



Ministerstvo financí
České republiky

 **norway**
grants

Výzkum vysokoteplotní sorpce CO₂ ze spalin s využitím karbonátové smyčky

NF-CZ08-OV-1-005-2015

Hitecarlo



**VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE**



**ČESKÉ
VYSOKÉ
UČENÍ
TECHNICKÉ
V PRAZE**



Hlavní řešitel:



Vysoká škola chemicko-
technologická v Praze (VŠCHT)

- Fakulta technologie ochrany prostředí

Partneři:



České vysoké učení technické
(ČVUT)

- Fakulta strojní



ÚJV Řež, a.s. (ÚJV)

Nejvýznamnější doposud řešené projekty z oblasti zachycování a ukládání CO₂:

- Výzkum a vývoj metod a technologií zachytu CO₂ ze spalin a návrh technického řešení pro podmínky v ČR (ÚJV + VŠCHT)
- Nízkoemisní energetický systém se zachytem CO₂ před spalováním (ÚJV + VŠCHT)
- Vývoj a optimalizace metodik pro výzkum bezpečnostních bariér pro ukládání CO₂ jako jednoho ze základních způsobů snižování obsahu skleníkových plynů v atmosféře (ÚJV + ČGS + VŠCHT)
- Výzkum a vývoj metod a technologií zachycování CO₂ v elektrárnách na fosilní paliva a ukládání do geologických formací v podmínkách ČR (ÚJV + ČVUT + ČGS)
- Výzkum Oxyfuel spalování ve stacionární fluidní vrstvě pro CCS technologie (ČVUT + ÚJV)

Společné pracoviště na výzkum procesu čištění spalin z hnědého uhlí



- založeno v r. 2009 v Elektrárně Prunéřov II pro výzkum procesu odsíření spalin
- zakládající organizace: ČEZ + VŠCHT
- v r. 2013 působnost pracoviště rozšířena na výzkum procesu dekarbonatace spalin
- dalším partnerem ÚJV Řež

Společné pracoviště Prunéřov pro výzkum absorpčních metod čištění spalin



- bezvýplňová pračka
- spalinový ventilátor s možností regulace výkonu
- max. průtok spalin: 2500 m³/hod.
- membránové čerpadlo abs. kapaliny s možností regulace výkonu
- max. průtok abs. kapaliny: 7 m³/hod.
- tři nástřiková patra s možností regulace nástřiku
- objem nádoby pro abs. kapalinu: 0,5 m³

Společné pracoviště Prunéřov pro výzkum adsorpčních metod čištění spalin



- rotační karuselový adsorbér s 6 válci naplněnými vhodným adsorbentem
- 3 ventilátory s možností regulace výkonu
- max. průtok spalin: 40 m³/hod.
- termická regenerace nasyceného adsorbentu
- max. průtok regeneračního plynu: 40 m³/hod.
- chladicí okruh s vlastním ventilátorem
- objem adsorbérů: 6 x 20 dm³

Zařízení pro spalování paliv ve fluidní vrstvě na FS ČVUT



Hlavní důvody podání projektu vysokoteplotní karbonátové smyčky v rámci NF



- tato problematika zatím nebyla ani u jednoho z partnerů předmětem systematického výzkumu
- jedná se o progresivní technologii s možností dosažení vysoké účinnosti dekarbonatace spalin
- v ČR jsou k dispozici velké potenciální zásoby vhodných odsiřovacích materiálů využitelných v procesu vysokoteplotní karbonátové smyčky
- technologie je ve stádiu výzkumu a vyžaduje řešení celé řady technických problémů

Základy procesu vysokoteplotní karbonátové smyčky

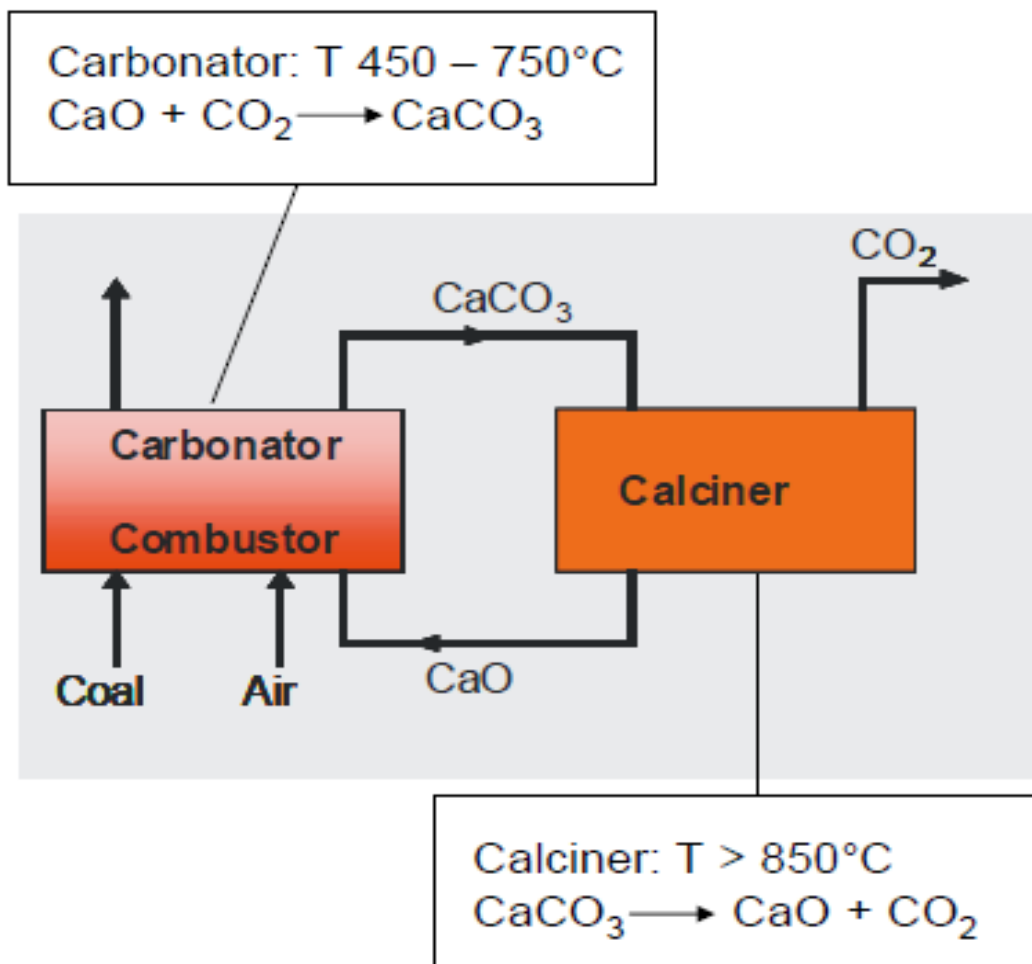
- odstraňování CO₂ ze spalin probíhá jeho chemickou reakcí s CaO (MgO) za vysokých teplot



- regenerace adsorpčního materiálu se provádí zahřátím nad teplotu rozkladu vápence



Schématické znázornění procesu vysokoteplotní karbonátové smyčky



Výzkumná pracoviště zabývající se problematikou vysokoteplotní karbonátové smyčky

- Canmet Energy, Kanada: $75 \text{ kW}_{\text{th}}$, 2 fluidní reaktory, průměr 10 cm, výška 5 m
- Universita Stuttgart, Německo: $200 \text{ kW}_{\text{th}}$, 2 fluidní reaktory, průměr 21 cm, výška 10 m
- Instituto Nacional del Carbón, Elektrárna La Pereda, Španělsko: $1,7 \text{ MW}_{\text{th}}$, 2 fluidní reaktory, průměr 70 cm, výška 15 m
- Universita Darmstadt, Německo: 1 MW_{th} , 2 fluidní reaktory, průměr 60/40 cm, výška 8,6/11,4 m

- intenzivnější přestup tepla a hmoty ve srovnání se stacionární vrstvou
- menší velikost zařízení
- stejná teplota v celém prostoru reaktoru
- možnost separace těžších částic síranu vznikajících konkurenční reakcí SO_2 s adsorbentem

- složitější regulace procesu
- je nutné použít sorbent o velikosti částic v malém rozmezí hodnot
- vyšší otěr částic sorbentu = vyšší nároky na mechanickou pevnost
- možnost únosu sorbentu ze zařízení (je nutné použít cyklony)

- testování vysokoteplotní technologie odstraňování CO₂ ze spalin pomocí karbonátové smyčky v laboratorním měřítku a návrh pilotního zařízení s fluidní vrstvou adsorbentu
- posouzení vhodnosti různých vápenců z českých lokalit pro použití v procesu vysokoteplotní karbonátové smyčky
- výběr optimálních materiálů a určení podmínek procesu
- zpracování dokumentace pro stavbu pilotní jednotky s fluidní (stacionární) vrstvou sorbentu

- analýza současného stavu výzkumu a vývoje v oblasti technologií vysokoteplotní karbonátové smyčky
- experimentální výzkum procesu karbonátové smyčky a vhodných adsorbentů v laboratorním měřítku s použitím modelových plynů
- návrh koncepce pilotního zařízení pro výzkum zachytu CO₂ ze spalin s použitím vysokoteplotní karbonátové smyčky
- zpracování dokumentace pro stavbu pilotního zařízení na výzkum zachytu CO₂ ze spalin procesem vysokoteplotní karbonátové smyčky

Činnosti plánované v návrhu projektu:

1. Specifikace hlavních nedořešených problémů záchytu CO₂ ze spalin procesem vysokoteplotní sorpce.
2. Výběr, vymezení a zdůvodnění problémů pro řešení v rámci navrhovaného projektu. Upřesnění věcné náplně projektu a dílčích cílů řešení projektu.

Aktivitu řeší a za výstupy odpovídá ÚJV, spolupráce VŠCHT.
Výstupem aktivity bude výzkumná zpráva.

Experimentální výzkum karbonátové smyčky a vhodných sorbentů v lab. podmínkách

1. Testování různých druhů vápenců z pohledu možného použití ve vysokoteplotní karbonátové smyčce. Bude vyšetřována minimální teplota rozkladu na CaO, změna povrchu CaO s teplotou (sintrace CaO) a reaktivita CaO s CO₂ za různých teplot.
2. Výběr optimálních vápenců pro další testování v laboratorním zařízení představujícím vysokoteplotní karbonátovou smyčku, stanovení optimálních pracovních podmínek vysokoteplotní karbonátové smyčky.
3. Návrh a sestavení fluidní laboratorní aparatury modelující vysokoteplotní karbonátovou smyčku pracující s modelovým plynem N₂ + CO₂.

Experimentální výzkum karbonátové smyčky a vhodných sorbentů v lab. podmínkách



4. Ověření činnosti laboratorní aparatury. Testování vybraných adsorbentů.
5. Vyhodnocení výsledků testů a stanovení optimálních pracovních parametrů pro vysokoteplotní karbonátovou smyčku.
6. Předběžný odhad ekonomie karbonátové smyčky.

Aktivitu řeší a za výstupy odpovídá VŠCHT Praha.

Výstupem řešení bude Souhrnná výzkumná zpráva za laboratorní výzkum.

Koncepce pilotního zařízení pro zachyt CO_2 v poloprovozních podmínkách

1. Výzkum a výběr koncepce pilotního zařízení pro výzkum vysokoteplotní sorpce CO_2 ze spalin s využitím karbonátové smyčky.
2. Předběžné principiální schéma adsorpčně-desorpčního systému, předběžné návrhy hlavních a pomocných komponent. Základní dimenzování systému, předběžné chemické a teplotnické výpočty ve vazbě na energetický zdroj.
3. Výpočty základního chemismu celého systému vysokoteplotní sorpce, porovnání výpočtů s laboratorními testy, bilanční výpočty hmotnostních a energetických toků pracovních a pomocných medií.

Koncepce pilotního zařízení pro zachyt CO_2 v poloprovozních podmínkách

4. Matematický model fluidního systému vysokoteplotní sorpce. Výpočty fluidního systému se zohledněním různých fyzikálně-chemických charakteristik vybraných sorbentů.
5. Návrh měřených veličin, způsobu měření a způsobu vyhodnocování a vizualizace měřených dat.
6. Návrh řízení a bezpečného provozu pilotního zařízení.

Na řešení aktivity se podílí ÚJV, ČVUT i VŠCHT. Za řešení odpovídá koordinátor projektu.

Výstupem bude souhrnná výzkumná zpráva za aktivitu včetně průvodní výpočtové a projektové dokumentace.

Dokumentace pro výrobu a výstavbu pilotního zařízení karbonátové smyčky

1. Zpracování projektové a konstrukční dokumentace pro výstavbu pilotního zařízení.
2. Návrh měřících míst a požadavků na vlastnosti snímačů.
3. Zpracování zadávací dokumentace pro rozvaděč řízení a ovládání pilotního zařízení a dokumentace pro propojení s uživatelským rozhraním v PC.
4. Vývoj řídicího softwaru a softwaru pro vyhodnocování a vizualizaci měřených dat.
5. Dokumentace pro montáž a oživení základních funkcí pilotního zařízení.

Za plnění aktivity odpovídá ÚJV.

Výstupem aktivity bude Souhrnná výzkumná zpráva a kompletní výkresová dokumentace pro výstavbu pilotního zařízení.

- Celkový rozpočet: 19,3 mil. CZK
- Dotace z NF: 14,3 mil. CZK
- Vlastní prostředky: 5 mil. CZK

Rozdělení finanční podpory:

- VŠCHT: 6,7 mil. CZK
- ČVUT: 2,8 mil. CZK
- ÚJV: 4,9 mil. CZK

Projektový manager: Karolína Friessová (VŠCHT)

Karolina.Friessova@vscht.cz

Hlavní řešitel: Karel Ciahotný (VŠCHT)

Karel.Ciahotny@vscht.cz

Vedoucí řešitelé u partnerských organizací:

Jan Hrdlička (ČVUT)

Jan.Hrdlicka@fs.cvut.cz

Olga Ubrá (ÚJV)

ubr@ujv.cz

- Webové stránky <http://hitecarlo.vscht.cz>
- Účasti na konferencích:
 - ICCT 2015, Mikulov (duben 2015)
 - TCCS Trondheim (červen 2015)
 - Konference ERIN, Monínec (květen 2015)
 - Konference Kotle a Energetická zařízení (březen 2016)
 - Konference ICCT 2016, Mikulov (duben 2016)
- Publikace výsledků řešení projektu v odborných časopisech
- Informace pro širokou veřejnost: Noc vědců, Dny otevřených dveří a další akce



Ministerstvo financí
České republiky



**Řešitelé projektu upřímně děkují
norské straně za finanční podporu
poskytnutou na řešení projektu**

<http://hitecarlo.vscht.cz>



**VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE**



**ČESKÉ
VYSOKÉ
UČENÍ
TECHNICKÉ
V PRAZE**

