

TŘÍPOL

TŘÍPÓL | ČERVEN 2012

PÁTÝ ELEKTRONICKÝ ROČNÍK | ČASOPIS PRO STUDENTY | ZDARMA

MAGAZÍN PLNÝ POZITIVNÍ ENERGIE

PŘÍRODA

◀ TÉMA ČÍSLA



EKVÁDOR – ZELENÝ RÁJ
JAK JSME NA TOM S URANEM
PODZEMNÍ UKLÁDÁNÍ CO₂
VLTAVÍNY OČIMA JADERNÝCH FYZIKŮ

PODZEMNÍ UKLÁDÁNÍ OXIDU UHLÍČITÉHO

Rozhodneme-li se uložit oxid uhličitý (CO_2) pod zem, nemůžeme ho napustit kamkoli; vhodné hostitelské horniny je nejprve třeba najít. Protože potenciální rezervoáry pro geologické ukládání CO_2 existují po celém světě a mají dostatečnou kapacitu, mohla by technologie CCS (Carbon Capture and Storage – zachytávání a ukládání oxidu uhličitého) významně přispět ke zmírnění globálního oteplování, o kterém se mnozí domnívají, že ho vyvolala lidská činnost.

MÁME TŘI HLAVNÍ MOŽNOSTI KAM UKLÁDAT

1. **Vytěžená ložiska ropy a zemního plynu**
2. **Slané akvifery**, neboli podzemní prostory z poréznych hornin nasáklých vodou
3. **Netěžitelné uhelné sloje** – jakmile se podaří vyřešit problém se vstřikováním velkých objemů CO_2 do hornin s nízkou propustností.

Potenciální úložiště CO_2 musí splňovat řadu kritérií, z nichž nejdůležitějšími jsou:

- » dostatečná pórizita, permeabilita (propustnost) a úložná kapacita;
- » přítomnost nadložní nepropustné horniny – tzv. „těsnicí horniny“ (např. jílu, jílovce, slínovce, sůl), která zabrání oxidu uhličitému dostat se zpět k povrchu;
- » existence tzv. „strukturních pastí“ – jevů, jako je např. klenbovitá stavba těsnicí horniny, které mohou řídit a usměrňovat rozsah migrace CO_2 v úložné formaci;
- » uložení v hloubce přes 800 m, kde je dostatečně vysoký tlak a teplota pro zajištění ukládání CO_2 v tekutém skupenství (tzv. superkritický stav), čímž se zajistí maximalizace jeho uloženího množství;
- » nepřítomnost pitné vody.

KDE HLEDÁ EVROPA ÚLOŽIŠTĚ OXIDU UHLÍČITÉHO

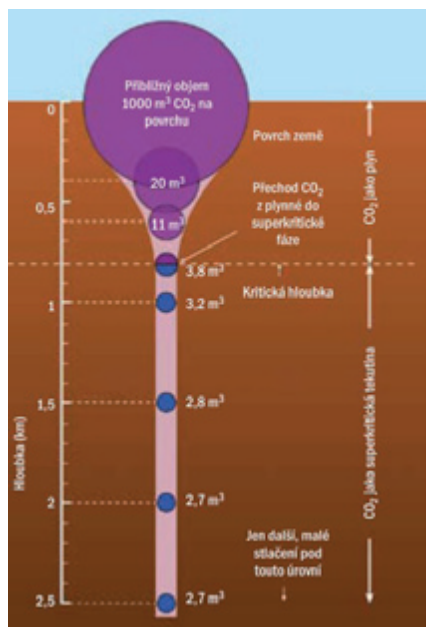
V Evropě jsou velmi rozšířené sedimentární pánve – oblasti s převahou usazených hornin – např. pod mořským dnem v Severním moři nebo na pevnině okolo horského hřebene Alp. Mnoho takových míst splňuje kritéria pro geologické ukládání CO_2 , tudíž je vědci nyní mapují a zkoumají. Příkladem oblasti se značným potenciálem je tzv. „jižní permská pánev“, která se rozprostírá od Anglie až po Polsko. Horotvorné procesy zanechaly v usazených horninách část pórů vyplněných slanou vodou, ropou nebo zemním plynem a stlačily jílové vrstvy do formy s nízkou propustností. Velká část pískovcových formací leží v hloubce 1 až 4 km, kde je dostatečný tlak, který umožňuje uložit CO_2 v tekutém skupenství s vysokou hustotou. Voda má v těchto hloubkách obsah solí až 400 g/l; je tedy mnohem slanější než voda mořská (35 g/l). Horotvorné pohyby v pánvi způsobily plastické deformace vrstev soli kamenné, které vytvořily stovky dómových struktur postupně zadržujících zemní plyn. Právě tyto „pasti“ se studují jako případná úložiště CO_2 pro pilotní projekty. Oblasti tvořené prastarou zpevněnou zemskou kůrou, jako např. většina Skandinávie, nemají pro geologické ukládání vhodné horniny.

UKLÁDÁNÍ – INJEKTÁŽ

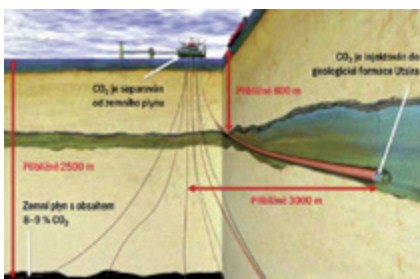
Na úložišti se oxid uhličitý vpraví pod zem tlakem. Protože je cílem dlouhodobé uložení CO_2 , musíme si být jisti celistvostí horninové formace. Injektážní tlak by tedy neměl překročit mezní tlak pro tvorbu trhlin v hornině. Pro stanovení maximálního injektážního tlaku se používají geomechanické analýzy a modely.

Po injektáži vyplňuje CO_2 pórové prostory v hornině, které jsou ve většině případů už zaplněny solankou, tj. slanou vodou.

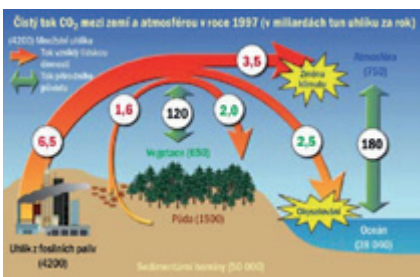
1. **Akumulace pod těsnicí horninou.** Protože i „husť“ CO_2 je lehčí než voda, má tendenci stoupat vzhůru. Tento pohyb se zastaví, když oxid uhličitý narazí na vrstvu hornin, která je nepropustná, působí jako past a brání CO_2 stoupat vzhůru.
2. **Zadržení v malých pórech.** Plyn se zadrží, když jsou póry v rezervoárové hornině tak úzké, že se CO_2 už nemůže dále pohybovat směrem vzhůru.
3. **Rozpouštění.** Malé množství injektovaného CO_2 se rozpustí v solance přítomné v pórech hornin rezervoáru. Voda s rozpuštěným CO_2 je těžší než voda bez něj a má proto tendenci klesat ke dnu rezervoáru. Vzhledem ke stoupání injektovaného CO_2 a klesání vody s rozpuštěným CO_2 se neustále obnovuje kontakt mezi solankou a CO_2 . Tím se zvyšuje množství CO_2 , které se může rozpustit.



► V HLOUBCE KOLEM 0,8 KM SE CO₂ STÁVÁ HUSTOU, SUPERKRITICKOU TEKUTINOU. JEHO OBJEM DRAMATICKY KLESÁ Z 1000 M³ NA POVRCHU NA 2,7 M³ VE DVOUKILOMETROVÉ HLOUBCE. TO JE JEDEN Z FAKTORŮ, KTERÉ ČINÍ GEOLOGICKÉ UKLÁDÁNÍ VELKÝCH MNOŽSTVÍ CO₂ TAK ATRAKTIVNÍM.



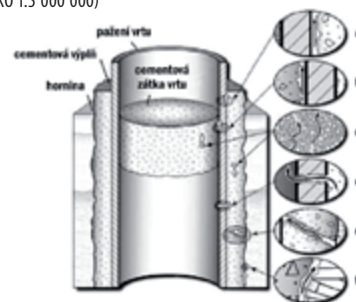
► ŘEZ ÚLOŽIŠTĚM SLEIPNER, NORSKO. Z HLOUBKY 2 500 M SE TĚŽÍ ZEMNÍ PLYN, OBSAHUJÍCÍ NĚKOLIK PROCENT CO₂, KTERÝ SE MUSÍ ODSTRANIT, ABY PLYN VYHOVOVAL KOMERČNÍM STANDARDŮM. NAMÍSTO VYPOUŠTĚNÍ DO ATMOSFÉRY SE ZACHYCNÝ CO₂ INJEKTUJE DO PÍSKOVCOVÉHO AKVIFERU UTSIRA V HLOUBCE PŘÍBLIŽNĚ 1000 M.



► ČISTÝ TOK CO₂ MEZI ZEMÍ A ATMOSFÉROU V ROCE 1997



► GEOLOGICKÁ MAPA EVROPY UKAZUJÍCÍ ROZMÍSTĚNÍ HLAVNÍCH SEDIMENTÁRNÍCH PÁVNÍ (ČERVENÉ ELIPSY), KDE LZE NAJÍT VHDNÉ REZERVOÁRY PRO UKLÁDÁNÍ CO₂ (MĚŘÍTKO 1:5 000 000)



► MOŽNÉ MIGRAČNÍ CESTY CO₂ VE VRTU. ÚNIK JE MOŽNÝ SKRZ DEGENEROVANÝ MATERIÁL (C, D, E) NEBO PODÉL STYČNÝCH PLOCH (A, B, F).

4. **Mineralizace** (minerální zadržení). Oxid uhličitý v kombinaci se solankou přítomnou v rezervoáru může reagovat s minerály tvořícími horniny úložiště. Některé minerály se mohou rozpustit, zatímco jiné se naopak mohou vysrážet, a to v závislosti na pH a minerálním složení rezervoárových hornin. I po velmi dlouhé době bude pomocí mineralizace zadržena jen relativně malá část CO₂. Po 10 000 letech by to mělo být pouhých 5 % uloženého oxidu, zatímco 95 % by se mělo rozpustit a žádný CO₂ by neměl zůstat ve formě samostatné fáze (husté tekutiny).

JAK TO VÍME?

Jednak díky laboratorním měřením: na vzorcích hornin lze provádět experimenty s mineralizací, prouděním a rozpouštěním. Dalším pomocníkem jsou numerické simulace: počítačové programy lze využít k predikci chování oxidu uhličitého v mnohem delších časových intervalech. Můžeme studovat přírodní rezervoáry CO₂, kde je tento oxid (většinou vulkanického původu) zadržován v podzemí po dlouhá časová období, často po miliony let. Takové struktury se označují jako „přírodní analogy“. Samozřejmě probíhá monitorování demonstračních projektů geologického ukládání CO₂, jako jsou např. Sleipner (při pobřeží Norska), Weyburn (v Kanadě), In Salah (v Alžírsku) nebo K12b (při pobřeží Nizozemí). Výsledky krátkodobých simulací se zde porovnávají se skutečnými terénními daty, což umožní zpřesnit použité modely. Za příznivých geologických podmínek může být přírodně vzniklý plyn zadržen po dobu stovek tisíc až milionů let.

ALE „CO KDYŽ...“?

Oxid uhličitý je pro lidské zdraví nebezpečný jen ve velmi vysoké koncentraci, zhruba od 50 000 ppm (5 %), kdy způsobuje bolesti hlavy, závrať a nevolnost. Uniká-li však CO₂ v ploché otevřené krajině, rychle se rozptýlí ve vzduchu, a to i při slabém vět-

ru. Ve skutečnosti mnoho lidí trvale žije v oblastech s každodenními přirozenými výrony plynu. Např. v Ciampinu v Itálii, poblíž Říma, jsou obytné domy jen 30 m od míst výronů plynu, kde koncentrace CO₂ v půdě dosahují 90 % a denně do atmosféry uniká 7 tun CO₂. Místní obyvatelé se vyhýbají riziku dodržováním jednoduchých preventivních opatření – nespí v přízemí a domy dobře větrají.

DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Potenciální dopady uniků oxidu uhličitého by se lišily v závislosti na tom, zda je úložiště situováno na pevnině nebo pod mořským dnem. U mořských ekosystémů hlavní účinek spočívá ve snížení pH okolní vody. S tím související dopady na faunu, která žije na mořském dně a nemůže se přesunout. U pevninských ekosystémů mohou být dopady takovéto:

- » Vegetace – Koncentrace CO₂ v půdním vzduchu na úrovni 20–30 % jsou z hlediska výživy rostlin vlastně příznivé a zvyšují rychlost růstu některých druhů, ale hodnoty nad tímto limitem mohou být pro některé (ale ne všechny) rostliny smrtící. Tento jev se koncentruje na bezprostřední okolí místa výronu plynu; vegetace však zůstává silná a zdravá už ve vzdálenosti několika metrů.
- » Kvalita podzemní vody – Přidání CO₂ může pozměnit chemické složení podzemní vody, neboť voda se pak stává kyselější a z hornin a minerálů se mohou uvolnit některé prvky. Mnoho evropských akviferů je obohaceno přírodním CO₂ a voda z nich se často jímá do lahví a prodává jako „minerální“.
- » Integrita hornin – Okyselení podzemní vody může způsobit rozpouštění hornin, snížení strukturální celistvosti a vytvoření závrtů.

(Zpracováno na základě publikace Co to vlastně je geologické ukládání CO₂?, vydal Geonet, www.CO2geonet.eu. Plný text článku najdete na www.tretpol.cz.)

VLADIMÍR KOLEJKA, MARIE DUFOVÁ

→ Víte, že... podzemní ukládání CO₂ není lidským vynálezem?

Jde o zcela přírodní a široce rozšířený jev, což dokazují přirozená ložiska oxidu uhličitého, která v přírodě existují po tisíce a miliony let. Příkladem je skupina osmi přirozených ložisek CO₂ v jihovýchodní Francii, která byla objevena při ropném průzkumu v 60. letech 20. století. Tyto přírodní lokality i mnoho dalších po celém světě dokazují, že geologické formace jsou schopny účinně a bezpečně zadržovat CO₂ po extrémně dlouhá časová období.

→ Co pro výzkum CCS dělá Česká republika

V České republice začal výzkum v oblasti CCS až začátkem nového tisíciletí. V rámci projektů EU (CASTOR, GeoCapacity) proběhla na území České republiky v letech 2003–2008 inventarizace vhodných geologických oblastí a struktur pro ukládání CO₂ a předběžného odhadu potenciální úložné kapacity. V současnosti je předmětem výzkumu celý řetězec technologie CCS – od zachycování CO₂ v elektrárnách až po ukládání do podzemí v rámci národního projektu, financovaného Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR. Pro ukládání CO₂ v podzemí se v laboratořích testují vzorky hornin, získané z hlubokých vrtů.

