



# Studie pilotních technologií CCS pro uhelné zdroje v ČR

Tomáš Dlouhý  
Ústav energetiky, Fakulta strojní ČVUT v Praze

8. 4. 2015 Zahajovací konference programu CZ08 Norských fondů 2009-2014



# Představení projektu

## program

CZ08 – Zachycování a ukládání oxidu uhličitého

## Číslo a název projektu

**NF-CZ08-OV-1-003-2015**

**Studie pilotních technologií CCS pro uhelné zdroje v ČR**

## doba realizace

1. 1. 2015 – 30. 4. 2016

## celkový rozpočet

12 986 047 Kč

## zprostředkovatel

Ministerstvo financí ČR

## financování/podpora

Financováno z Norských fondů 2009-2014

## hlavní partner/řešitel projektu

ČVUT v Praze (doc. Tomáš Dlouhý)

## další partneři projektu

ÚJV Řež, a.s. (dr. Lukáš Pilař), SINTEF ER (dr. Jana P. Jakobsen)



# Partneři projektu Ústav energetiky, FS ČVUT v Praze

- výuka v bakalářském, magisterském a doktorském programu
- výzkum a vývoj
  - klasické energetika
  - jaderná energetika
  - průmyslová a decentralizovaná energetika
- spolupráce s průmyslem

## Zkušenosti s výzkumem CCS

- spoluřešitel projektu TIP „Výzkum a vývoj metod a technologií zachycování CO<sub>2</sub> v elektrárnách na fosilní paliva a ukládání do geologických formací v podmínkách ČR“
- hlavní řešitel projektu TAČR „Výzkum oxyfuel spalování ve stacionární fluidní vrstvě pro CCS technologie“

### 10 kW oxyfuel BFB testovací zařízení





# Partneři projektu ÚJV Řež, a. s.

- Akciová společnost zabývající se výzkumnou a inženýrskou činností
- Majoritním vlastníkem společnosti je skupina ČEZ

## Poskytuje

- Inženýrskou, projekční, analytickou a vědeckou podporu při provozu a nové výstavbě nových energetických zařízení včetně jaderných
- Komplexní a systémové VaV služby zejména v oblasti využití jaderné energie a zdrojů ionizujícího záření

## Energetika

- Studie proveditelnosti
- Projektování nových zdrojů
- Posuzování vlivu na životní prostředí (EIA)
- Kvalifikace zařízení na podmínky vnějšího prostředí
- Inženýring
- Autorský dozor
- Diagnostika, měření
- Dodávky zařízení
- Bezpečnostní dokumentace
- Technická podpora a údržba JE
- Hodnocení pevnosti a životnosti
- Optimalizace palivových vsázek
- Nedestruktivní kontroly
- Nakládání s RAO
- Vyřazování z provozu

## Radiofarmaka

- Výzkum a vývoj radiofarmak
- Výroba radiofarmak
- Laboratoř kontroly kvality, mikrobiologická kontrola
- Laboratoř biologického testování

## Výzkum a vývoj

- Jaderná bezpečnost
- Integrita komponent
- Nedestruktivní zkoušky
- Prodlužování a řízení životnosti elektráren
- Výzkum a zkoušky materiálů
- Hlubinné úložiště
- Centrální analytická laboratoř
- Vodíkový program
- Reaktory IV. generace
- Fluoridová chemie



# Partneři projektu ÚJV Řež, a. s.

## Výzkum v oblasti CCS technologií

- Výzkum a vývoj metod a technologií zachycování CO<sub>2</sub> v elektrárnách na fosilní paliva a ukládání do geologických formací v podmínkách ČR – (2009 – 2013)
  - Oxy Fuel
  - Post – combustion
- Výzkum oxyfuel spalování ve stacionární fluidní vrstvě pro CCS technologie – (2014 – 2017)
- Výzkum vysokoteplotní sorpce CO<sub>2</sub> ze spalin s využitím karbonátové smyčky – (2015-2016) – financována z Norských fondů 2009-2014



SINTEF



## Partneři projektu – SINTEF ER

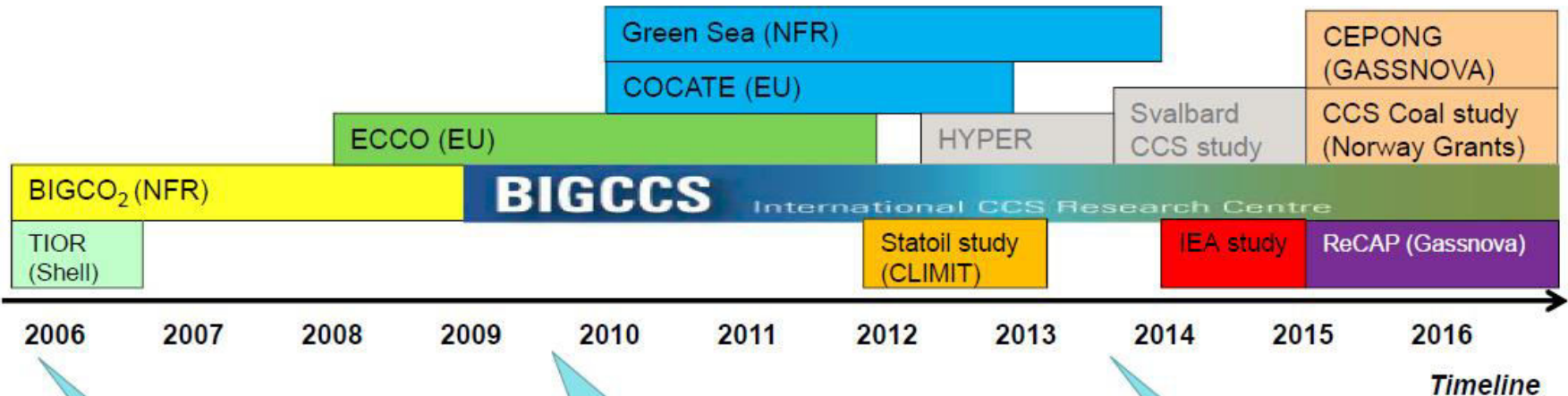
### SINTEF ER – SINTEF Energy Research

- smluvní výzkumný ústav skupiny SINTEF
  - největší nezávislá nekomerční výzkumná organizace ve Skandinávii
- lídr v oblasti poskytování RTD výzkumu v rámci energetických procesů v Norsku
- koordinátor národních i mezinárodních projektů
  - BIGCCS (<http://bigccs.no/>)
  - CenBio (<http://www.sintef.no/projectweb/cenbio/news/>)
  - DECARBIT (<http://www.sintef.no/projectweb/decarbit/>)
  - ECCO (<http://www.sintef.no/projectweb/ecco/>)
  - IMPACT (<http://www.sintef.no/projectweb/impacts/>) atd.
- hlavní výzkumné zaměření
  - analýzy a hodnocení energetických řetězců od primárních zdrojů, přes výrobu, transport, přenos, konverze či distribuce.



# Partneři projektu – SINTEF ER

## Projekty technicko-ekonomického hodnocení realizované SINTEF ER - Vývoj metodiky a nástroje iCSS



VISION

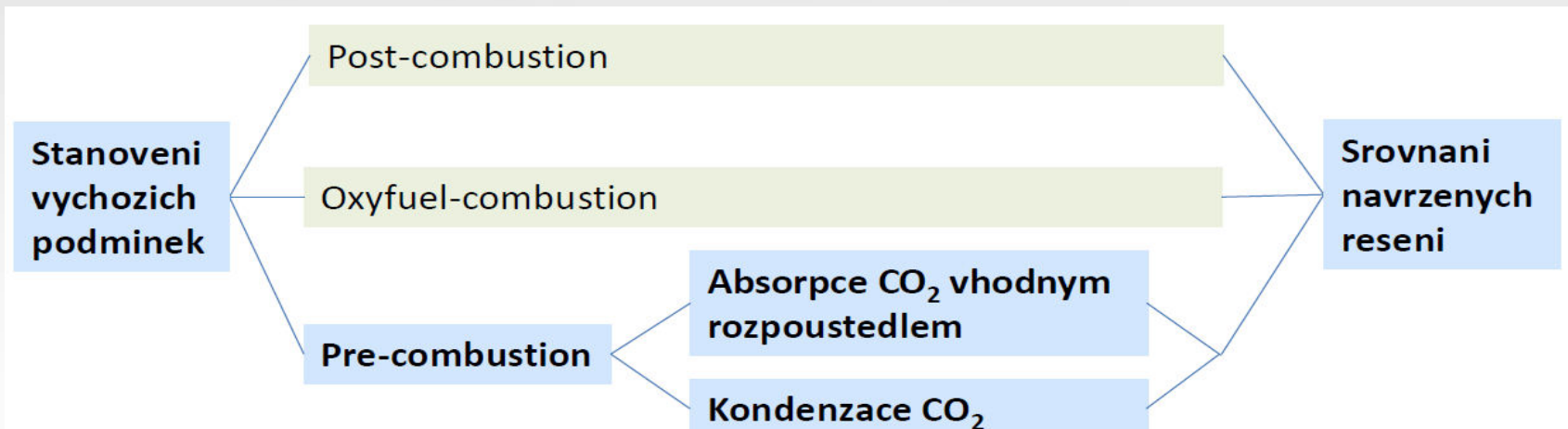
METHODOLOGY

TOOL



# Cíl projektu

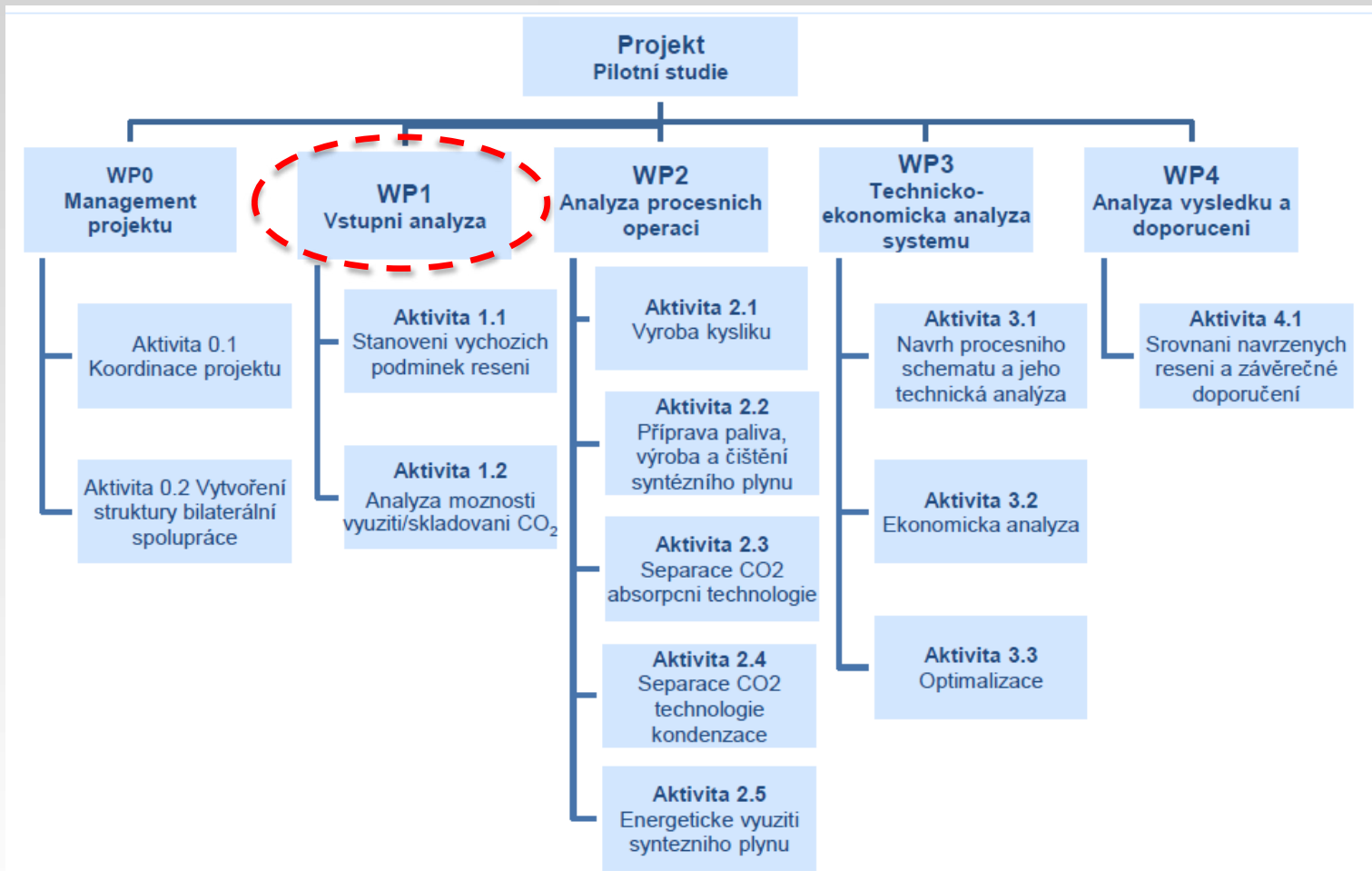
- komplexní technicko-ekonomické porovnání tří základních technologií pro separaci CO<sub>2</sub> z uhelných energetických bloků v podmínkách ČR
  - postcombustion
  - oxyfuel
  - **Precombustion**
- Posílení bilaterální spolupráce mezi ČR a Norskem v rámci oblasti technicko-ekonomického posouzení CCS







# Struktura projektu





# Aktivity a jejich zajištění

WP	Název aktivity	ČVUT	ÚJV ŘEŽ	SINTEF ER
<b>WP0</b>	<b>Management projektu</b>			
Aktivita 0.1	Koordinace projektu	X	X	X
Aktivita 0.2	Tvorba struktury pro bilaterální spolupráci	X	X	X
<b>WP1</b>	<b>Vstupní analýza</b>			
Aktivita 1.1	Stanovení výchozích podmínek řešení	X	X	
Aktivita 1.2	Analýza možnosti využití/skladování CO <sub>2</sub>	X		
<b>WP2</b>	<b>Techno-ekonomická analýza systému</b>			
Aktivita 2.1	Výroba kyslíku	X		
Aktivita 2.2	Příprava paliva, výroba a čištění syntézního plynu	X	X	
Aktivita 2.3	Separace CO <sub>2</sub> -technologie, Absorpce CO <sub>2</sub>	X	X	
Aktivita 2.4	Separace CO <sub>2</sub> - technologie kondenzace CO <sub>2</sub>	X		X
Aktivita 2.5	Energetické využití bohatého syntézního plynu (H <sub>2</sub> )	X	X	



# Aktivity a jejich zajištění

WP	Název aktivity	ČVUT	ÚJV ŘEŽ	SINTEF ER
<b>WP3</b>	<b>Techno-ekonomická analýza systému</b>			
Aktivita 3.1	Návrh procesního schématu a jeho analýza	X	X	
Aktivita 3.2	Ekonomická analýza	X	X	
Aktivita 3.3	Optimalizace	X	X	X
<b>WP4</b>	<b>Analýza výsledků a doporučení</b>			
Aktivita 4.1	Srovnání navržených řešení a závěrečná doporučení	X	X	



# Harmonogram řešení

Aktivita/Indikátor	2015				2016		Deadline
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	
WP0: Management Projektů							
Závěrečná zpráva projektu						◆	30.4.2016
Veřejný seminář ČVUT - úvodní	◆						30.6.2015
Veřejný seminář SINTEF - bilaterální				◆			31.12.2015
Veřejný seminář ÚJV - závěrečný						◆	30.4.2016
WP1: Vstupní analýza							
Výzkumná zpráva WP1		◆					30.4.2015
Prezentace výsledků WP1 na konferenci v ČR		◆					30.10.2015
WP2: Analýza klíčových operací systému pre-combustion							
Výzkumná zpráva WP2					◆		31.12.2015
Prezentace výsledků WP2 na mezinárodní konferenci Trondheim		◆					31.3.2016
WP3: Techno-ekonomická analýza systému pre-combustion							
Výzkumná zpráva WP3					◆		31.1.2016
Prezentace výsledků WP3 na konferenci v ČR			◆				31.3.2016
Podaný manuskript článku do recenzovaného časopisu - mezinárodní					◆		31.3.2016
Autorizovaný software						◆	31.3.2016
WP4: Analýza výsledku a doporučení							
Výzkumná zpráva WP4					◆		31.3.2016
Podaný manuskript článku do recenzovaného časopisu - český					◆		31.3.2016



# WP1-vstupní analýza

## cíle aktivity

- shrnutí hlavních výsledků přechozího projektu **FR-TI1/379**
- stanovení vstupních a okrajových podmínek pro technicko-ekonomickou analýzu systému pre-combustion (klíčové aktivity WP2 a WP3)
- provedení základní studie možností využití separovaného CO<sub>2</sub> (se zaměřením na průmyslovou aplikaci) v podmínkách České republiky



SINTEF



norway  
grants

# Projekt FR-TI1/379

## výzva

program aplikovaného výzkumu a vývoje MPO ČR TIP

## projekt

**FR-TI1/379 „Výzkum a vývoj metod a technologií zachycování CO<sub>2</sub> v elektrárnách na fosilní paliva a ukládání do geologických formací v podmínkách ČR“**

## doba realizace

1. 07. 2009 - 30. 6. 2013

## poskytovatel

Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR

## hlavní partner projektu

ÚJV Řež, a.s.

## další partneři projektu

Fakulta strojní ČVUT v Praze

Česká geologická služba



# Náplň projektu **FR-TI1/379**

- E1 **ANALÝZA SPALOVÁNÍ s O<sub>2</sub>** (Analýza vlivu vlastností paliva, způsobu spalování a použité technologie na vlastnosti spalin).
- E2 **METODY A TECHNOLOGIE** (Metody a technologie zachycování CO<sub>2</sub> ze spalin a návrh variant technologického řešení systému zachycování **postcombustion** a **oxyfuel**).
- E3 **MIGRACE A INTERAKCE CO<sub>2</sub>** (Migrace a interakce CO<sub>2</sub> s horninovým prostředím)
- E4 **RIZIKOVÁ ANALÝZA** (Metodiky rizikové analýzy pro hodnocení bezpečnosti ukládání CO<sub>2</sub> do geologických struktur).
- E5 **INTEGRACE DO TECHNOLOGIE** (Integrace technologie záchytu CO<sub>2</sub> do procesní technologie elektrárny).
- E6 **PŘIJATELNOST UKLÁDÁNÍ** (Hodnocení přijatelnosti ukládání CO<sub>2</sub> do geologického prostředí pro veřejnost)
- E7 **EKONOMICKÁ ANALÝZA** (Technicko-ekonomické posouzení nasazení systému CCS v elektrárně).



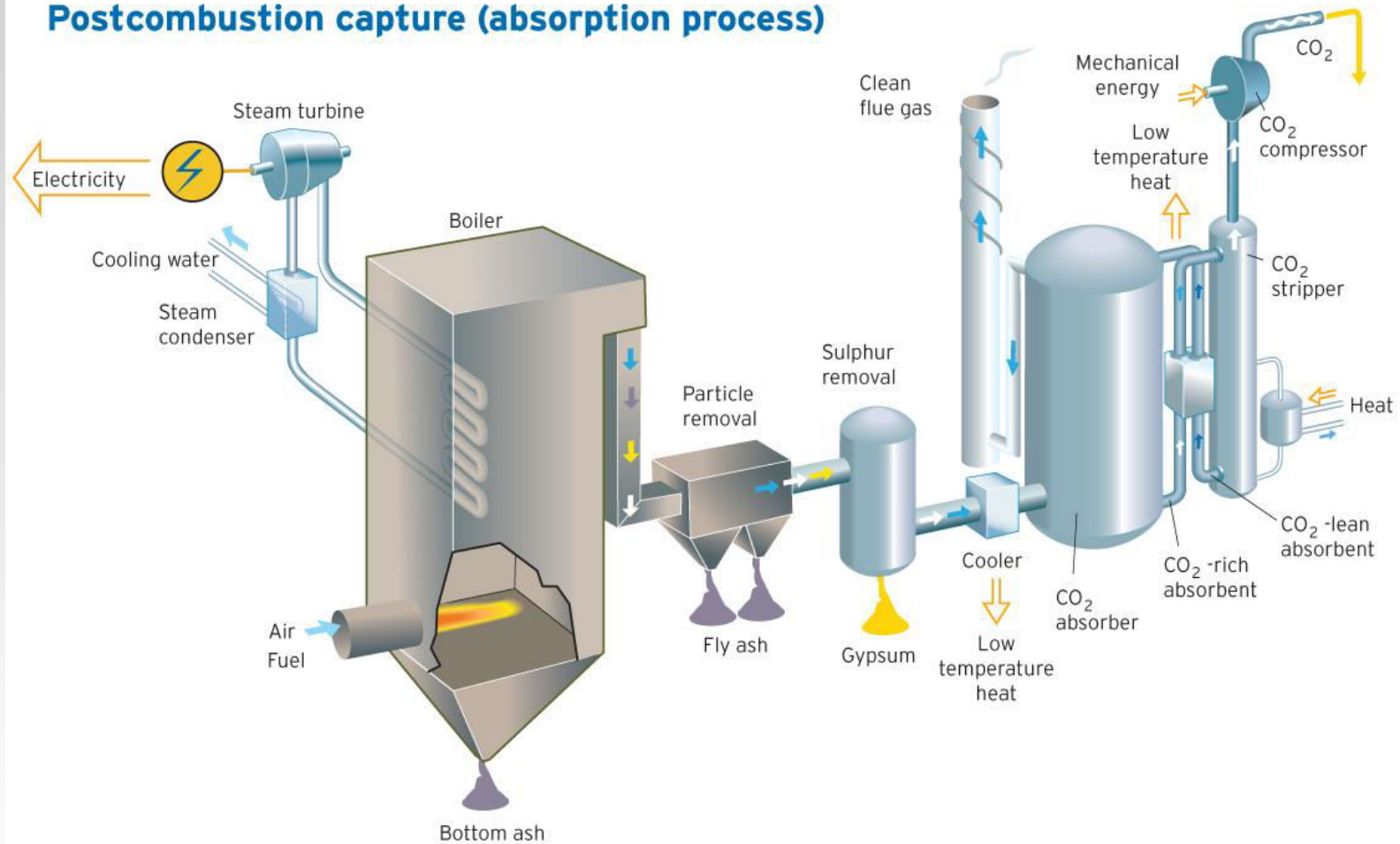
SINTEF



norway grants

# Post-combustion

## Postcombustion capture (absorption process)







# Post-combustion

- technologie připravena pro provozní nasazení
- komponenty jsou komerčně dostupné

## Výhody

- snadná aplikace u stávajících bloků – minimální zásah do jejich technologie

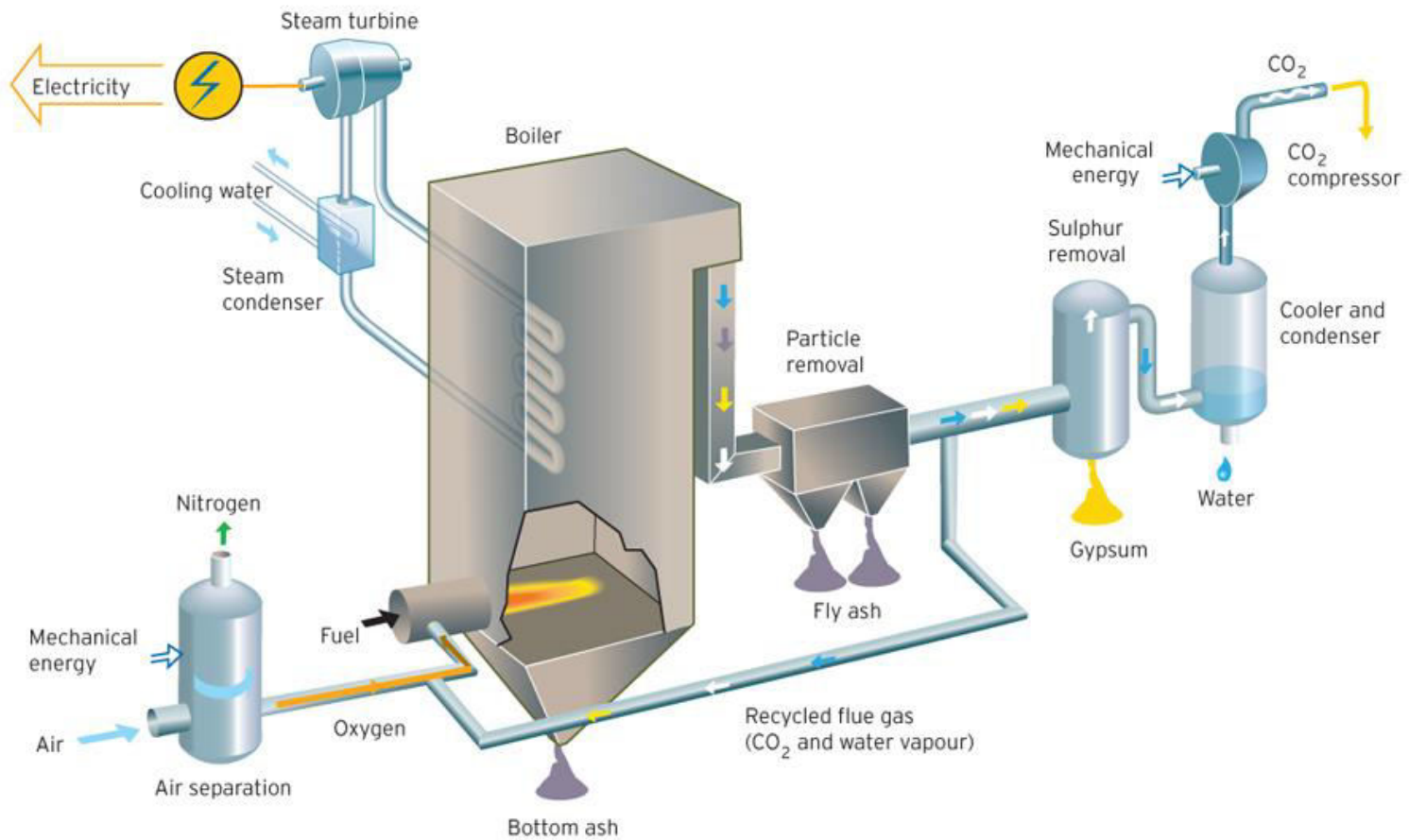
## Nevýhody

- značná energetická náročnost



# Oxyfuel

## Oxyfuel ( $O_2/CO_2$ recycle) combustion capture





SINTEF



norway  
grants

# Oxyfuel

- technologie realizována na úrovni pilotních jednotek
- vývoj komponent stále probíhá
  - výroba kyslíku
  - kotel pro spalování s kyslíkem

## Výhody

- nižší energetická náročnost

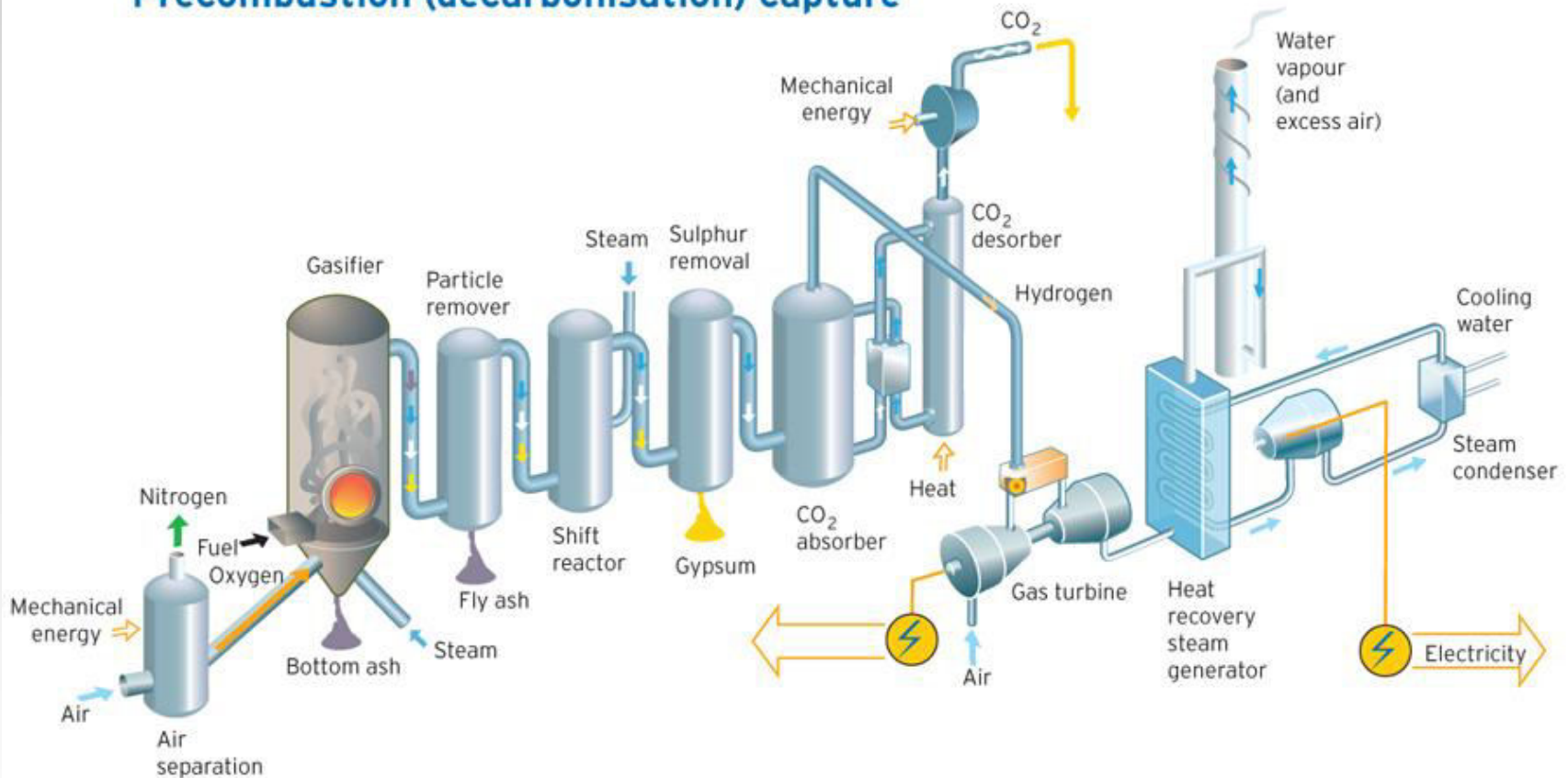
## Nevýhody

- obtížná aplikace u stávajících bloků



# Pre-combustion

## Precombustion (decarbonisation) capture





SINTEF



norway  
grants

# Pre-combustion

- pilotní jednotky ve výstavbě
- vývoj komponent stále probíhá
  - výroba kyslíku
  - separace CO<sub>2</sub> ze syngasu
  - vodíková turbína → palivové články

## Výhody

- potenciál pro dosažení vyšší účinnosti

## Nevýhody

- složitost technologie

# Publicita projektu

## – 1. pololetí 2015



- Úvodní seminář
  - **dne 10. dubna 2015** v Masarykově koleji, Thákurova 1, Praha 6
  - Zaměření semináře:
    - Představení projektu (cíle, postupy atd.)
    - Prezentace základních výstupů z aktivity WP1
- Konference
  - Mezinárodní konference ERIN
    - 4. – 6. května 2015, Monínek, ČR
    - [www.erin-conference.cz](http://www.erin-conference.cz)
  - Mezinárodní konference TCSS-8 Trondheim
    - 16. – 18. června 2015, Trondheim , Norsko
    - <http://www.sintef.no/projectweb/tccs-8>



SINTEF



norway  
grants

# Administrace projektu

projektový manažer - ČR

Monika Vitvarová

email: [monika.vitvarova@fs.cvut.cz](mailto:monika.vitvarova@fs.cvut.cz),

tel: 224 35 2526, 728 701 401



finanční manažer

Pavλίna Chánová

email: [pavlina.chanova@fs.cvut.cz](mailto:pavlina.chanova@fs.cvut.cz)

tel: 224 35 2544

web projektu

[www.czech-norway-pilotccs.cz](http://www.czech-norway-pilotccs.cz)

[www.czech-norway-pilotccs.com](http://www.czech-norway-pilotccs.com)

email projektu

[nfccc05@gmail.com](mailto:nfccc05@gmail.com)



SINTEF



norway  
grants

Děkujeme za pozornost!  
Obráťte se na nás s dotazy a připomínkami!



Tomáš DLOUHÝ, doc. Ing.  
FS ČVUT v Praze  
Technická 4,  
166 07 Praha 6

[tomas.dlouhy@fs.cvut.cz](mailto:tomas.dlouhy@fs.cvut.cz)

Tel: 224 35 2682



Jana P. JAKOBSEN, Ing. Ph.D.  
SINTEF ER GT  
Kolbjørn Hejes vei 1 A,  
Trondheim, Norway

[jana.p.jakobsen@sintef.no](mailto:jana.p.jakobsen@sintef.no)

Tel: +47 90 84 77 46



Lukáš PILAŘ, Ing. Ph.D.  
ÚJV Řež, a. s., EGP Praha  
Na Žertvách 2247/29,  
180 00 Praha 8

[lukas.pilar@ujv.cz](mailto:lukas.pilar@ujv.cz)

Tel: 227 133 515, 724 068 596