

ZMĚNA KLIMATU

SNIŽOVÁNÍ EMISÍ CO₂ A MOŽNÁ ROLE TECHNOLOGIE SEPARACE A UKLÁDÁNÍ CO₂ – PŘÍSTUP SKUPINY ČEZ

Aleš Laciok, koordinátor výzkumu a vývoje ČEZ

ABSTRAKT

Skupina ČEZ má stanovenou strategii pro obnovu a rozvoj svého výrobního portfolia při respektování potřeby zásadním způsobem snížit emise CO₂ – cílem je snížit současné měrné emise CO₂ o více než 50 % do roku 2020. Technologie separace a ukládání CO₂ do geologického podloží však musí prokázat, zda sehrají významnější roli pro následné redukce emisí CO₂. Mimo obecně platné technické nejistoty, které má odstranit program demonstračních jednotek, se pro ČR přidávají dva specifické faktory ovlivňující možné budoucí nasazení těchto technologií – dostupnost uhlí a limitované ukládací kapacity.

Klíčová slova: CO₂, emise, CCS

REDUCTION OF CO₂ EMISSIONS AND POSSIBLE ROLE OF CARBON CAPTURE AND STORAGE – APPROACH OF THE CEZ GROUP

The CEZ Group has established a strategy for renewal and development of its production portfolio respecting the need of significant reduction of CO₂ emissions – the target is to reduce the emission intensity by more than 50 % by 2020. Technology of carbon capture and storage to the bedrock has to manifest whether it could play a role in the important consequent reduction of CO₂ emissions. Beyond general technical uncertainties which should be solved by the CCS demonstration programme, the Czech Republic faces two specific factors that influence future deployment of CCS – it is coal availability and relatively limited storage capacity.

Key words: CO₂, emissions, CCS

ÚVOD

Výroba energie nevyhnutelně vede, tak jako jiné průmyslové aktivity, k ovlivnění okolního prostředí díky vstupům a výstupům do tohoto procesu. Negativní vlivy jsou omezovaly na přijatelné minimum různými limity a předpisy, což je vyjádření veřejného zájmu o ochranu přírody a lidského zdraví. V posledních letech je snahou rovněž usměrňovat emise CO₂. Výrobce energie má portfolio možností pro opatření snižující emise CO₂. Jednou z technologií, od kterých se očekává významný efekt pro zbrzdění eskalujících emisí CO₂, je separace a ukládání CO₂ do geologického podloží (CCS). Bez významných zdokonalení této technologie je však její široké nasazení v energetice sporné. Tato zdokonalení jsou úkolem pro výzkum a vývoj.

EMISE CO₂ SKUPINY ČEZ

Verifikované emise CO₂ Skupiny ČEZ v ČR činily v roce 2008 33,8 mil. t (v Polsku pak byly 2,9 mil. t a v Bulharsku 3,7 mil. t), přičemž průměrná alokace v systému EU ETS na jeden rok byla 34,7 mil. t CO₂. Emise CO₂ odpovídají využití zdrojů ve výrobním portfoliu, např. v roce 2008 ve Skupině (tj. i s Polskem a Bulharskem) jádro vyrobilo 39 % elektrické energie, hnědé uhlí 45 %, černé uhlí 13 % a voda a ostatní zdroje 2 %. Pro srovnání – průměrné roční emise CO₂ v období 2005–2007 (prvním alokačním období) činily 34 mil. tun. Skupina ČEZ průběžně realizuje množství technických opatření na svých výrobních zdrojích, která snižují emise, např. výměna napájecích čerpadel, modernizace přehříváků, zvyšování účinnosti turbín či opatření na kotli.

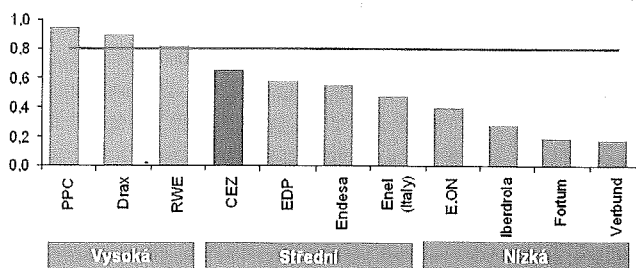
Z hlediska měrných emisí CO₂ (na vyrobenou energii) se Skupina ČEZ nachází v rámci evropských energetických společností v horším středu (viz obr. 1) Rozdíly mezi společnostmi jsou značné, extrémními případy jsou na jedné straně firmy využívající téměř výhradně málo kvalitní hnědé uhlí (řecká společnost PPC) a na straně druhé společnosti s významným

podílem výroby z vodních zdrojů (rakouský Verbund) či z jádra (francouzská EDF – v grafu není).

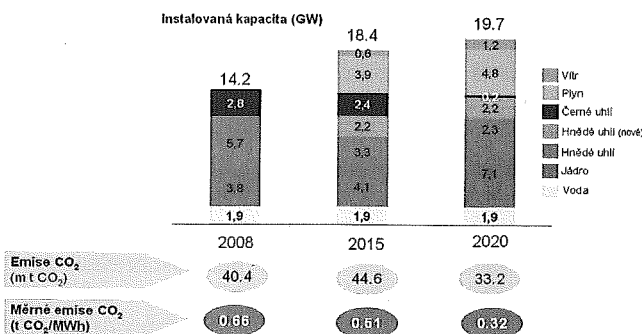
STŘEDNĚDOBÁ STRATEGIE SKUPINY ČEZ PRO SNIŽOVÁNÍ EMISÍ CO₂

Je zřejmé, že emise CO₂ budou stále významnější nákladovou položkou v ekonomice firem, a proto je potřebné identifikovat optimální kroky zajišťující zachování a posílení konkurenční pozice na trhu. Z těchto důvodů přijala Skupina ČEZ strategii pro snížení emisí CO₂ do roku 2020 skládající se ze šesti ob-

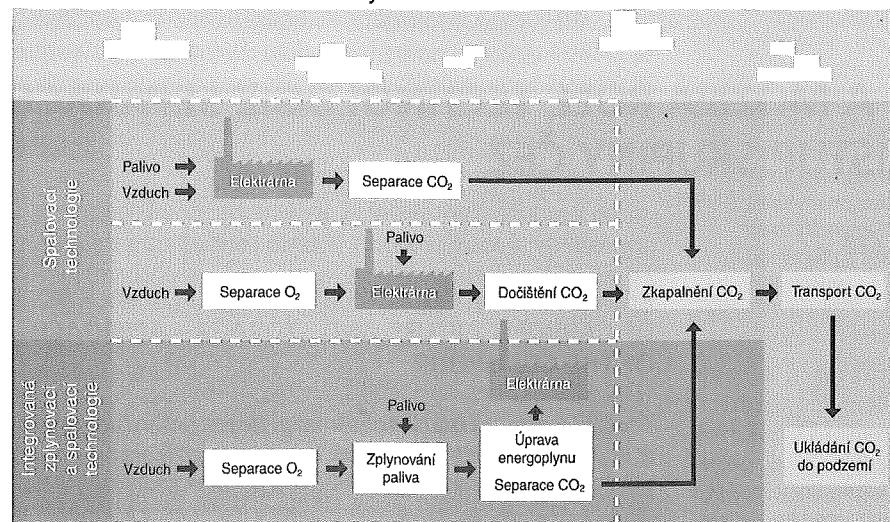
Obr. 1: Měrné emise CO₂ vybraných evropských energetických společností (t CO₂/MWh)



Obr. 2: Předpoklad změn celkových a měrných emisí CO₂ Skupiny ČEZ



Obr. 3: Schematické znázornění systému CCS



lastí, které jsou založeny na dostupných a ověřených technologiích (cílem je snížit měrné emise minimálně o polovinu – viz obr. 2). Zároveň Skupina ČEZ iniciuje výzkumně-vývojový program pro hledání dalších možností, které by se uplatnily především v dlouhodobějším horizontu.

1. Výstavba plynových zdrojů s kombinovaným cyklem (CCGT)

Výrobní zdroje využívající zemní plyn mají v porovnání s uhelnými zdroji přibližně poloviční emise CO₂ vztahované na vyrobenou energii (do 0,4 t/MW). Mohou tak být významnou součástí výrobního portfolia, a to nejen pro špičkové využití. Proto Skupina ČEZ rozhodla o výstavbě CCGT (800 MWe) v areálu stávajících uhelných bloků v Počeradech a analyzuje možnosti výstavby v jiných lokalitách (Úžín u Ústí nad Labem, Mělník). Výstavba CCGT v místě rafinerií je rovněž předmětem společného podniku s MOL – Bratislava na Slovensku a Szaszalombata v Maďarsku. Negativním (celospolečenským) faktorem je však zvýšené riziko stability dodávek odvíjející se od zajištění plynu od jednoho majoritního dodavatele; řešením rizika může být existence dlouhodobých kontraktů a větší diverzifikace zdrojů (propojení sítí, v budoucnu možné napojení na terminály LNG na Baltu či u Jaderského moře).

2. Zvýšení výroby v jaderných zdrojích

ČEZ v současné době provozuje 6 jaderných reaktorů ve dvou lokalitách, což významným způsobem snižuje emisní zátěž (a to nejen CO₂, ale i klasických polutantů) ve srovnání s ekvivalentní výrobou např. v uhelných zdrojích. Cesty k vyšší výrobě vedou skrze vyšší využití (zvyšování disponibilní a spolehlivosti, zkracování odstávek,...), zvýšení účinnosti (např. na turbíně optimalizací lopatek) a využití projektových rezerv (např. v Rusku se již provozují některé reaktory VVER-1000 se zvýšeným výkonem na 104 % ve srovnání s původním nominálním výkonem).

3. Snížení emisí CO₂ v uhelných elektrárnách

Skupina ČEZ realizuje rozsáhlý program modernizace bloků v Tušimicích (4 × 200 MW, první 2 bloky již byly uvedeny do provozu) a připravuje modernizaci tří bloků v Prunéřově (3 × 250 MW). V obou výrobních se zvýší účinnost ze současných 32 % na přibližně 38 %. Modernizace je založena na nejlepších dostupných technologiích s uvážením akceptovatelné míry

návratnosti vložené investice. Ve fázi výstavby je pak rovněž zcela nový blok v Ledvicích, který díky instalaci nadkritického parního cyklu dosáhne čistě účinnosti přes 42 %.

4. Obnovitelné zdroje

Dosud je výroba energie z obnovitelných zdrojů nedostatečná, především v kontextu naplnění cíle pro ČR vyplývající z klimaticko-energetického balíčku (13 % z konečné spotřeby energie), na kterém se Skupina ČEZ jistě bude významným způsobem podílet. Ve středoevropském regionu s již exploatovanými vodními zdroji není mnoho dalších ekonomicky rozumných možností. Podstatnou roli bude hrát bioma-

sa komplementárně doplněná využitím větrné a solární energie. Významným příspěvkem pro skupinu ČEZ bude i zprovoznění dvou velkých příbřežních větrných farem v Rumunsku s celkovým výkonem 600 MW. Skupina ČEZ podniká kroky k ověření potenciálu nových možností využití obnovitelných zdrojů, jako je např. pilotní testování fotovoltaických článků založených na nanovláčkách (DSSC – dye-sensitized solar cells) nebo výzkum zaměřený na potenciál hlubinné geotermální energie.

5. Emisní kredity

Jedná se o zvláštní a doplňkovou formu, jelikož podstata je v realizaci opatření snižujících emise CO₂ v jiných zemích, na jejichž základě jsou vydány emisní kredity uplatnitelné v domovském státě (JI/CDM mechanismy podle pravidel Kjótského protokolu). Skupina ČEZ se podílí na rozvoji několika projektů, především v Číně (spalování biomasy, větrná farma, atd.).

TECHNOLOGIE SEPARACE A UKLÁDÁNÍ CO₂

Od technologie CCS se očekává vyřešení protikladu spočívající ve využívání fosilních paliv (hlavně uhlí, ale i plynu) při současném výrazném snížení emisí CO₂ z těchto zdrojů (jdoucích nad rámec maximálně dosažitelné účinnosti). CCS se skládá ze zařízení oddělujícího CO₂ ze spalin či plynu vzniklého zplyňováním (gasifikací) uhlíkového paliva, dále transportu z místa separace CO₂ do oblasti ukládání a posledního kroku, kterým je vlastní uložení CO₂ do vhodné hluboké geologické formace. V měřítku energetiky se jedná však o technologii neprověřenou a podle stávajících poznatků drahou; aplikace v energetice lze tak zvažovat v období po roce 2020, spíše však déle.

Separace

V oblasti průmyslové separace CO₂ musí dojít k významným zdokonalením, která otevřou cestu pro praktické aplikace bez fatálních vlivů na účinnost elektrárny a ceny produkované energie. Z chemie je známo poměrně velké množství metod separace CO₂ z plyné směsi, avšak jen málo těchto metod přestoupilo hranici laboratorního měřítka. Pro využití v energetice se zvažují především 2 základní přístupy – separace CO₂ po procesu spalování s variantou oxického spalování (post-combustion capture + oxyfuel) a separace CO₂ před procesem spalování (pre-combustion capture) – viz obrázek 3.

Technologie separace CO₂ ze spalin jsou principiálně založeny na absorpčních, adsorpčních a membránových postupech, avšak pro praktické využití v příštích letech budou k dispozici pouze metody chemické absorpce (aminová nebo amoniakální vypírka). Aminová metoda byla vyvinuta před více než před 70 lety, je využívána v chemickém průmyslu a pro odstraňování kyselých komponent ze zemního plynu. Metoda aminové vypírky je energeticky značně náročná, především z důvodu spotřeby velkého množství nízkotlaké páry v desorpčním kroku. Účinnost aminové vypírky radikálně snižuje přítomnost SO₂, NO₂, O₂ a prachu. Metoda chemické absorpce je v současnosti zdokonalována účinnějšími, selektivnějšími a stabilnějšími separačními médii, novým řešením kolonového hospodářství a efektivnějším využitím energie. Oxické spalování uhlíkového paliva (pevného či plyného) poskytuje relativní výhodu v charakteru spalin (vysoký obsah CO₂ usnadňující jeho oddělení). Proto se připravuje množství pilotních a ověřovacích jednotek (například společnostmi Vattenfall nebo Total). Pro výrobu v provozu (práškové a fluidní kotle) připadá do úvahy jejich doplnění technologií separace CO₂ po spalování či modernizace na oxické spalování.

Odstranění CO₂ před spalováním je principiálně využitelné pro pevná i plyná paliva. V případě pevných paliv je energetický cyklus založen na zplynění paliva, vyčištění vzniklého plynu, přeměny CO na CO₂, separace CO₂ a následného využití syngasu v kombinovaném cyklu – IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle). Vyvinuto bylo velké množství zplyňovacích postupů, které jsou využívány především pro výrobu meziproductů pro chemický průmysl. Trendem je využití hořákového typu zplyňování (entrained-flow gasification), kde zplyňování probíhá při vysoké teplotě (1300–1400 °C) v kyslíkové atmosféře, přičemž palivo se dává v suchém stavu či ve formě vodné suspenze. Jak oxické spalování, tak hořákové zplyňování potřebuje kyslík, jehož výroba je dnes poměrně energeticky náročná (přibližně 200 kWh/t O₂).

Mimo dříve uvedené postupy je v různé fázi vývoje velké množství dalších alternativ, z nichž lze především zmínit pevné regenerovatelné sorbenty, sorpce na pevných látkách impregnovaných aminy, membránové postupy či biochemickou fixaci.

Transport

Transport CO₂ ve velkém množství lze uskutečnit pouze potrubním systémem, zpravidla v nadkritickém stavu CO₂ (kritický bod CO₂ je při teplotě 310 °C a tlaku 7,4 MPa). Zkušenost s potrubní přepravou CO₂ je především v USA, kde existuje síť s celkovou délkou více jak 3000 km (s přepravní kapacitou cca 35 mil t CO₂/rok) vybudovanou pro potřeby terciární těžby ropy. Tato síť je nejhustší v západním Texasu. Zřízení transportní sítě je tak technicky možné, bude však spojeno s klasickými problémy střetů zájmů.

Ukládání CO₂

Uložení CO₂ se realizuje vtlačáním do propustných sedimentárních formací, do vytěžených či dotěžovaných struktur uhlovodíků nebo do netěžitelných ložisek uhlí; vždy se jedná o ukládání do hloubky minimálně 800 m. Sedimentární formace (zpravidla salinní) představují největší potenciál pro ukládání CO₂, a to jak celosvětově, tak v Evropě a ČR. V současnosti se realizuje množství projektů, jejichž cílem je identifikovat vhodné oblasti k ukládání v Evropě, upřesnit úložné

kapacity a vytvořit nástroje pro predikci chování uloženého CO₂ v dlouhodobém časovém horizontu. Ukládání CO₂ v větším měřítku do podmořských sedimentárních vrstev se realizuje v Norsku již od r. 1996 (Sleipner), kde se každým rokem takto likviduje přibližně 1 mil. t CO₂. V ČR mají potenciál pro uložení CO₂ především zanořené pánve středoevropského permokarbonu a sedimentární formace na jiho-východní Moravě.

Nutnost praktického ověření funkčnosti CCS

Evropská unie stanovila za cíl zprovoznění 10–12 demonstračních jednotek CCS. Smyslem je prokázání funkčnosti celého řetězce technologie CCS, tj. od separace CO₂ až po jeho uložení. Pro demonstrační jednotky se připravují různé mechanismy podpor, např. ve Velké Británii probíhá státní tendr na výstavbu prvního systému CCS, Evropská unie podpoří prvních 6 projektů v rámci tzv. European Economic Recovery Plan (přes 1 mld. EUR) a další významný mechanismus je ve fázi přípravy (v objemu přes 4 mld. EUR). Nutné je rovněž zdůraznit, že příprava systémů CCS není pouze evropskou iniciativou, značné množství projektů se připravuje v USA (regionální partnerství pro geosekvestraci), Kanadě a Austrálii (existuje cca 10 projektů, experimentální ukládání CO₂ do vytěženého ložiska plynu se realizuje od března 2008).

Legislativa

Směrnice 2009/31/ES o geologickém ukládání CO₂ („CCS směrnice“) vstoupila v platnost v červnu 2009 (součástí „klimaticko-energetického balíčku EU“) a každý členský stát EU musí transponovat požadavky této směrnice do poloviny 2011. Účelem směrnice je odstranit překážky v realizaci CCS, především k části ukládání. Komponenty separace a transportu jsou již do určité míry pokryty existující legislativou.

Možnosti v ČR

Z hlediska potenciální instalace CCS v ČR je nutné rozlišovat dvě časová období:

- Demonstrační jednotka** (zprovoznění do 2015) – Výstavba demonstrační jednotky je vázána na získání podpory pro krytí nekomerční komponenty takového projektu a pro zajištění rizik technického a jiného charakteru. Realizace demonstrační jednotky CCS v ČR by znamenala výrazný impuls pro domácí výzkumně-vývojovou, inženýrskou a dodavatelskou sféru, jelikož bude potřebné uskutečnit související vývojové a ověřovací práce a značná část zařízení by se vyráběla zde na základě zahraničních licencí.
- Budoucí využití** (po 2020, spíše však až po 2025) – Tato otázka je spojena minimálně se třemi okruhy: budoucí dostupnost uhlí (souvislost s ekologickými limity těžby hnědého uhlí), reálná dostupnost a dostatečnost úložných kapacit a přijatelnost veřejností.

ZÁVĚRY

Skupina ČEZ má stanovenou realistickou strategii pro významné snížení emisí CO₂ do roku 2020. Začlenění CCS do dlouhodobější strategie není vyloučené, je však vázáno na vyřešení mnoha dnes otevřených otázek. Proto Skupina ČEZ iniciovala výzkumný program hledající další možnosti redukce emisí CO₂ jdoucí za rámec technologií, s kterými se počítá ve střednědobé strategii.