

Seznámení s experimentální jednotkou určenou pro výzkum metod snižování emisí při spalování fosilních paliv i bio paliv

L. Pilař – ČVUT v Praze

Z. Vlček, J. Opatřil – ÚVJ Řež, a. s.

Technologie pro elektrárny a teplárny na tuhá paliva – Medlov 2019

Obsah

1. Popis experimentální jednotky na ČVUT
2. Seznámení s probíhajícími výzkumnými projekty
3. Seznámení s výsledky řešení projektu EPSILON řešící problematiku snížení koncentrace NO_x pomocí SCR technologie
4. Seznámení s výsledky projektu THETA řešící problematiku Hg, HCl a HF
5. Další výzkumný projekty
6. Seznámení s výsledky projektu EPSILON řešící problematiku Hg pomocí pomocí zeolitů a jejich kompozitů

Výzkumy problematiky emisí Hg, HCl, HF, NO_x, SO_x a CO₂ jsou řešeny na experimentální jednotce o následujících parametrech umístěné na ČVUT.

Parametry kotle jsou následující:

- Bublínková fluidní vrstva
- Tepelný výkon – **500 kW**
- Provozní režim – vzduchový i oxyfuel
- **paliva** – pevná paliva – fosilní i biomasa
- Kyslík – 95 % čistota
- Vzduch – z vnějšku
- Kontinuální měření – CO, NO_x, SO₂, NH₃, Hg, CO₂



Popis experimentální jednotky

Scheme

1. Boiler
2. Control valve
3. Control valve – oxygen
4. Primary fan
5. ID fan
6. Flow controller – air
7. Flow controller – recirculated flue gas
8. Flow controller – oxygen
9. Condensate drain – valve
10. Condensate drain – valve
11. DeDust technology – cyclone separator
12. Main valve of primary air
13. Primary air - input
14. Oxygen- input
15. Flue gas

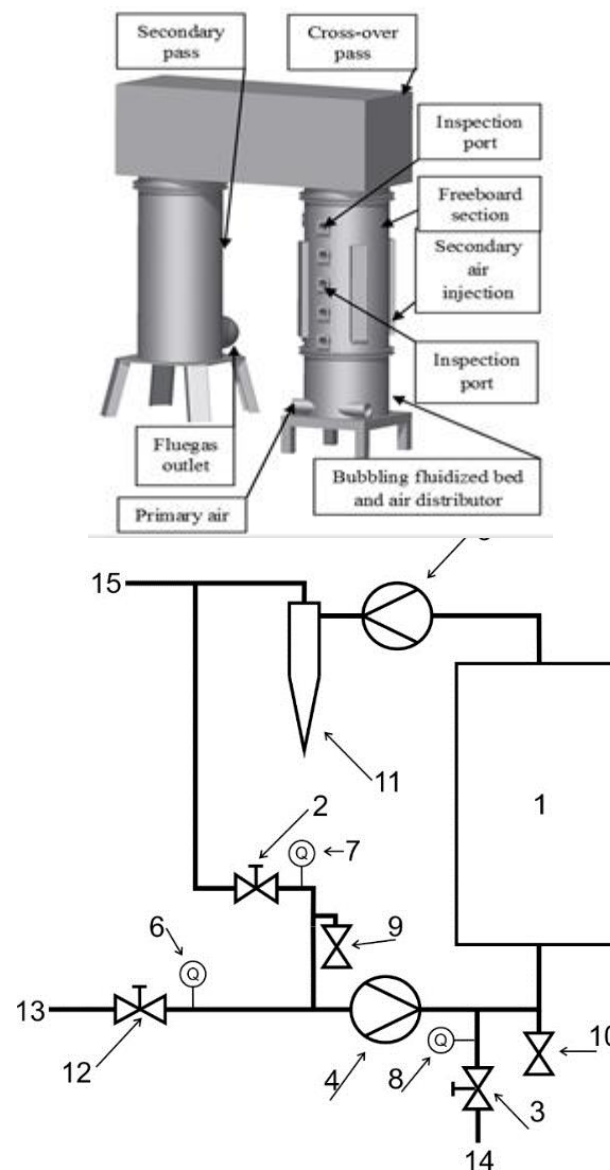
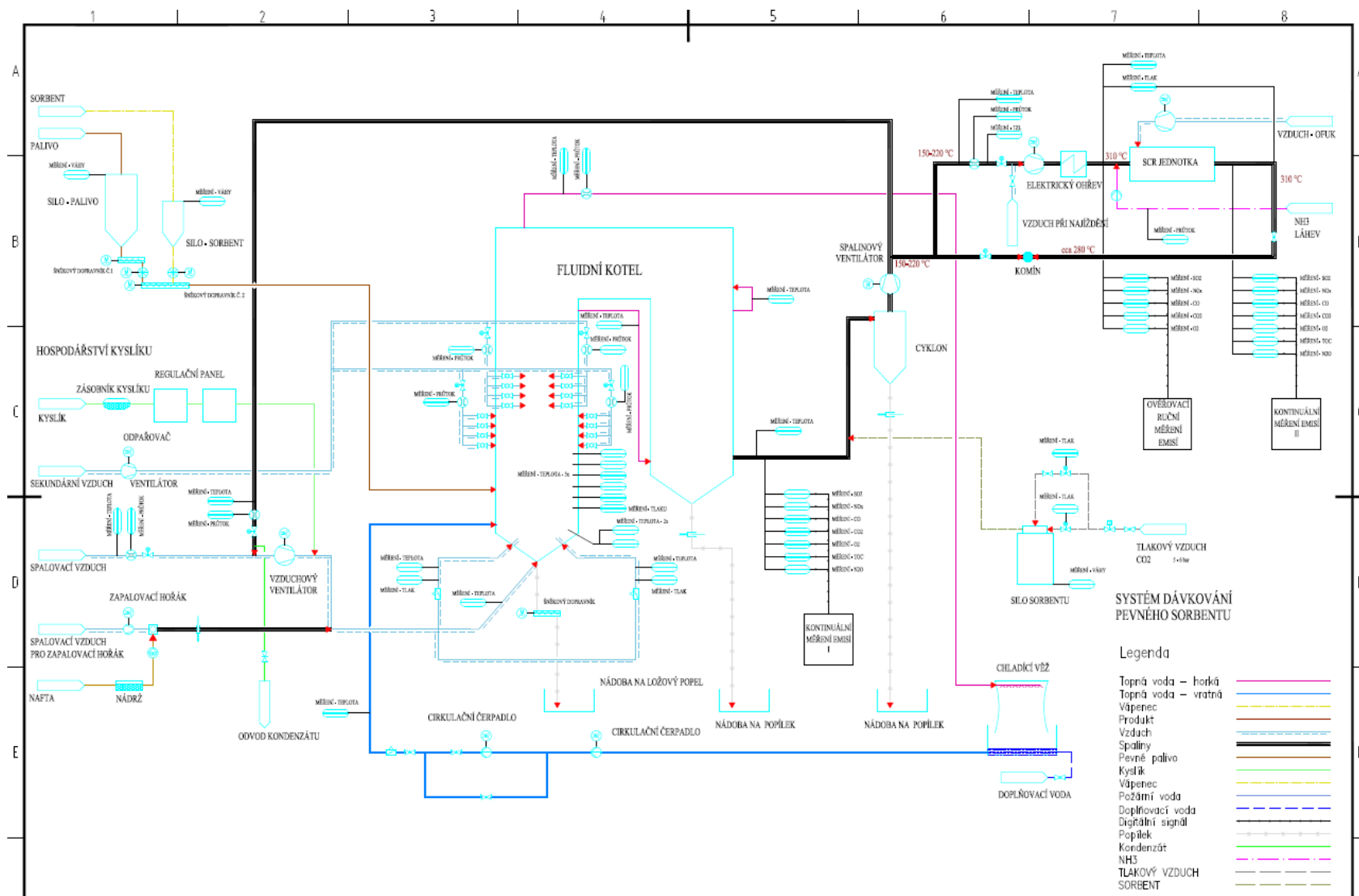


Schéma experimentální jednotky



Popis experimentální jednotky

Pohled na kotel



Mechanický odlučovač



Popis experimentální jednotky

Dávkování sorbentu a paliva



SCR jednotka „tail end“



Hlavní výzkumné projekty

- Projekt EPSILON - TH02030149 - **Výzkum redukce NO_x ve spalínách v rámci CCS technologie oxyfuel spalování**

Hlavní řešitel - ÚJV Řež, a. s.

Další řešitelé - ČVUT v Praze, Envir & Power Ostrava a. s.

01/2017 – 12/2021

- Projekt THETA - TK 01020101 - **Snížení koncentrací Hg, HCl a HF z velkých průmyslových zdrojů**

Hlavní řešitel - ÚJV Řež, a. s.

Další řešitelé - ČVUT v Praze, Envir & Power Ostrava a. s., ORGREZ, ČEZ, a. s., Elektrárny Opatovice, a. s. a United Energy, a. s.

06/2018 – 12/2021

Výzkumné projekty

Hlavní výzkumné projekty

- **Centra výzkumu nízkouhlíkových energetických technologií (Bio-CCS/U)**

Realizace výzkumu v oblasti zachytu CO_2 ze spalovacích procesů (CCS- carbon capture and storage) s využitím biomasy (Bio-CCS), resp. využití zachyceného CO_2 z tohoto procesu (Bio-CCU).

Projekt OP VVV 19 Excelentní výzkum

Realizace - 1. 1. 2018 - 31. 12. 2022.

Řešitelé - ČVUT v Praze, VŠB – TU Ostrava, ÚT AVČR, VUT v Brně

Projekt EPSILON - TH02030149 - **Výzkum redukce NO_x ve spalínách v rámci CCS technologie oxyfuel spalování**

Obsah projektu:

- Identifikovat vhodné materiály pro výrobu denitrifikačního katalyzátoru s ohledem na podmínky oxyfuel spalování, jakožto jedné z technologií zachytu CO_2 ze spalování fosilních paliv.
- Navrhnout a realizovat pilotní jednotku SCR pro denitrifikaci spalin z oxyfuel spalování pro referenční uhlí.

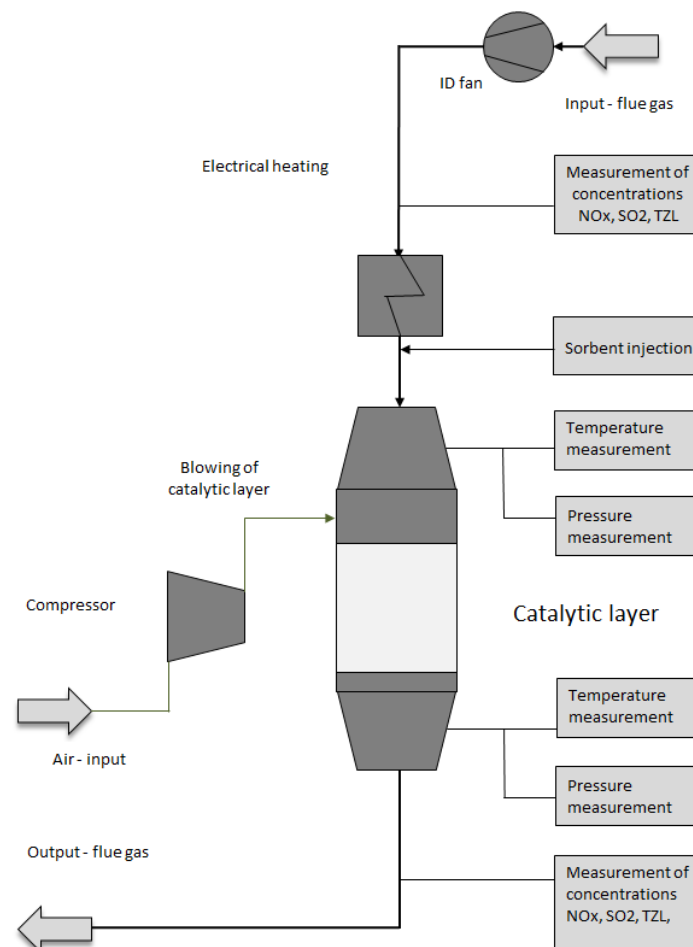
Splněno

- Experimentálně ověřit účinnost redukce NO_x a amoniakového skluzu při různých provozních podmínkách, zejm. stechiometrii aditiva, provozní teplotě jednotky a různém složení spalin z oxyfuel spalování.
- Na základě výsledků experimentů provedených na pilotní jednotce navrhnout integraci SCR pro referenční oxyfuel uhelný blok.

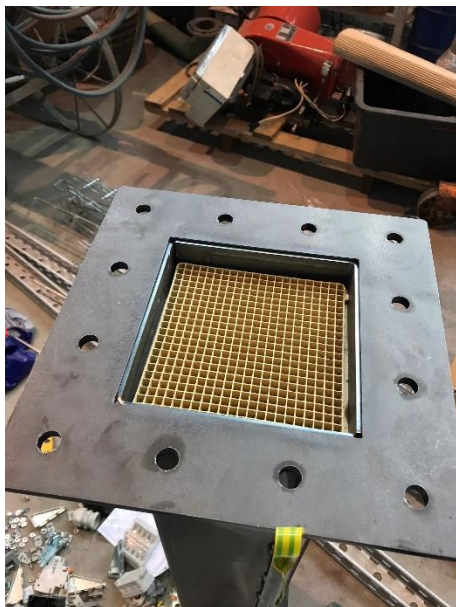
Plán na
rok 2019

SCR jednotka v konfiguraci „**tail end**“ o parametrech:

Parametr	Jednotka	Hodnota
Množství vstupních spalín	Nm ³ /h	150
Teplota spalín na vstupu do jednotky	°C	325
Rozměr katalyzátoru		
Délka	mm	160
Šířka	mm	160
Výška	mm	1260
Rychlost spalín procházející jednotkou	m/s	4,5
Rozměr jednotky		
Délka	mm	4 900
Šířka	mm	1 500
Výška	mm	2 500
Hmotnost jednotky	kg	200 kg
Výkon jednotky (spalinový ventilátor)	kW	5
Výkon elektroohřevu spalín	kW	15



SCR jednotka v konfiguraci „tail end“ - foto



SCR jednotka v konfiguraci „tail end“ - foto



Obsah projektu na rok 2019

- **Zpoždění experimentů, problémy s rekonstrukcí experimentálního fluidního kotle**
- Testy ve vzduchovém režimu s dávkováním amoniaku, v provozu bez a s odsířením pomocí suché aditivní metody
- Testy v oxy-fuel režimu s dávkováním amoniaku, v provozu bez a s odsířením pomocí suché aditivní metody
- Testy budou provedeny na dvě paliva – Bílina a Důl Nástup Tušimice

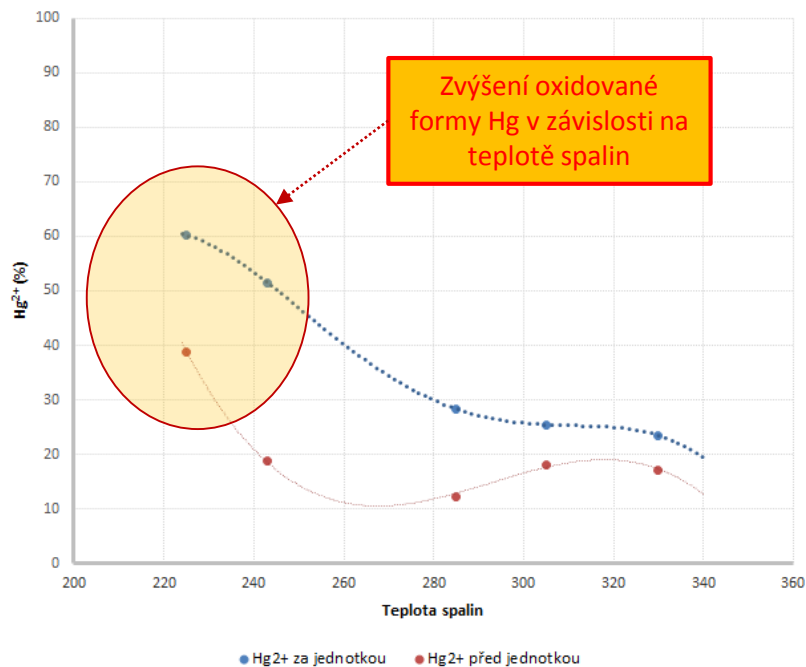
Projekt THETA - TK 01020101 - **Snížení koncentrací Hg, HCl a HF z velkých průmyslových zdrojů**

Obsah projektu

- Výzkum oxidace Hg na vrstvě katalyzátoru při nižších teplotách – za EO
- Výzkum zachytu Hg, HCl a HF na pevných sorbentech – fluidní kotel – Golem – 500 kW, ČVUT
- Výzkum distribuce Hg v absorbéru mokré metody odsíření spalin
- Výzkum zachytu Hg na různých typech odlučovačů popílků a distribuce Hg ve fluidním kotli se stacionární fluidní vrstvou

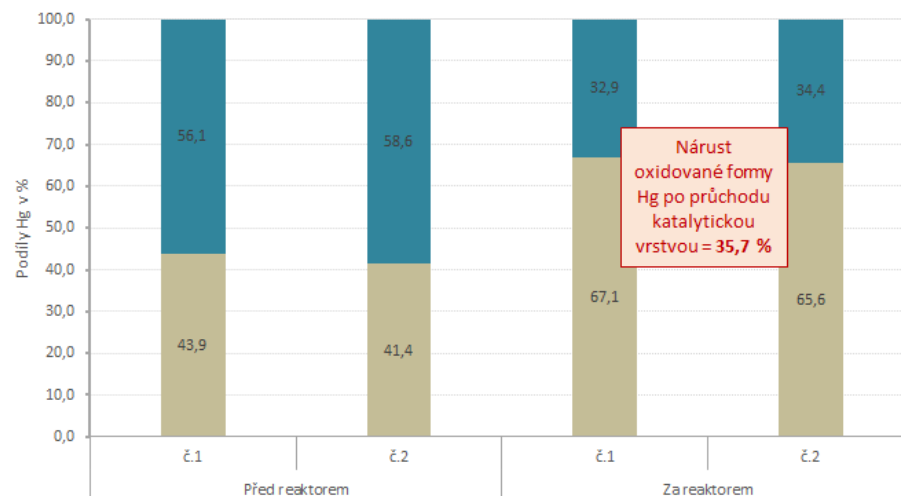
Balíček č. 1 - Výzkum oxidace Hg na vrstvě katalyzátoru při nižších teplotách

- Důvodem výzkumu bylo potvrzení vyšší oxidace Hg na vrstvě katalyzátoru v závislosti na teplotě spalin.
- Testováno při teplotách **220 – 330°C** – ukončený projekt TAČR TA04020723



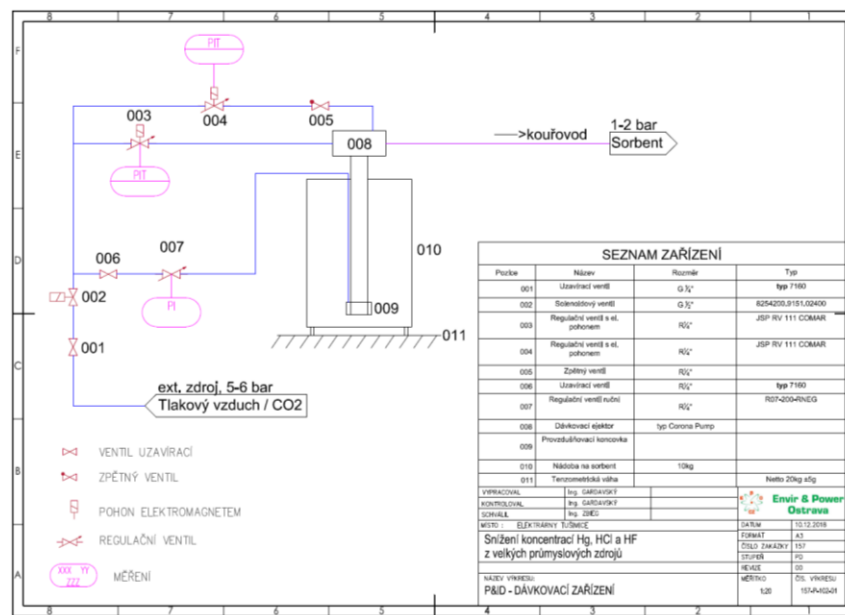
Balíček č. 1 - Výzkum oxidace Hg na vrstvě katalyzátoru při nižších teplotách

- Poloprovozní jednotka přesunuta z místa v zádním tahu kotle za EO
- V uvedeném místě jsou dostatečné teploty pro výzkum nízkoteplotní oxidace, tedy 150 – 170°C
- Uskutečněno první měření – 2x před a 2x za katalyzátorem pomocí metody Ontario Hydro – „horké zkoušky“

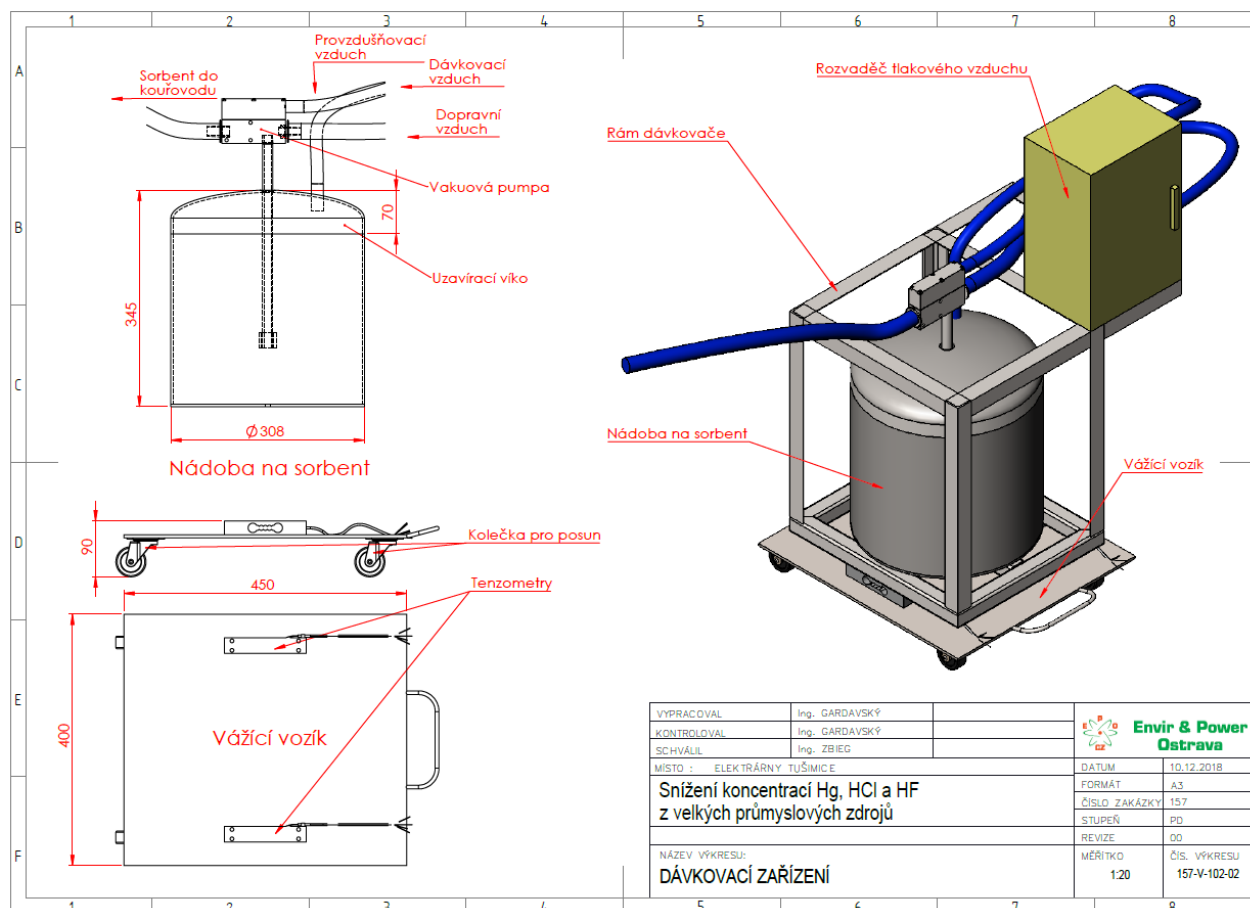


Balíček č. 2 - Výzkum záchytu Hg, HCl a HF na pevných sorbentech – fluidní kotel – Golem – 500 kW

- Výběr vhodných sorbentů určených pro záchyt Hg, HCl a HF
 - Vybrány sorbenty na provedení testu se záchytem Hg, HCl a HF
 - Zeolity, modifikované zeolity a vápenné sorbenty
- Návrh a realizace dávkovacího zařízení na experimentální fluidní kotel na ČVUT



Balíček č. 2 - Výzkum zachytu Hg, HCl a HF na pevných sorbentech – fluidní kotel – Golem – 500 kW

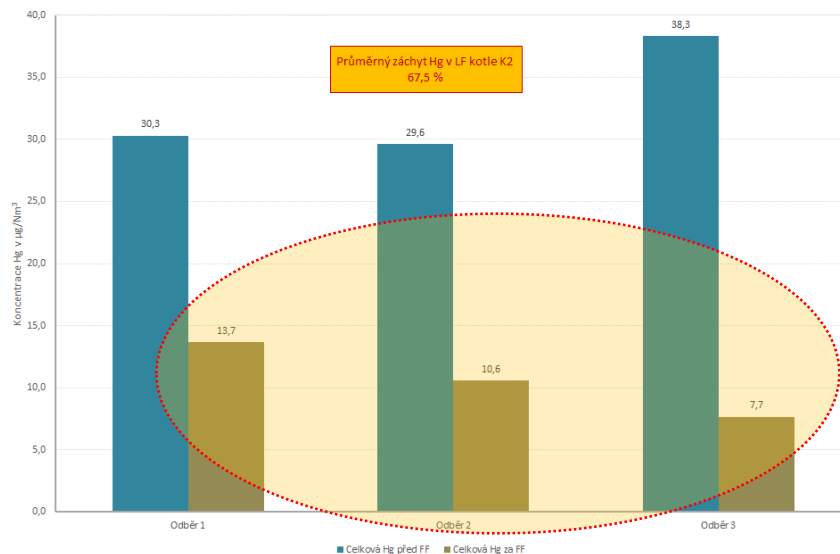
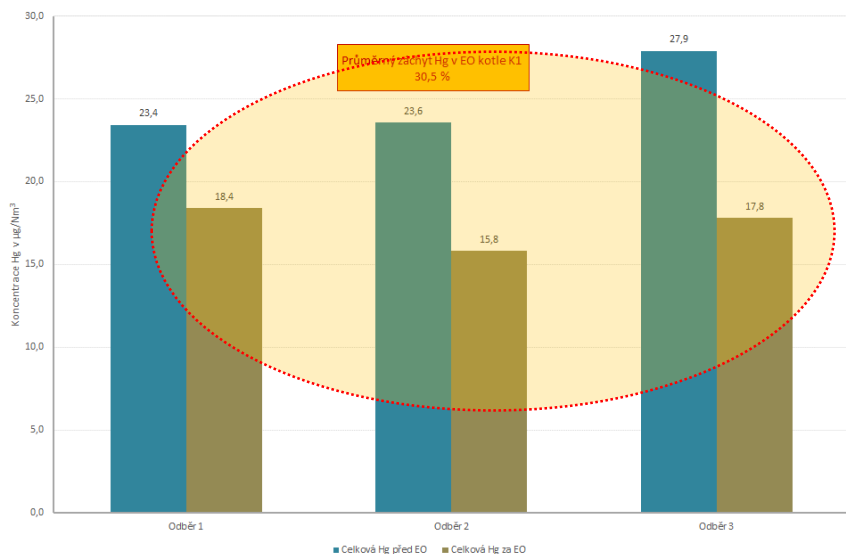


Balíček č. 4 - Výzkum záchytu Hg na různých typech odlučovačů

- Výzkum proveden na zdroji spalující uhlí z dolu Nástup Tušimice
- **Kombinace zdroje**
 - Práškový kotel + EO
 - Práškový kotel + LF
 - Pro odsíření spalin využito mokré metody
- Výzkum vlivnosti typu odlučovače popílku byl proveden pomocí metody Ontario Hydro, měření před i za a pomocí analýz odebraných vzorků popílku

Balíček č. 4 - Výzkum zachytu Hg na různých typech odlučovačů

30 % navýšení
zachytu Hg



Průměrná koncentrace Hg v popílku z:

- Kotel s EO **0,25 mg/kg_{suš}** (Průměrná kon. Hg v palivu 0,15 mg/kg_{suš})
- Kotel s LF **0,70 mg/kg_{suš}**

Obsah řešení projektu v roce 2019

Balíček č. 1 – Nízkoteplotní oxidace – Hlavním cílem bude realizace několika měření při různých teplotách spalin a ověření zvýšení oxidace Hg.

Balíček č. 2 – Snížení koncentrace Hg, HCl a HF pomocí pevných sorbentů – Experimentální testy s dávkováním pevných sorbentů jednak do fluidního lože, ale předně do kouřovodu vedoucím z fluidního kotle – zeolity, vápenné sorbenty – výzkum bude proveden na ČVUT – 500 kW fluidní kotel

Balíček č. 3 – Výzkum na absorbéru mokré metody odsíření spalin a výzkum sádrovcové suspenze, cílem je pochopení procesu reemise Hg.

Balíček č. 4 – Výzkum distribuce Hg při využití kombinace technologií odprášení spalin a distribuce Hg ve fluidním kotli – pokračování měření

Výzkumné projekty - MŠMT

Centra výzkumu nízkouhlíkových energetických technologií (Bio-CCS/U)

Obsah projektu:

Výzkum je specificky zaměřen na oxy-fuel spalování různých druhů biopaliv ve fluidní vrstvě, které se z pohledu nových zařízení jeví jako nejperspektivnější, a na celý technologický řetězec s ním spojený, včetně výroby kyslíku.

Dalším klíčovým výzkumným směrem je oxy-zplyňování biomasy s minimalizací produkce CO_2 .

Posledním klíčovým směrem jsou technologie využití zachyceného CO_2 z oxy-fuel spalování pro výrobu kapalných biopaliv

Výzkumné projekty - MŠMT

Centra výzkumu nízkouhlíkových energetických technologií (Bio-CCS/U)

Rozdělení:

WP1: Oxy-fuel spalování biomasy ve fluidní vrstvě

WP2: Progresivní metody zplyňování a pyrolýzy biomasy s potlačenou tvorbou CO₂

WP3: Využití CO₂ a syntézních plynů k produkci cenných chemických látek a biopaliv 3. a 4. generace

WP4: Příprava biomasy pro technologie oxy-fuel spalování a zplyňování

WP5: Efektivní čištění CO₂ kondenzačními procesy

WP6: Matematické modelování a numerická simulace procesů oxy-fuel spalování biomasy ve fluidní vrstvě

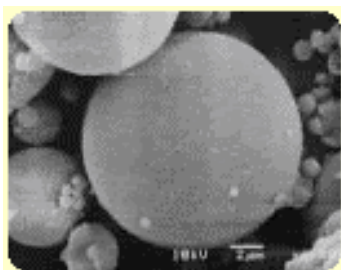
Projekt Epsilon - CVŘ

- **Projekt EPSILON** - TH03030335 - Snižování emisí polutantů v plynech a vodných roztocích pomocí zeolitů a jejich kompozitů – 01/2018 – 12/2020
 - *Vývoj a test nových sorpčních materiálů na bázi zeolitu*
 - *Návrh technologie dávkování a možnosti aplikace v reálném provozu*
- **Partnři projektu** – CVŘ, Zeocem, AV EKO-Color, ČEZ EP, VŠCHT, Perloza, ÚJV.
- **Vývoj a testování následujících sorbentů:**
 - Přírodní zeolit – pevný anorganický sorbent (minerál)
 - Modifikace zeolitu
 - Syntetický zeolit – pevný anorganický sorbent (produkt hydrotermální alterace) - připravovány ze zdrojového materiálu (elektrárenského popílku) metodou termální alterace v zásaditém prostředí.

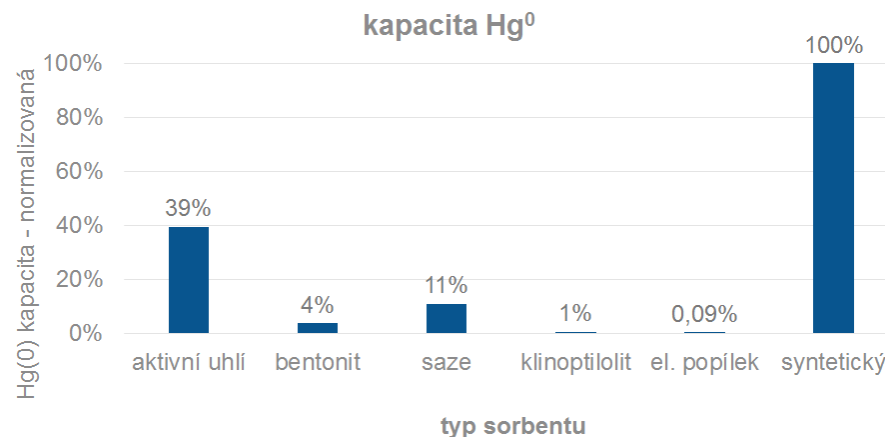
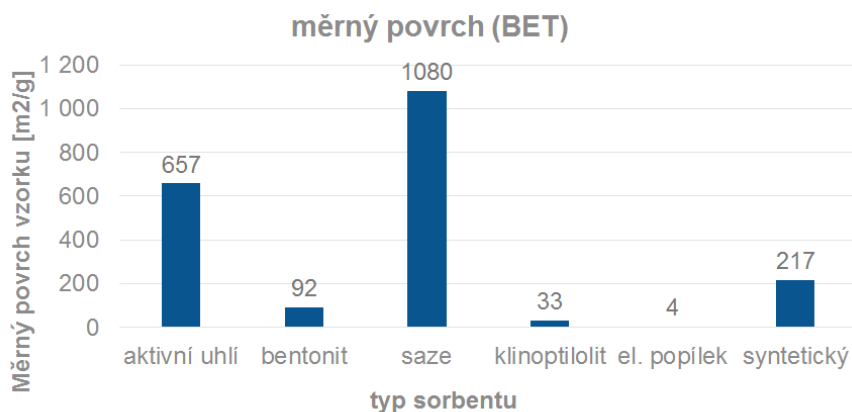
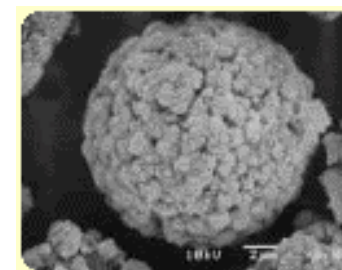


Projekt Epsilon - CVŘ

- Doposud bylo v rámci projektu syntetizováno 66 zeolitů
- Bylo provedeno 39 sorpčních experimentů v umělé atmosféře
- **Výsledky:** termální alternací a následným promytím elektrárenského popílku lze násobně zvýšit jeho sorpční kapacitu pro elementární rtuť (až 1000krát).



Elektrárenský popílek → Syntetický zeolit



Děkuji za pozornost

L. Pilař lukas.pilar@fs.cvut.cz

Z. Vlček zdenek.vlcek@ujv.cz

J. Opatřil jan.opatril@ujv.cz

Při zpracování příspěvku byly využity poznatky získané při řešení projektů TAČR
číslo TA04020723, TA01020101, TH 02030149