 3 (7) mg/Nm³
Hg 4 / 7 μg/Nm³
NH₃ 3 / 10 mg/Nm³

Doporučení:
„AQCS“

MOŽNOSTI VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ – NOVÉ PROJEKTY



EME1

Synergie SO₂ a TZL, HCl, HF

„Snížení emisí SO_x na Elektrárně Mělník I, kotel K1-K6“

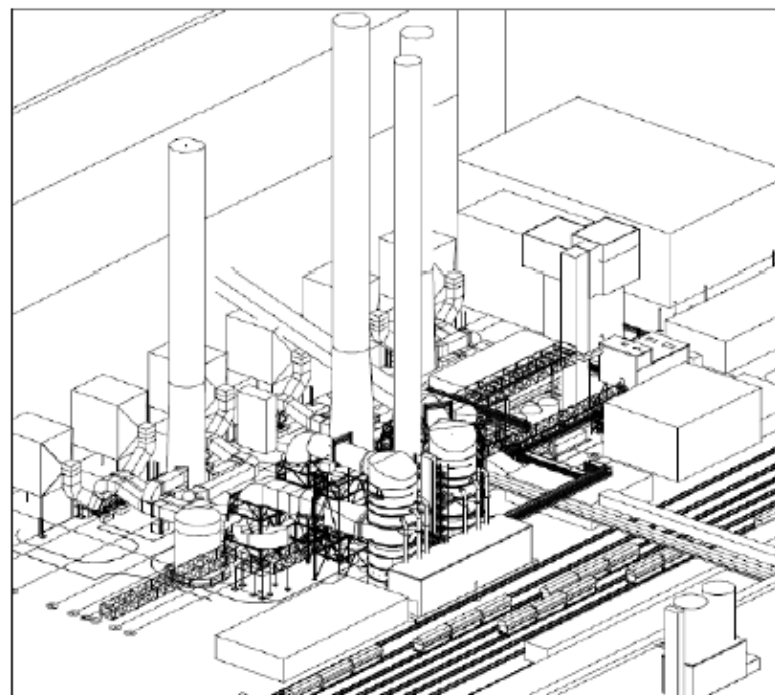
Realizace: 2016 – 2020

Koncepce řešení:

- 6 nových radiálních ventilátorů s FM (max. 402 490 Nm³/h / ks)
- 2 nové absorbéry MVV, každý 993 900 Nm³/h :
 - 3 sprchové patra (8560 m³/h / ks RČ)
 - Vestavba TRAY
 - 3 stupňový eliminátor mlhy
- Rekonstrukce stávajícího komínu na „mokrý komín“
 - Teplota spalin na vstupu do komína 56 – 67°C
 - Vybourání původní zděné keramické vložky
 - Nová nerezová vložka
 - Odvod kondenzátu z hlavy a vložky komína

Cíle projektu:

SO ₂	< 130 mg/Nm ³
TZL	< 8 mg/Nm ³
HCl	< 7 mg/Nm ³
HF	< 7 mg/Nm ³



MOŽNOSTI VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ – NOVÉ PROJEKTY



ETU

Synergie SO₂ a TZL, HCl, HF

„Řešení limitů TZL absorbérů J a K“

Realizace: 2017 – 2018

Koncepce řešení:

- Instalace technologie REAplus mezi horní hranu vstupního hrdla spalin a spodní sprchového patra
 - Nosná konstrukce
 - Moduly tvořené obvodovou stěnou a dvoustupňovým trubkovým dnem
 - Rekonstrukce stávající protikorozní ochrany v místě REAplus.
- Odstavení nejnižšího sprchového patra z provozu

Cíle projektu (provoz se 4 sprchovacími patry):

SO ₂	< 200 mg/Nm ³
TZL	< 20 mg/Nm ³
HCl	< 10 mg/Nm ³
HF	< 5 mg/Nm ³
Nárůst Δp	< 8,5 mbar



Možné varianty dalšího snížení emisí (bude posouzeno po ověření provozu s REAplus):

- Rekonstrukce EO
- Zvýšení výkonu RČ (výměna oběžných kol)
- Provoz s 5 sprchovacími patry
- Aplikace kyseliny adipové
- Rekonstrukce eliminátorů kapek

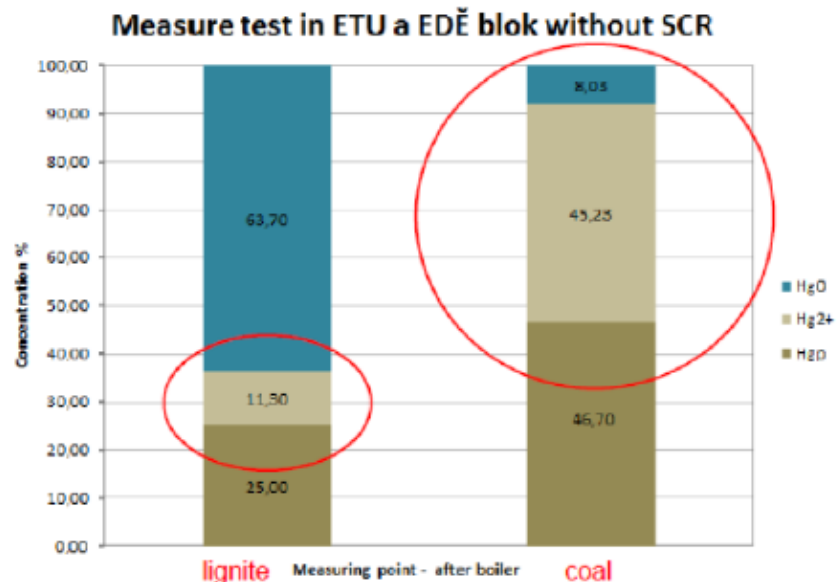
MOŽNOSTI VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ – NOVÉ PROJEKTY



ETU,
ELE,
EPR2,
EME1,
TTR,
FK EPO,
EDE

*Synergie NO_x, Hg, TZL, SO₂ a HCl, HF
Aplikace výsledků projektu TAČR*

**Dílčí výsledky aktivit a analýz z oblasti snížení emisí Hg:
Projekt TAČR č. TA04020723 (zdroj ÚJV Řež, a. s.)**



**Výstupní koncentrace Hg_{celk}
na výstupu z odsíření:**

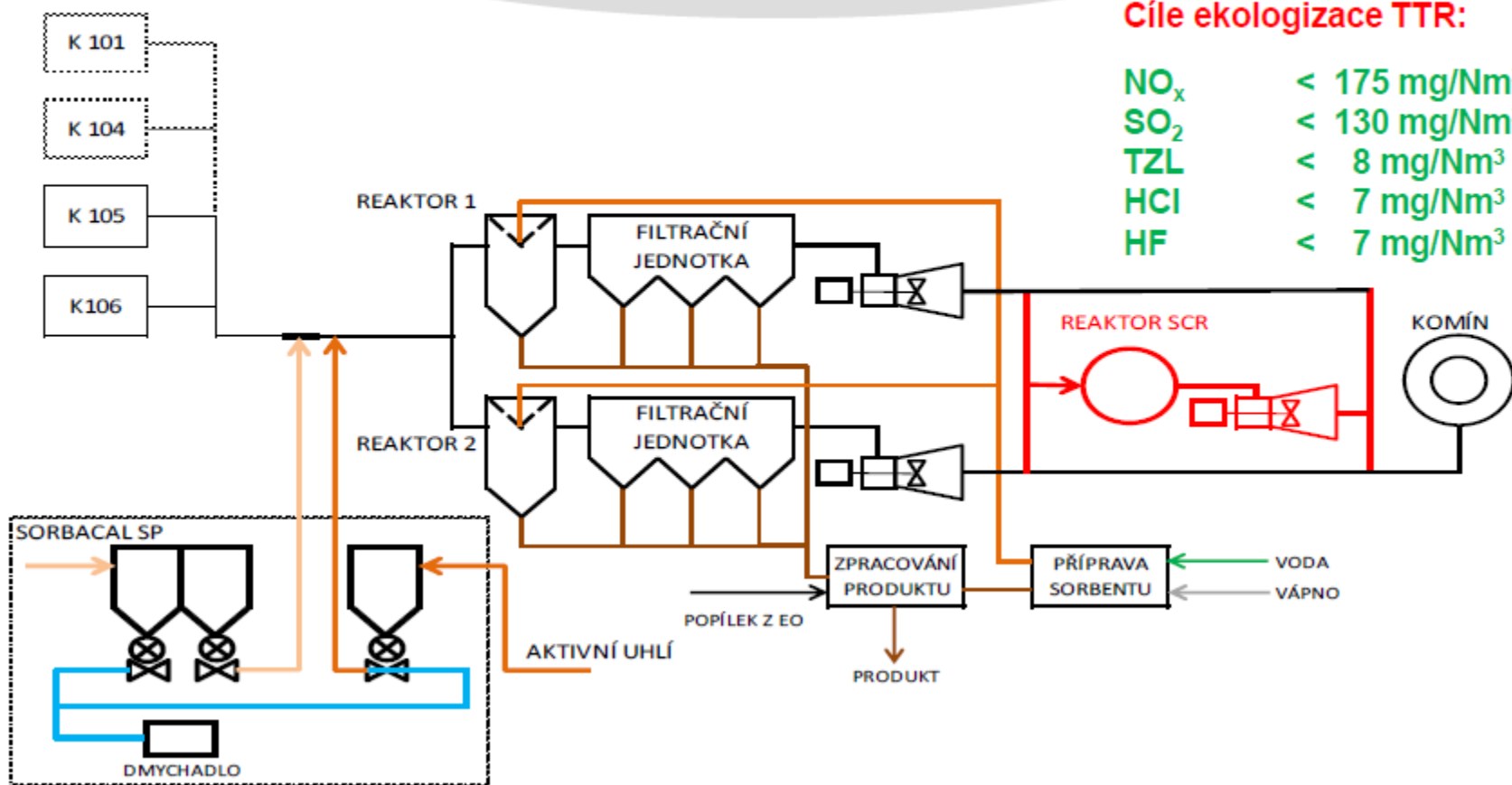
**EDĚ – cca 5,4 / 5,9 μg/Nm³
ETU – cca 15 – 20 μg/Nm³**

MOŽNOSTI VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ – NOVÉ PROJEKTY



TTR

Synergie NO_x , Hg, TZL, SO_2 a HCl, HF



VYUŽITÍ SYNERGICKÝCH EFEKTŮ V PODMÍNKÁCH SKUPINY ČEZ



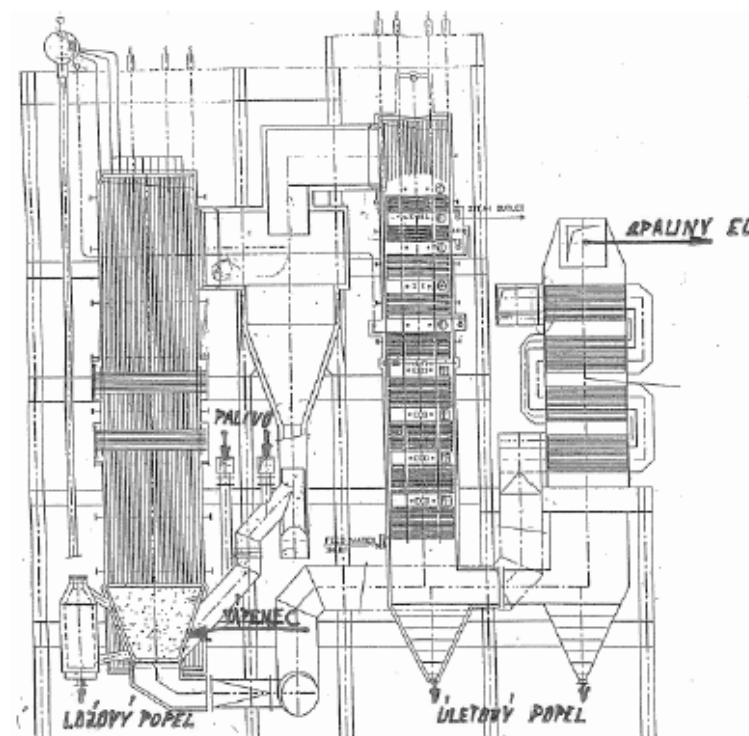
Synergie NO_x, Hg, TZL, SO₂ a HCl, HF

FK EPO

*Etapovitá příprava realizace projektů FK7 a FK 8
(kotle 250 t/h)*

*Etapa I – optimalizace emisí NO_x, TZL, SO₂ dílčími
opatřeními včetně ověření (do roku 2019)*

*Etapa II - využití synergických efektů k dosažení
limitů BAT-AEL (do cca 05/2021)*





**EFEKTIVNÍ SNÍŽENÍ EMISÍ
SO₂, NO_x, TZL, CO, HCl, HF, Hg a NH₃
NA ÚROVEŇ BAT-AELs DLE LCP BREF
ZÁVISÍ NA SYNERGICKÉM EFEKTU
SYSTEMŮ ČIŠTĚNÍ SPALIN!**



***Děkuji
za Vaši pozornost***

ludvik.pavlik@cez.cz