



X. KÁRPÁT-MEDENCEI KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KONFERENCIA

2014. március 27–29., Kolozsvár



**SAPIENTIA ERDÉLYI MAGYAR TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS MŰVÉSZETI KAR, KOLOZSVÁR
KÖRNYEZETTUDOMÁNY TANSZÉK**

TERMÉSZETES ÉS POTENCIÁLIS SZÉN-DIOXID TÁROLÓ FÖLDTANI FORMÁCIÓK ÖSSZEHASO NLÍTÁSA

Sendula Eszter¹, Király Csilla¹, Szabó Zsuzsanna², Forray Viktória¹,
Páles Marianna¹, Falus György³, Füri Judit³, Kónya Péter³, Kovács István³,
Szabó Csaba¹

¹ Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földrajz- és
Földtudományi Intézet, Litoszféra Fluidum Kutató Labor, H-1117 Budapest,
Pázmány Péter sétány 1/C, *sendulaeszter1990@gmail.com*

² Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpont,
1525 Budapest 114, P.O.B. 49

³ Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, 1143 Budapest, XIV., Stefánia út 14.

Összefoglaló: Munkánk során az Alföld területén található, CO₂ tárolás szempontjából legígéretesebb tároló kőzetben CO₂ beszajtolás hatására lejátszódó geokémiai folyamatok előrejelzésére geokémiai modelleket készítettünk. A modellek eredményeit összevetettük az azonos formációban található természetes CO₂ tárolóban lejátszódó reakciókkal. A természetes tároló mintái a geokémiai modellezés eredményével egyezően megerősítették a kalcit oldódását és a dolomit, valamint az ankerit kiválását, továbbá a dawsonit jelenlétét.

Kulcsszavak: CO₂ geológiai tárolás, geokémiai modellezés, természetes analóg

Bevezetés

A XXI. század egyik fő környezeti problémaköre a globális klímaváltozás, amelyben jelentős szerepet játszik a szén-dioxid atmoszférikus részarányának növekedése. A CO₂ kibocsátás mértékének csökkentésére egy átmeneti megoldás az ipari folyamatok során keletkezett szén-dioxid leválasztása, majd felszín alatti geológiai tárolókba való visszajuttatása és megkötése.

Magyarországon CO₂ tárolás szempontjából az Alföldön található sós vizű rezervoárok a legjelentősebbek. Ezen kőzetek reakciója a pórsvízzel és a beszajtolandó CO₂-val kérdéses. A CO₂ hatására végbemenő reakciók megértéséhez geokémiai modelleket készítettünk, amelyek eredményeit összehasonlítottuk a Kisalföldön elhelyezkedő, azonos formációban található természetes CO₂ tároló rendszerek jellemzőivel. A két terület rétegsora hasonló fizikai és geológiai környezetben alakult ki a késő-miocénben (pannonban), így együttes vizsgálatuk egyedülálló lehetőséget nyújt a geokémiai modellezések eredményeinek tesztelésére.

Földtani háttér

Magyarország területén a medencekitöltő pannon üledékek a Pannon-tóba a környező hegységekből érkező nagy hozamú folyók jelentős mennyiségű

hordalékanyagának leülepedésével keletkezett (Pogácsás et al., 1988). Az ÉNY-i, illetve DK-i irányból progradáló folyók a delta előterében vastag turbidit összletet halmoztak fel, amely a CO₂ tárolás szempontjából potenciális homokos tároló kőzeteket képez. Fedője a deltalejtőn képződött pélites üledékekkel jellemezhető sorozat (Juhász, 1992), amely regionális kiterjedése és kis permeabilitása miatt hatékony fedőközet lehet a CO₂ geológiai tárolása során (Falus et al., 2011).

A potenciális CO₂ tároló geokémiai folyamatainak vizsgálata

A potenciális CO₂ tároló kőzet reaktivitás-vizsgálatához a PHREEQC-3 (Parkhurst & Appelo, 2012) geokémiai modellező programot használtuk, a nemzetközileg elfogadott Lawrence Livermore National Laboratory (USA) adatainak felhasználásával készített, *lnl.dat* termodinamikai adatbázist alkalmazva. A modell felállításához valós kőzet- és vízzadatokot használtunk, ismert hőmérséklet és nyomás viszonyok mellett.

A modellezéshez használt kőzet adatot az alföldi területről származó 3 mélyfúrásból vett 7 magminta (1490–2229 m) modális összetételéből számoltuk. A kőzetek fő ásványos alkotója a kvarc, a karbonát ásványok, valamint a csillám, továbbá a CO₂ tárolás szempontjából jelentős a plagioklász és a klorit. A vízzadatok forrása az adott fúrás 10 km²-es területéről származik, ahonnan a modellezéshez használt kőzetadat 100 m-es mélységközéből származó 9 vízzadat átlagát használtuk fel.

A természetes CO₂ analóg talajdonságai

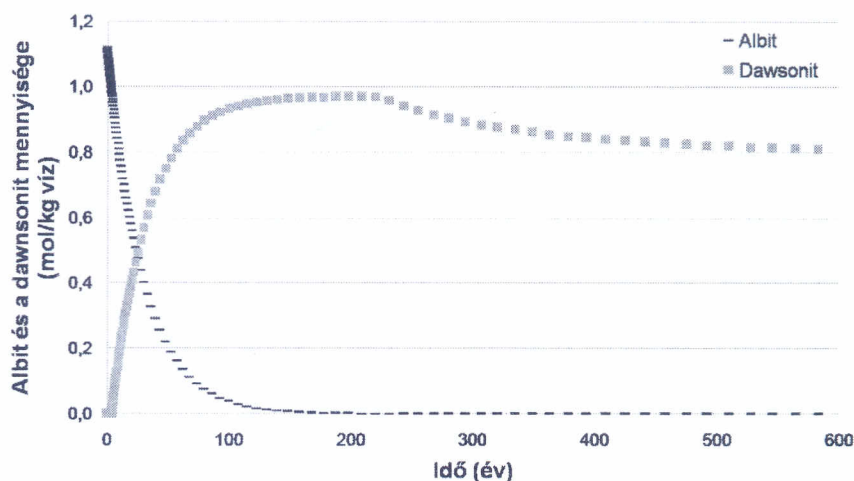
A vizsgálataink során 5 Mihályi-Répcelak területén mélyült fúrásból származó 8 fúrómagot elemeztünk, amelyek mindegyike iparilag termelhető CO₂ telepből származik.

A minták ásványos összetételét polarizációs mikroszkóppal, XRD-vel, TG-vel, Raman-spektroszkópiával, FTIR-vel és SEM-vel vizsgáltuk. Az eredmények azt mutatják, hogy a homokkővek fő ásványai a kvarc, a dolomit és az ankerit, a csillám, továbbá a földpát, ezen kívül megjelenik a dawsonit is.

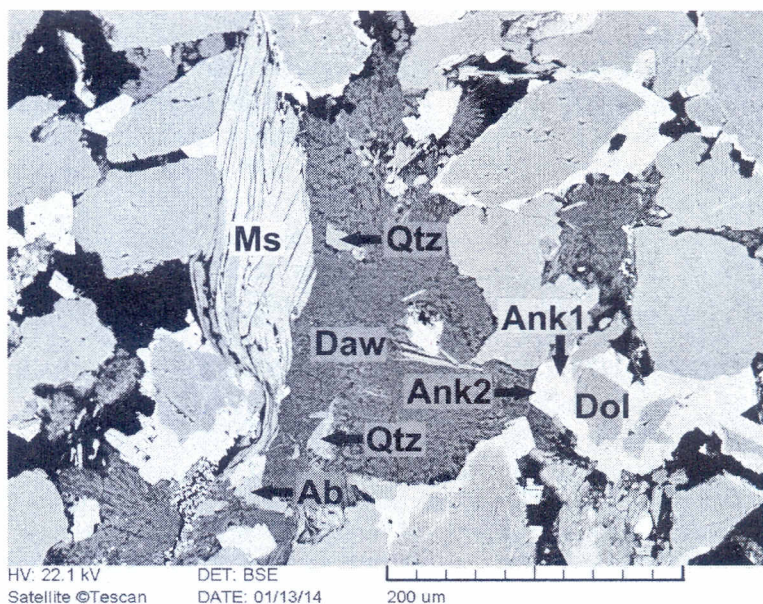
Eredmények összehasonlítása

A geokémiai modellezés eredményei jelzik, hogy a CO₂ pórusfluidumba való beoldódása során csökken a pH, valamint teljesen beoldódik a homokkőből a pórusfluidumba az albit, a klorit és a kaolinit. Részlegesen oldódik a kalcit, a K-földpát és a pirit. Továbbá kiválnak a következő fázisok: kvarc, muszkovit, dolomit, ankerit és új fázisként megjelenik a dawsonit (NaAlCO₃(OH)₂). Utóbbi ásvány a rendszerbe kerülő többlet CO₂ megkötésében játszik szerepet. Továbbá az is feltételezhető, hogy a dawsonit képződésében jelentős szerepet játszik az albit oldódása, mivel ebből az ásványból nyeri Na⁺ és Al³⁺ tartalmát (1. ábra). A modellek emellett arra engednek következtetni, hogy a kalcit oldódása, valamint a dolomit és az ankerit kiválása a CO₂ tárolás hatására gyorsan lejátszódó reakciók.

Dawsonit és albit mennyiségének változása a kőzetben 600 év alatt



1. ábra. Dawsonit ($\text{NaAlCO}_3(\text{OH})_2$) kiválása és albit oldódása a geokémiai modell alapján az idő függvényében.



2. ábra. Pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM) készült visszaszórt elektron kép, amely a dawsonit (Daw) szöveti helyzetét mutatja, sejtetve, hogy a dawsonit az albit (Ab) oldódása során alakulhatott ki. Emellett a kép jelzi a dolomitra (Dol) kivált ankerit (Ank) kettős zónáját. További, az ábrán megjelenő ásványok a muszkovit (Ms) és a kvarc (Qtz).

A természetes tároló mintái – két fúrás kivételével – a geokémiai modellezés eredményével egyezően dawsonitot is tartalmaznak (2. ábra). Az SEM vizsgálatok eredményeként szöveti alapon feltételezhető, hogy a dawsonit az albit oldódásából származik, továbbá látható, hogy a dolomit szemcsékre ankerit vált ki, amely több esetben két lépcsőben történhetett meg (2. ábra).

Ezen kívül az XRD vizsgálatok is megerősítik a modellek eredményeit, mivel a kalcit mennyisége a potenciális tároló értékeinél a természetes CO₂ tárolóban jóval kisebb (kb. fele), ezzel szemben a dolomit és ankerit a CO₂-vel való reakció folytán a természetes CO₂ tárolóban jelentősen több.

Összefoglalás

A geokémiai modellezés eredményei jól nyomon követhetők a természetes CO₂ tároló kőzetek vizsgálata során. Az albit oldódásából dawsonit keletkezik, míg a kalcit oldódásával egyetemben dolomit és ankerit válik ki, amely karbonát ásványok a vízben oldott többlet CO₂-ot szilárd halmazállapotban kötik meg.

Irodalom

- Falus, Gy., Szamosfalvi, Á., Jencsel, H., Hámor-Vidó, M., Török, K. **2011.** A hazai földtani szerkezetek felmérése a szén-dioxid-visszasajtolás szempontjából. *Magyar Tudomány* 4: 450–458.
- Juhász, Gy. **1992.** A pannóniai (s.l.) formációk térképezése az Alföldön: elterjedés, fácies és üledékes környezet. *Földtani Közöny* 122/2-4: 133–165.
- Parkhurst, D. L., Appelo, C. A. J. **2012.** Description of input and examples for PHREEQC version 3—A computer program for speciation, batch-reaction, one-dimensional transport, and inverse geochemical calculations. *U. S. Geological Survey Open-File Report*. p. 490.
- Pogácsás, Gy., Lakatos, L., Ujszászi, K., Révész, G., Várkonyi, L., Várnai, P., Révész, I. **1988.** Seismic facies, electro facies and Neogene sequence chronology of the Pannonian basin. *Acta Geologica Hungarica* 31: 175–207.

PROPERTIES OF A POTENTIAL CO₂ RESERVOIR VS. A NATURAL CO₂ RESERVOIR

Abstract: The reduction of greenhouse gas (e.g. CO₂) emission has a key role in the European Union energy and climate change policy. One possible way is to mitigate the CO₂ emission and store it in geological formations. In Hungary the most abundant potential storage formations are mostly saline aquifers of the Great Hungarian Plain with sandstone reservoir and clayey caprock. In addition, we have the opportunity to study natural, leak-proof CO₂ reservoirs occurring in the Little Hungarian Plain (NW-Hungary) in the same geological formations. These two successions were deposited in similar physical and geological environment during the Late Miocene. The study of these two areas together is a unique opportunity to understand the safety of geological storage of industrial CO₂. Furthermore, studying the natural CO₂ occurrences different

geochemical models can be tested, which are meant to predict the geochemical behavior of the potential CO₂ reservoir during and after CO₂ injection.

Drilling core samples have been collected from the reservoir rocks and their caprock from both areas. The mineral composition of the reservoir rock samples were analyzed with petrographic microscope and SEM. The caprock samples were measured by XRD, DTA and FTIR. The water compositions of the studied depth were known from well-log database. Simple geochemical models outputs were calculated using data (water chemistry, mineral composition) from the potential reservoirs. The results of the model are in good agreement with the results of the analysis of the natural occurrences. Both show the formation of dolomite, ankerite and dawsonite, as well as the dissolution of albite.

Keywords: CO₂ geological storage, geochemical modeling, natural analogue