



EVROPSKÁ SÍŤ PRO OXID UHLIČITÝ

přispíváme k bezpečným, zajištěným, udržitelným a klimaticky pozitivním dodávkám energie pro Evropu

GEOLOGICKÉ ŘEŠENÍ ZMĚNY KLIMATU

Ropa, plyn a uhlí jsou těženy z podzemí, aby nám poskytly energii. Spalováním těchto fosilních paliv se energie uvolňuje a jako nechtěný produkt se vytváří oxid uhličitý, který ovlivňuje globální klima. Vzniklý oxid uhličitý je možné zachytávat, ukládat ho do zemské kůry a držet jej tam. Tím dojde k významnému snížení emisí skleníkových plynů, což pomůže při zmírňování dopadů změny klimatu. Tento postup lze označit za klíčový prvek při přechodu k udržitelným dodávkám energie.

Proč zachytávat a ukládat CO₂?

Důkazy o vlivu lidské činnosti na globální klima jsou stále přesvědčivější. Klíčovou roli zde hrají celosvětové emise oxidu uhličitého (CO₂) v atmosféře, které pocházejí ze stále rostoucího využívání fosilních paliv. Většina vědců souhlasí s tím, že celosvětové emise CO₂ musí být sníženy o více než 50 %, aby se koncentrace CO₂ stabilizovala a tím došlo ke zmírnění změny klimatu. Prvním krokem bylo přijetí Kjótského protokolu v roce 1997, na jehož základě mají být v roce 2012 celkové emise skleníkových plynů zredukovány pod úroveň roku 1990. Toto požadované snížení může být dosaženo pomocí tří druhů opatření:

- zlepšení energetické účinnosti a redukce poptávky po energii
- využívání obnovitelných zdrojů energie (jako je vítr nebo sluneční energie)
- zachytávání a ukládání CO₂, který je dnes vypouštěn do ovzduší.

Postupně se stává stále více zřejmým fakt, že kombinovaný efekt zlepšení energetické účinnosti a využití obnovitelných zdrojů energie nemůže sám o sobě zajistit požadované snížení emisí. Aby bylo možno omezit globální změnu klimatu, bude tedy pravděpodobně třeba využít i třetího z uvedených opatření, zachytávání a ukládání CO₂ (CCS). Ukládání CO₂ zpět pod zemský povrch není ničím novým. V mnoha zemích existují přirozená úložiště CO₂ v geologických

formacích už po milióny let. Svět je závislý na fosilních palivech a změny v našem energetickém systému nemohou být provedeny přes noc; vyžádá si to léta. CCS podpoří postupný přechod od našich současných dodávek energie, založených na fosilních palivech, k diverzifikovanému systému, který bude minimalizovat vliv na globální klima. Naše současné zásobování energií zůstane v tomto přechodném období většinou nezměněno, bude však třeba vybudovat nová zařízení a infrastrukturu: např. elektrárny a velká průmyslová zařízení budou vybaveny jednotkami pro zachytávání CO₂ a produktovody k úložištím.

Co je zachytávání a ukládání CO₂ (CCS)?

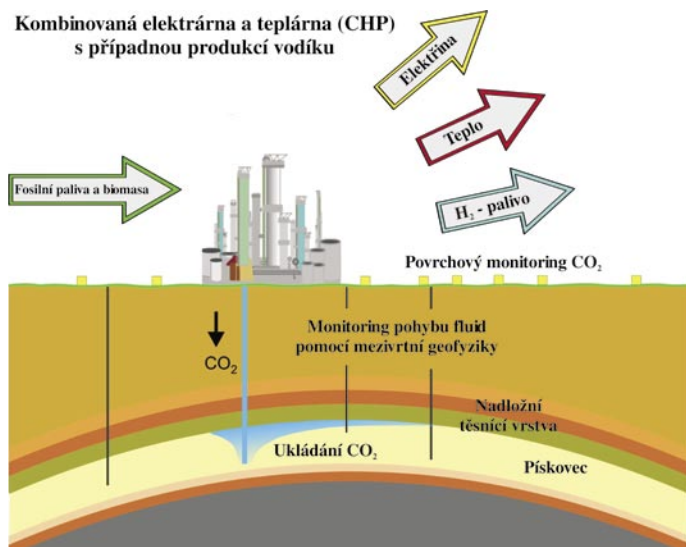
Všechna fosilní paliva obsahují uhlík. Při jejich spalování tento uhlík reaguje s atmosférickým kyslíkem a vytváří se CO₂. Odstraněním uhlíku před procesem spalování nebo po něm se zamezí úniku emisí CO₂ do atmosféry. Výsledkem je dodávka plynného CO₂, který pak může být dopraven do vhodného podzemního úložiště. Takovým úložištěm může být „prázdné“ (vytěžené) ložisko ropy nebo zemního plynu, uhelné souvrství nebo akvifer (zvodnělé souvrství).



Zařízení na zachytávání CO₂ (publikováno s laskavým svolením ABB Lummus Crest)

Jak a kde můžeme zachytávat CO₂?

Přibližně 60 % emisí CO₂, které lidstvo produkuje, pochází z velkých stacionárních zdrojů, jako jsou elektrárny, rafinerie, zařízení na zpracování plynu a průmyslové závody. U většiny těchto procesů obsahují vypouštěné kouřové plyny rozptýlený CO₂ (v množství 5 až 15 %). Jednou možností je separovat CO₂ od ostatních plynů ve zplodinách, přičemž vznikne proud plynu s obsahem více než 90 % CO₂. Druhou možností je odstranit uhlík před spalováním, jako v případě, kdy se ze zemního plynu (CH₄) vyrábí vodík a CO₂. Zachytávání CO₂ je technologie dobře známá z různých odvětví průmyslu, kde se již CO₂ od jiných plynů separuje. Výsledný CO₂ je zde v současnosti buď odvětráván, nebo dodatečně čištěn pro výrobu čistého CO₂ k využití na některých vedlejších trzích, např. v potravinářství. Přestože některé vhodné technologie již existují, zachytávání CO₂ zatím nebylo optimalizováno pro použití ve velkém měřítku, např. pro elektrárny. V mnoha zemích v současnosti probíhá rozsáhlý výzkum, který se zabývá novými, slibnými koncepcemi a zlepšováním stávajících technologií s cílem snížit náklady a množství energie spotřebované při zachytávání CO₂. Zároveň se plánují testy v elektrárnách, aby se tyto novější technologie ověřily v průmyslovém měřítku.



Koncept kombinované elektrárny a teplárny (CHP) produkující elektřinu, teplo a vodík, přičemž CO₂ je zachytáván a ukládán pod zemský povrch (publikováno s laskavým svolením CO₂SINK, GFZ, Potsdam, 2004)

Kde ho uložíme?

Po svém zachycení může být CO₂ buď uložen, nebo znovu využit (např. jako surovina pro výrobu nealkoholických nápojů nebo ve sklenících na podporu růstu rostlin). Protože trh pro znovuvyužití CO₂ je v současnosti omezený, většinu zachyceného CO₂ bude nutno uložit. CO₂ může být uložen do geologických formací (zejména vytěžených ložisek ropy a zemního plynu, hlubokých slaných akviferů a netěžitelných uhelných slojí). CO₂ může být rovněž fixován ve formě minerálů. Geologické struktury nabízejí obrovské kapacity pro ukládání (viz tabulka uvedená níže). I přes

velký rozptyl hodnot úložných kapacit lze konstatovat, že celková kapacita je dost velká na to, aby bylo možno ukládat celosvětové emise CO₂, produkované lidskou činností, po dobu desítek a možná i stovek let.

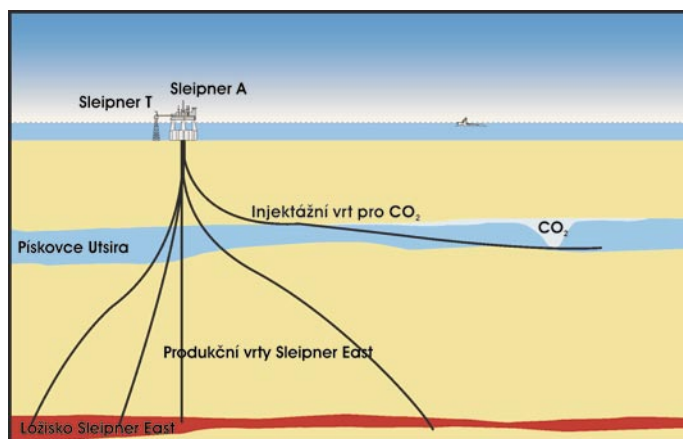
Celosvětové kapacity pro jednotlivé možnosti potenciálního uložení CO₂ (Gt = miliarda tun)

Druh struktury	Úložná kapacita v Gt CO ₂
Hluboké slané akvifery (zvodnělá souvrství)	400–10 000
Vytěžená ložiska ropy a plynu	930
Uhelné sloje	30
Celosvětové emise CO ₂	25 Gt CO ₂ ročně

Zdroj: IEA-GHG, 2004

Ložiska ropy a plynu, která jsou obecně dobře prozkoumána, jsou považována za bezpečná úložiště CO₂, protože tyto struktury zadržovaly po milióny let ropu, zemní plyn a často i CO₂. Zatlačování CO₂ do některých z těchto ložisek navíc umožní vytěžení další ropy nebo zemního plynu, které ještě v ložisku zůstávají. Zisky z této dodatečné produkce mohou být použity na úhradu nákladů na uložení CO₂. Tento proces, nazývaný druhotné metody intenzifikace těžby ropy (EOR), je s využitím CO₂ provozován již několik let v USA, nikoli za účelem uložení CO₂, ale kvůli zvýšení produkce ropy. V Kanadě se už řadu let využívá zatlačování tzv. kyselých plynů (odpadní produkt při čištění zemního plynu, obsahující zejména CO₂ a H₂S) do ropných a plynových struktur a hlubokých slaných akviferů.

Hluboké slané akvifery jsou geologické formace, zejména pískovcové, obsahující slanou vodu. Tyto struktury nabízejí obrovský úložný potenciál: vyskytují se ve většině zemí, často v blízkosti průmyslových zdrojů CO₂, jsou obvykle velmi rozsáhlé a mají tedy značné velkou úložnou kapacitu. Zatlačování CO₂ do těchto formací je podobné jako jeho zatlačování do ložisek ropy a plynu. Norský projekt Sleipner, první komerční projekt ukládání CO₂ na světě, kde je ročně do akviferu pod Severním mořem uložen cca 1 milión tun CO₂, je důkazem toho, že CO₂ může být efektivně ukládán ve velkých množstvích.



Projekt Sleipner – 1 milión tun CO₂ je každoročně ukládán do akviferu pod Severním mořem (publikováno s laskavým svolením firmy Statoil)

Hlubinné uhelné sloje někdy nemohou být těženy, protože jsou příliš tenké nebo příliš hluboko uloženy. Obvykle také obsahují určité množství plynného metanu. Při zatlačování CO₂ do uhelné sloje se ukázalo, že CO₂ se „přilepí“ k uhlí lépe než metan, což způsobí uvolnění metanu. To znamená, že se uhelná sloj stane zdrojem zemního plynu, který může být prodán, a z výtěžku lze pak uhradit náklady na uložení CO₂. Uhlenné sloje zadržovaly metan po milióny let, takže je dosti pravděpodobné, že budou obdobně vázat CO₂ alespoň po tisíce let. Tato technologie ukládání je testována v projektu EU RECOPOP v Polsku, který zahrnuje i terénní experiment.

Jaké jsou náklady na zachytávání, transport a ukládání CO₂?

Při zachytávání CO₂ v elektrárnách se spotřebuje dodatečná energie, takže se zvýší cena elektřiny. Tento nárůst závisí na typu elektrárny (uhelná, plynová) a na ceně paliva. Různé studie, mj. studie zpracovaná v rámci výzkumného programu Mezinárodní energetické agentury Greenhouse Gas, ukázaly, že zachytávání CO₂ zvýší náklady na výrobu elektřiny o 1,3–3,0 eurocentů na kWh. Jiným způsobem vyjádření těchto vícenákladů je jejich vyčíslení ve formě ušetřených emisí CO₂. Náklady na zachytávání dnes činí 25–60 eur na tunu zachyceného CO₂. Očekává se, že probíhající výzkum tyto náklady sníží na polovinu.

Náklady na transport jsou relativně nevelké: doprava 1 tuny zachyceného CO₂ na vzdálenost 100 km produktovodem bude stát 1 až 4 eura.

Náklady na ukládání do značné míry závisí na typu struktury, do níž je CO₂ zatlačován. U akviferů a vytěžených ložisek ropy a plynu náklady kolísají mezi 10 až 20 eury na tunu CO₂. Pokud je při zatlačování získávána dodatečná ropa nebo plyn, náklady mohou klesnout i pod 0 euro na tunu CO₂. Jinými slovy: výnosy kompenzují náklady a činí tuto alternativu ziskovou.

Jaká jsou rizika zachytávání a ukládání CO₂?

Stejně jako u všech technologií jsou i se zachytáváním a ukládáním CO₂ spojena určitá rizika. Otázka, kterou bychom si sami měli položit, je: (a) zda jsou rizika spojená se zachytáváním a ukládáním CO₂ akceptovatelná a (b) zda jsou tato rizika srovnatelná s riziky, s nimiž se setkáváme u alternativních metod snižování emisí CO₂. Hlavní rizika jsou spojena s dopravou a ukládáním CO₂. Jakékoli úložiště musí být zvoleno daleko od rizikových zemětřesných oblastí, aby bylo zajištěno, že horniny jsou stabilní.

V USA existuje rozsáhlá infrastruktura produktovodů pro CO₂ (3100 km). Záznam nehod na těchto produktovodech udává 10 případů za období 1990–2001 bez jakýchkoli zranění či ztrát na životech. Přestože se nehoda při přepravě CO₂ ve velkém rozsahu obecně může přihodit, její následky mohou být minimalizovány pomocí řídicích a bezpečnostních



Transport CO₂ USA – Kanada

opatření, přičemž je nepravděpodobné, že by riziko bylo větší, než je riziko nehody u obvyklých plynovodů, jak je známe z mnoha evropských zemí. Navíc, protože CO₂ je na rozdíl od zemního plynu nehořlavý, se dá očekávat, že následky v případě jakéhokoli úniku budou menší než u zemního plynu.

Hlavním rizikem spojeným s ukládáním je havárie vrtu při zatlačování CO₂, v jejímž důsledku může dojít k úniku CO₂ a jeho migraci směrem vzhůru. Pravděpodobnost náhlého úniku CO₂ uloženého v podzemním úložišti je extrémně malá a srovnatelná s úniky zemního plynu z plynového zásobníku, jež jsou velmi vzácné.

V mnoha institucích po celém světě probíhá výzkum zaměřený na rizikové otázky:

- studie detailních fyzikálních a chemických procesů v ložiscích
- procedury výběru vhodných lokalit včetně analýzy seismického rizika (zemětřesení)
- nástroje pro předpověď dlouhodobého chování CO₂
- monitorovací a verifikační technologie
- metody hodnocení rizik a procesy řízení rizika
- správné pracovní postupy a normy
- integrita vrtů.

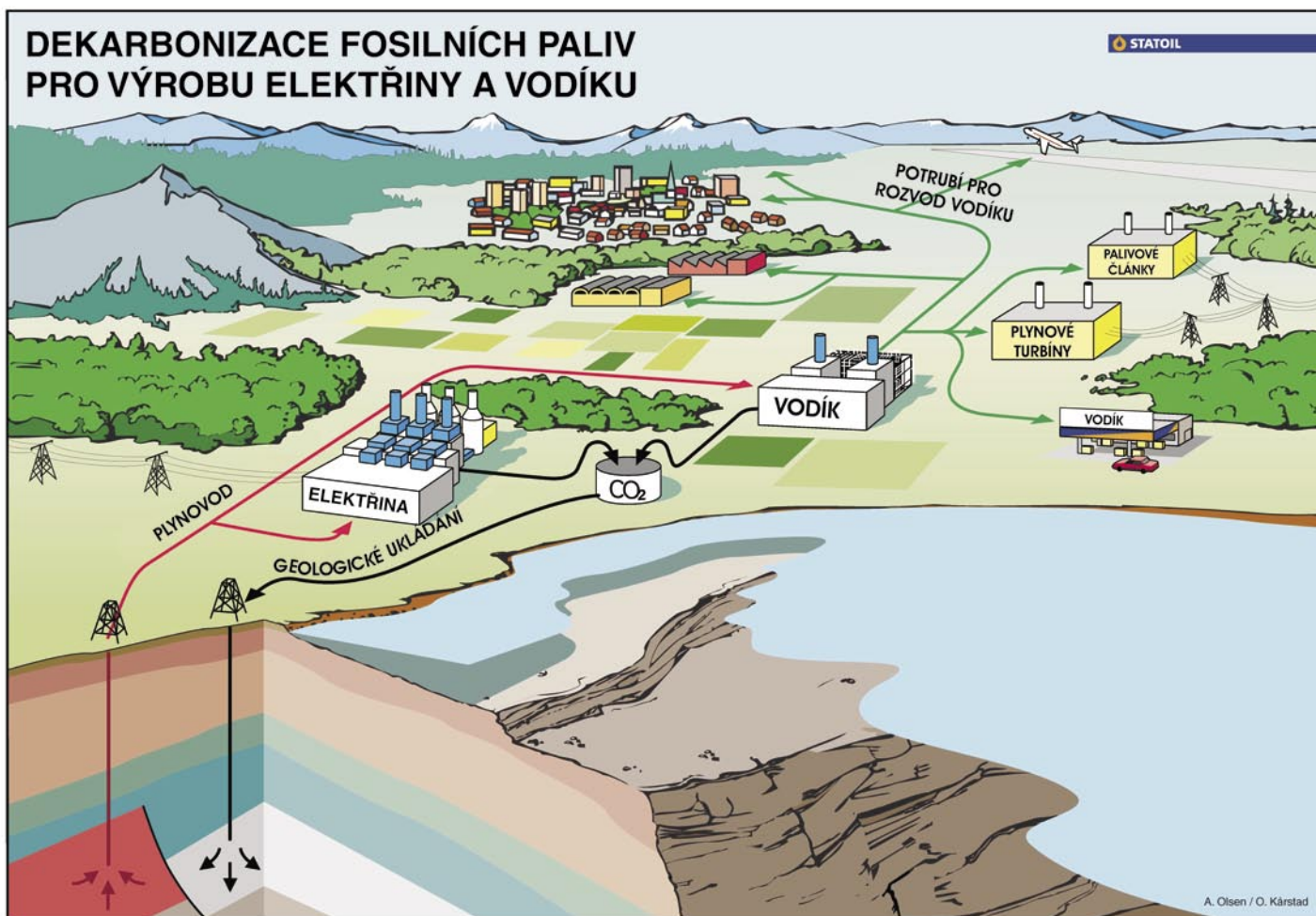
Stimuly a podněty

Aby technologie zachytávání a ukládání CO₂ mohla významně proniknout na trh, je třeba podnětů, které by stimulovaly energetické společnosti a průmysl k potřebným rozsáhlým investicím do těchto doplňkových technologií. Proto musí být stanoveny ceny za emise, které mohou mít buď podobu „uhlíkové“ daně, nebo podobu systému obchodování.

V systému obchodování je vytvořen trh s povolenkami na CO₂, přičemž je stanoveno maximální množství emisí pro jednotlivé státy a emitentům CO₂ jsou přiděleny povolenky (tzv. kredity CO₂). Systém emisního obchodování Evropské unie výslovně zahrnuje i využití zachytávání a ukládání CO₂ (rozhodnutí Evropské komise z 29. ledna 2004), čímž má být umožněno, aby tato technologie byla přiřazena k jiným nízkoemisním zdrojům energie, a zajištěno, aby Evropa měla bezpečné a udržitelné dodávky energie v předvídatelné budoucnosti.

Pokud dojde k rozvoji zachytávání a ukládání CO₂ a jeho ceny klesnou na úroveň 20 euro/t zachyceného CO₂ a pokud se geologické ukládání CO₂ osvědčí jako schůdná a bezpečná cesta pro snížení emisí skleníkových

plynů, může být tato technologie zavedena průmyslově během jednoho desetiletí, za předpokladu, že spolu s ní vstoupí v platnost i příslušný fiskální a regulační režim.



Možná situace v budoucnosti: z fosilních paliv se vyrábí elektřina a vodík, zatímco CO₂ je zachytáván a ukládán (publikováno s laskavým svolením firmy Statoil)

Další informace:

— www.co2net.com: CO2NET je evropský tematický network (sít) zaměřený na vzdělávání a poskytování informací pro politiky a další zainteresované jednotlivce i instituce.

Tyto stránky poskytují detailní informace o technologiích a projektech:

— www.co2captureandstorage.info.
 — www.ieagreen.org.uk: Program skleníkových plynů Mezinárodní energetické agentury (IEA) je forma mezinárodní spolupráce, jejímž cílem je rozvíjet technologie, šířit výsledky a identifikovat cíle pro výzkum v oblasti CCS.

— www.co2captureproject.org: CCP je mezinárodní projekt financovaný osmi společnostmi ze skupiny největších světových energetických firem.
 — www.clsforum.org: Carbon Sequestration Leadership Forum je mezinárodní iniciativa proti změně klimatu na vládní úrovni.
 — www.ipcc.ch: Mezivládní panel o změně klimatu má v plánu vydat zvláštní zprávu o zachytávání a ukládání CO₂.
 — www.climnet.org/CTAP: CAN, Climate Action Network nevládních organizací se zaměřením na životní prostředí, uspořádal o CCS speciální workshop.