



**SINTEF**



# Ekonomické hodnocení CCS technologií

VITVAROVA Monika, DLOUHY Tomas, HAVLIK Jan

Úvodní seminář projektu NF-CZ08-OV-1-003-2015, dne 10. 4. 2015



# Ekonomická kritéria

- Nejčastěji se používají tyto kritéria
  - kritérium měrných výrobních nákladů na vyrobenou MWh - COE
  - kritérium středních měrných výrobních nákladů na MWh - LCOE
  - kritérium investiční náročnosti – CAPEX
  - kritérium nákladů na separovanou tunu CO<sub>2</sub> (Removal cost)
  - kritérium nákladů na vypuštěnou tunu CO<sub>2</sub> za první rok provozu zařízení (Avoided cost)
  - kritérium ročních provozních nákladů – OPEX
  - kritérium mezních investičních nákladů



# Ekonomické hodnocení projektů CCS - obecné předpoklady

- integrace technologie CCS
  - ❑ zvyšuje investiční náročnost EZ
  - ❑ zvyšuje provozní náklady EZ
    - ✓ spotřeba nových surovin
    - ✓ vyšší vlastní spotřeba tepla a elektřiny
  - ❑ vyvolává náklady na transport a ukládání CO<sub>2</sub>
- ekonomie CCS je klíčovou otázkou pro jeho zavedení



# Uhelný blok 250 MWe

- Posuzované varianty jsou:
  - **varianta A** – uhelná elektrárna bez CCS technologie – tzv. referenční
  - **varianta B1** – uhelná elektrárna s CCS technologií oxyfuel
  - **varianta B2** – uhelná elektrárna s CCS technologií oxyfuel a integrovanou WTA suškou uhlí
  - **varianta C** – uhelná elektrárna s CCS technologií post combustion – tzv. amoniaková metoda



# Provozní data

| Provozní parametr         | Jednotka | Posuzované varianty uhelné elektrárny |             |             |            |
|---------------------------|----------|---------------------------------------|-------------|-------------|------------|
|                           |          | Varianta A                            | Varianta B1 | Varianta B2 | Varianta C |
| Hrubý elektrický výkon    | MWe      | 250                                   | 262         | 262         | 238        |
| Čistý elektrický výkon    | MWe      | 236                                   | 168         | 170         | 163        |
| Spotřeba paliva           | t/h      | 214                                   | 217         | 202         | 214        |
| Separace oxidu uhličitého | t/h      | -                                     | 190         | 177         | 190        |
| Emise oxidu uhličitého    | t/h      | 211                                   | 26          | 24          | 21         |
| Spotřeba surové vody      | t/h      | 449                                   | 674         | 613         | 484        |
| Spotřeba vápence          | t/h      | 13,56                                 | 13,80       | 12,80       | 13,56      |
| Likvidace odpadních vod   | t/h      | 81                                    | 186         | 169         | 100        |

# Ekonomická data - provozní



SINTEF



norway  
grants

| Technické a ekonomické parametry                      | Hodnota | Jednotka    |
|---|---------|-------------|
| Provozní doba zařízení                                | 6300    | h/rok       |
| Životnost zařízení                                    | 25      | roků        |
| Doba výstavby zařízení                                | 4       | roky        |
| Cena paliva   | 360     | Kč/t        |
| Cena vápence  | 670     | Kč/t        |
| Cena emisní povolenky                                 | 6       | EUR/t       |
| Roční fixní náklady na pracovní sílu - provoz, opravy | 39 200  | tis. Kč/rok |
| Koeficient ostatních ročních fixních nákladů          | 1       | %           |
| Roční růst ceny + diskontní sazba                     |         |             |
| paliva  | 4       | %           |
| chemikálií (vody, vápence, kys. Atd.)                 | 2       | %           |
| emisních povolenek                                    | -       | %           |
| ostatních nákladů a výnosů                            | 1       | %           |
| diskontní sazba                                       | 8       | %           |

# CAPEX

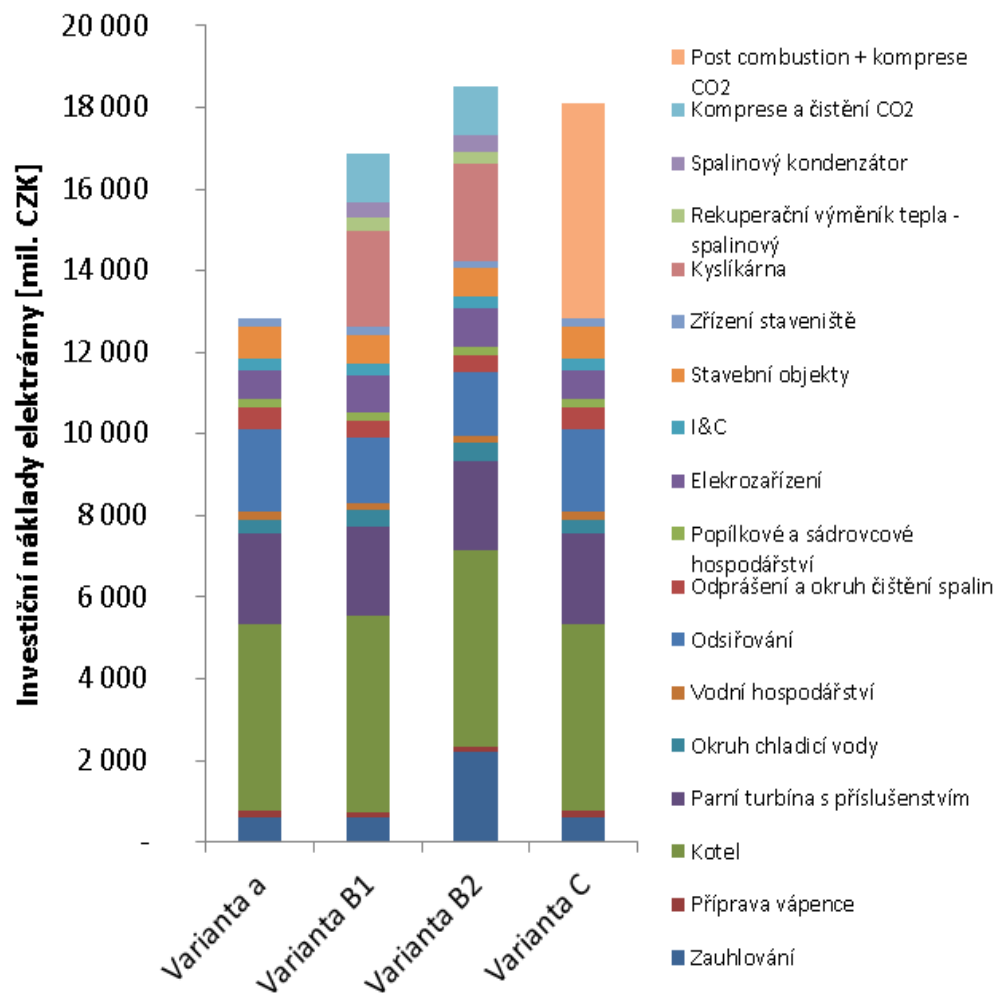


SINTEF



norway grants

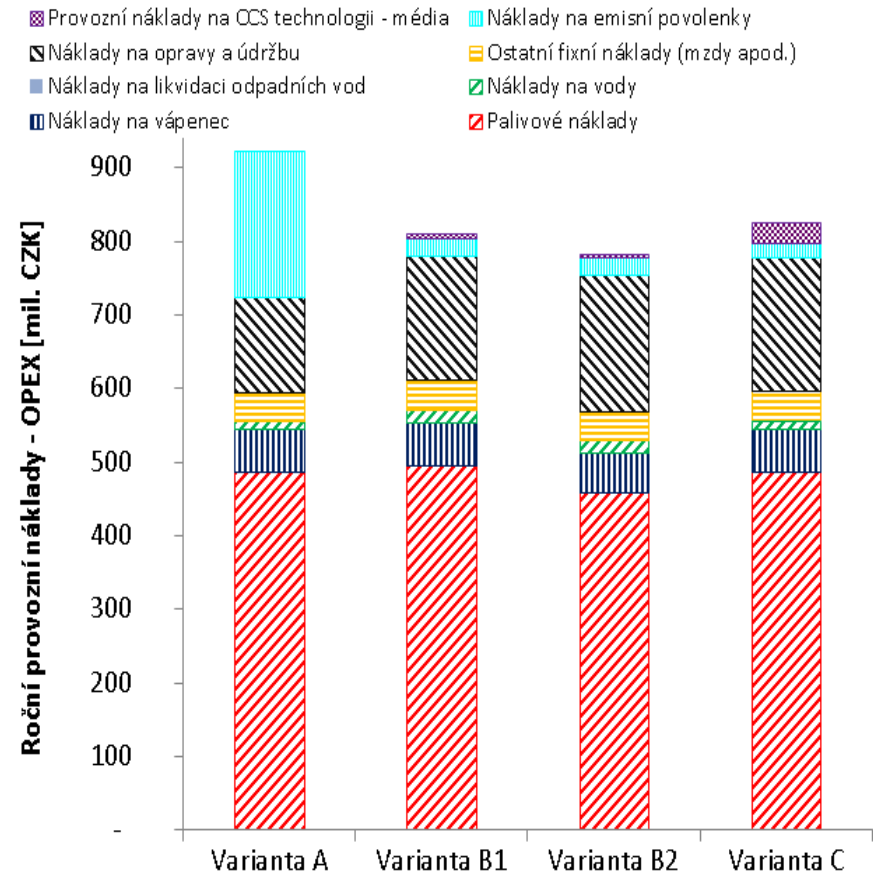
- Navýšení IN o cca 5 mld. Kč
- varianta B1 o 32%
- varianta B2 o 44 %
- varianta C o 41 %





# OPEX

- Nižší hodnota OPEX u variant s CCS technologií = náklady na emisní povolenky
- u **varianty A** - 75 % OPEX tvoří náklady na palivo (55%) a emisní povolenky (20%)
- u **variant B a C** 80 % OPEX tvoří náklady na palivo (60%) a náklady na opravy a údržbu (20%)





# COE I.



| Výrobní náklady - COE                                 | Varianta A | Varianta B1 | Varianta B2 | Varianta C |
|---|------------|-------------|-------------|------------|
| COE bez nákladů na dopravu a skladování [CZK/MWh]     | 1 007      | 1 400       | 1 418       | 1 507      |
| COE s náklady na dopravu a skladování [CZK/MWh]       | 1 007      | 1 535       | 1 542       | 1 647      |
| Zvýšení COE díky nákladům na dopravu a skladování [%] | -          | 10%         | 9%          | 9%         |

- zvýšení měrných výrobních nákladů na vyrobenou elektřinu (COE), respektive středních měrných investičních nákladů (LCOE) o 40 – 50 %
- mezinárodní studie uvádí až 80% (=>vliv cena paliva)

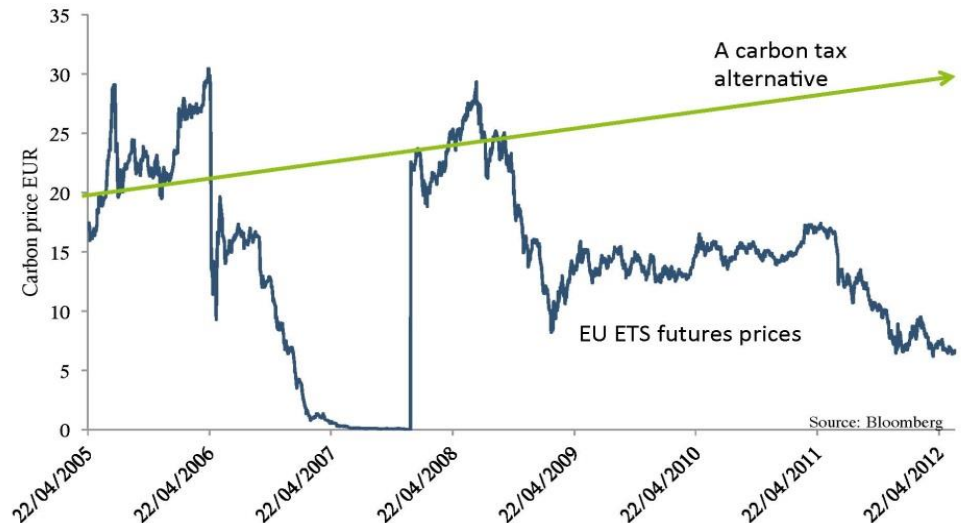
# Náklady na separovanou tunu CO<sub>2</sub>



| Náklady na separ./emit. tunu CO <sub>2</sub>    |       | Varianta B1 | Varianta B2 | Varianta B3 |
|---|-------|-------------|-------------|-------------|
| Náklady na separ. tunu CO <sub>2</sub> dle COE  | EUR/t | 20          | 21          | 23          |
| Náklady na separ. tunu CO <sub>2</sub> dle LCOE | EUR/t | 25          | 25          | 28          |

- cena emisní povolenky cca **4 EUR/t**
- náklady na separovanou tunu CO<sub>2</sub> dosahují výše ceny emisních povolenek v letech 2005 a 2008

## Carbon taxes v. EU ETS



Source: Bloomberg

# Mezní investiční náklady

## - cena elektřiny 1 500 CZK/MWh



| Mezní investiční náklady                          | Varianta B1 | Varianta B2 | Varianta C |
|---|-------------|-------------|------------|
| Výše IN (mil. CZK)                                | 16 886      | 18 512      | 18 100     |
| Výše mezních IN dle COE (mil. CZK)                | 16 622      | 17 603      | 15 076     |
| Zvýšení IN oproti variantě A [%]                  | 30%         | 37%         | 18%        |
|   |             |             |            |
| Mezní IN pro střední cenu elektřiny 1 500 CZK/MWh | Varianta B1 | Varianta B2 | Varianta C |
| Výše mezních IN dle LCOE (mil. CZK)               | 12 788      | 13 739      | 11 466     |
| Zvýšení IN oproti variantě A [%]                  | 0%          | 7%          | -11%       |



# Vliv CCS technologie - výstupy

- **zvýšení** investičních nákladů v rozmezí **37 – 44 %**,
- **snížení** ročních provozních nákladů o **11 – 16 %**,
- zvýšení měrných výrobních nákladů na vyrobenou elektřinu (COE), respektive COE) o 40 – 50 %, respektive 53 – 63%,
- cena za separovanou tunu CO<sub>2</sub> odpovídá ceně emisní povolenky v letech 2005, 2008.
- kritérium mezních investičních nákladů prokazuje nerentabilitu elektráren s technologií CCS za stávajících podmínek => nutnost podpory
- **pro nově navrhované** a realizované uhelné elektrárny se jeví jako ekonomicky efektivnější varianta **s technologií oxyfuel**
- ekonomický přínos WTA sušení je za stávajících podmínek diskutabilní

# Možnosti zlepšení ekonomické efektivity integrace technologií CCS



SINTEF



norway grants

- Obecně lze možnosti dělit na:
  - technické
  - ekonomické
- Technické možnosti => ke snižování energetické náročnosti:
  - extenzivní – snižování energetické náročnosti stávajících technologií
  - intenzivní – hledání nových metod separace
- Ekonomické možnosti/stimuly, které by mohly zefektivnit CCS, patří:
  - snižování investiční náročnosti technologie CCS
  - možnosti výroby a prodeje dalšího produktu
  - hledání možností pro využití separovaného oxidu uhličitého



SINTEF



norway  
grants

Děkuji za pozornost.