

Földtudományok Doktori Iskola

**A mikrotörés hálózat és a karsztosodás kapcsolata recens (Mecsek) és
paleokarsztos (Gomba) rezervoárokban**

Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei

Szerző:

Bauer Márton

Témavezetők:

Dr. M. Tóth Tivadar

Dr. Raucsik Béla

Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék

Természettudományi és Informatikai Kar

Szegedi Tudományegyetem

2016

Szeged

1. Bevezetés és célok

A karsztos és paleokarsztos fluidum tárolók rendkívül heterogén szerkezeti egységek, melyek világszerte jelentős részesedéssel bírnak mind a szénhidrogén termelés, mind pedig a geotermikus energia hasznosítás területén. Az általában rétegzett vagy pados karbonátos képződményekben a fő tárolási tereket és áramlási pályákat a törésrendszer alakítja ki, melyet tovább tagolnak az esetleges barlangi üregek, vagy kollapszusok, de a kisebb méretű oldásos üregek, kavernák is számottevően növelhetik a pórusteret.

Magyarország prekainozoos aljzatában számos helyen találhatóak olyan karbonát testek, melyek alkalmasak lehetnek szénhidrogén tárolásra, illetve a földtörténet során valamikor karsztosodhattak (Dolton 2006). A Paleogén Medencében található gombai szénhidrogén telep is repedezett mészkövekhez köthető, melyekben karsztosodáshoz kapcsolható folytonossági hiányok találhatóak. A terület kutatása a 90-es évek végén kezdődött meg, míg a termelés a kétezres évek elején. Az eltelt időszak alatt felhalmozódott geológiai és geofizikai ismeretek nem kerültek publikálásra, így kizárólag a MOL Nyrt. belső jelentéseiből ismertek.

A dolgozat fő célja, a gombai szénhidrogén telep karbonátos kőzettestének petrológiai jellemzése, különös tekintettel az esetleges karsztosodási fázisokat meghatározó törésrendszerre. További célja, hogy az egyedi törésekből épített törésrendszer-szimulációk alapján a karsztosodásra alkalmas mélységtartományokat felderítse, illetve meghatározzon olyan zónákat, ahol fejlettebb üregrendszer nem alakulhatott ki. Szintén célja a disszertációnak a Nyugat-Mecseki karszt repedésrendszere és karsztos formakincse közötti kapcsolat megismerése. Mivel ez a terület felszín közeli és több évtizedes szerteágazó kutatási múlttal bír, így a kapott eredmények jól korrelálhatók más ismeretekkel. Az ilyen formán validálható eredmények fontos következményekkel bírhatnak a gombai szénhidrogén rezervoár repedésrendszerének vizsgálatában is.

A disszertáció két részből áll. Az első szakasz a törés paraméterek (hosszúság, nyitottság, sűrűség) és a karsztos formák kapcsolatával foglalkozik az orfíui Vízfőforrásbarlang példáján, a második pedig a gombai szénhidrogén rezervoár kőzetтанát és repedésrendszerét elemzi. A disszertációban az alábbi fő kérdések megválaszolása a cél:

- 1) Képes-e a törésrendszer egy rezervoárt tagolni?
- 2) Milyen összefüggés mutatható ki a törésrendszer geometriai paramétereinek térbeli eloszlása és a karsztos objektumok elhelyezkedése között?
- 3) Melyik törésgeometriai paraméter befolyásolja a legjobban a karsztos objektumok elhelyezkedését?
- 4) Lényeges szerepet játszik-e a törésrendszer a szénhidrogén migrációban a gombai mező esetén?
- 5) Van-e a törések oldódásának és a karsztosodásnak bármiféle hatása a gombai rezervoárra?
- 6) Hogyan lehetséges a karsztosodás nyomainak kimutatása a gombai szénhidrogén tárolóban?

2. Alkalmazott módszerek

A mintaterületek sajátosságából fakadóan némileg különböző módszertan alkalmazása volt célravezető a két vizsgált területen, ugyanakkor az alkalmazott munkafolyamat mindkét esetben azonos: kőzettani jellemzés, törés parametrizálás, DFN szimuláció, végül a következtetések levonása.

A mecseki mintaterület esetében a petrológiai jellemzés – köszönhetően a jelentős mennyiségű irodalmi forrásnak – irodalmi adatok alapján történt. A gombai terület esetében azonban célszerű volt a fúrómagok petrográfiai újra értelmezése is, így mind makroszkópos, mind vékonycsiszolati léptékben vizsgáltam a Gomba-1 és

Gomba-3 fúrás rendelkezésre álló kőzetmintáit. Az optikai mikroszkópos elemzés mellett Pásztázó Elektron Mikroszkópos, Röntgen diffrakciós, Röntgen fluoreszcens, Raman spektroszkópiás, UV-spektroszkópiás és katód lumineszcens, fluidum zárvány, valamint stabil izotóp összetétel vizsgálatok is történtek. A maximális hőmérséklet megbecslésére Raman spektroszkópiai alapú szenes anyag termométert alkalmaztunk (Beysac et al. 2002, Rahl et al. 2005).

A feltárt breccsás szakaszok esetében a szöveti vizsgálatot képelemzési módszerrel végeztük el vékonycsiszolatokon, melyhez Olympus Stream Essential és ImageJ szoftvereket alkalmaztunk. A vizsgálat során mértük a klasztok méretét, a klasztok átlagos tengelyirányát, a klasztok és a mátrix arányát és a klasztok kerekítettségét is.

A legnagyobb eltérés a két területen alkalmazott módszerben a törésparametrizálás esetén volt. A felszíni esetben változó méretű (0,1–2,0 m²) kőzetkibukkanások, míg a gombai területen a fúrásban mért CBIL/FMI logok, illetve maguk a fúrómagok szolgáltatták a mintákat. Mindkét esetben vizsgáltuk a törések hosszúság eloszlását (E), a törések nyitottságát (a), és a törés sűrűséget, melyet a fraktál dimenzióval jellemeztünk (D). A mecseki mintaterület esetében minden paramétert digitalizált kőzetkibukkanásokról származtattunk (összesen 11 minta, 1727 db törés). Amíg a mecseki terület esetében a D paramétert box-counting módszerrel számítottuk, addig a fúrásokban (gombai minták), az értelmezett CBIL/FMI adatsorból meghatározott Hurst kitevőből származtattuk a D értéket.

A gombai minták esetében az egyedi törések alakját is vizsgáltam képelemzési módszerekkel. A törésgeometriai eredmények nagyméretű adatbázisa lehetővé tette az adatok többváltozós statisztikai feldolgozását, melynek elsődleges célja az oldott és nem oldott törések csoportosítása volt. Végül a kapott adatokból töréshálózati modelleket készítettem a RepSim szoftver segítségével (M. Tóth 2003, 2010), melyek szerkezetét összevetve az ismert litológiai felépítéssel, valamint a fúrás során felmerült technikai problémákkal (pl. teljes iszapvesztés), sikerült kimutatni olyan zónákat a

vizsgált kutak környezetében, ahol jelentősebb üregesedés valószínűsíthető, illetve olyan mélység tartományokat, ahol fejlettebb üregrendszer nem várható.

3. Új tudományos eredmények

A dolgozatban bemutatott kutatás az alábbi új tudományos eredményeket szolgáltatotta:

1. A mecseki terület esetében két kommunikáló törészónát és a két térrész között egy nem repedezett zónát mutattam ki. Az egyik repedezett zónában található víznyelő barlangok (pl. Trió-barlang, Gilisztás-barlang, Szuadó-barlang) a másik repedezett zónában található forrással (Vízfő-forrás barlang) hidraulikai kapcsolatban állnak, így bizonyos, hogy a két terület között a hidraulikai kapcsolat nem a törések, hanem főként a réteglapok menti áramlással zajlik.
2. A mecseki mintaterület vizsgálata alapján kimutattam, hogy egy hidraulikailag egységesként értelmezett karbonátos vízgyűjtőt a mikrotöréshálózat képes olyan részterületekre tagolni, melyek között a hidraulikus kapcsolat bizonyosan nem a törésrendszeren keresztül történik. Mindez azt is jelenti, hogy egy vízgyűjtő területen elkülöníthetők olyan térrészek, ahol az oldódás képes összefüggő felszín alatti üregrendszert kialakítani és olyanok, ahol a fejlett üregrendszerek kialakulása gátolt. Tehát nem azonos valószínűséggel keletkeznek karsztos üregek egy adott vízgyűjtőn, még akkor sem, ha minden más paraméter (pl. klíma, talajvastagság, felszín morfológia, litológia, stb) azonos is.
3. A gombai rezervoár triász rétegsorában három kőzettípust különítettem el. A leggyakoribb kőzettípus a grainstone, wackestone szövetű onkoidos mészkő, melynek fekéjét a mészkő szövetszelektív átkristályosodásával keletkezett dolomitos mészkő alkotja. A mészkő fedője a kaotikus szövetű, változó

vastagságú breccsa. A breccsa mátrixának összetétele (magas dickit és kvarc tartalom), valamint a breccsát alkotó szemcsék összetétele (karbonátok, metamorf kavicsok és agyagkövek), valamint a szöveti paraméterek mind kizárják a tektonikus eredetet. Az ásványtani, geokémiai és képelemzés eredmények alapján a breccsa kialakulása karsztosodáshoz kötött, hidraulikus és/vagy regolit genetikájú.

4. Az érkitöltések vizsgálata, valamint az ásványos összetétel alapján arra következtetésre jutottam, hogy a gombai rezervoár a régmúltban bizonyosan magasabb hőmérsékleti tartományba került, mint a mai állapot (125 °C). A törésekben található szerves anyag Raman termometriai mérési eredménye, valamint a mintákban található dickit jelenléte a betemetődés maximális hőmérsékletét ~220 °C-nak mutatja.
5. A gombai terület repedésrendszerének vizsgálata során 4 törésgenerációt különítettem el, melyek közül a legfiatalabb, a breccsa képződésénél is fiatalabb törésrendszer kalcit kitöltéseiben a napjainkban termelt olajjal azonos UV-spektrummal jellemezhető olajzárványokat azonosítottam, így bizonyítottam, hogy a törésrendszer aktív eleme a recens szénhidrogén migrációnak. Az idősebb törésgenerációk bitumen kitöltést tartalmaznak, mely egy korábbi szénhidrogén migrációt jeleznek.
6. Az egyedi törések képelemzési vizsgálata alátámasztja, hogy számos törés alakja az oldódás hatására számottevően módosult. Az oldott és nem oldott törések numerikus elkülönítésére számított diszkriminancia függvény alkalmazásával az oldódás mértéke megbecsülhetővé vált. Kimutattam, hogy a vizsgált mészkőtest legintenzívebben töredezett szakaszain is található nem oldott törések, melyek ez alapján nem vettek részt az egykori áramlási rendszerben.

7. A gombai területen igazoltam egy karsztosodási esemény meglétét, melyet alátámaszt a fúrás során harántolt üreg jelenléte, a különböző mélységekben megjelenő polimikt breccsa, a breccsa klasztjai között feltárt cseppkő szövetű édesvízi mészkő töredék, a jelentős számú oldott törés, a fúrómagokon található oldódási nyomok, valamint a breccsa mátrixában található jelentős dicket tartalom, mely a trópusi mállás eredményeként létrejövő kaolinit magasabb hőmérsékletű változata.

8. A gombai rezervoár esetében, a Gomba-1 és Gomba-3 kutak környezetében a töréshálózat nem alkot összefüggő törésrendszert. Mindkét kút esetében két összefüggő, nagyméretű törésrendszert választ el egy nem töredezett zóna. A mecseki területhez hasonlóan itt is lehatárolhatóak olyan területek, melyek szerkezetileg predestinálják azokat a zónákat, ahol kialakulhattak fejlettebb üregrendszerek, illetve ahol nem. A barlangképződésre alkalmas mélységintervallumok mindegyike tartalmaz valamilyen paleobarlangra utaló nyomot (pl. barlangi üledék, nyitott üreg, extrém nagy/teljes iszapveszteség). A földtani környezet és irodalmi analógiák alapján az egykori barlangrendszer egy epigén, patakos (branchwork) típusú barlang volt, melynek fő járatai ÉK-DNy irányt vehettek fel.

4. References

- Beyssac, O., Goffé, B., Chopin, C., Rouzaud, J. N. (2002): Raman spectra of carbonaceous material in metasediments: A new geothermometer. *Journal of Metamorphic Geology*, 20, 859–871.
- Dolton, G. L. (2006): Pannonian Basin Province, Central Europe (Province 4808) – Petroleum geology, total petroleum systems, and petroleum resource assessment. *U.S. Geological Survey Bulletin*, 2204, B, 47.
- M. Tóth, T. (2003): Mészkö területek repedésrendszerének modellezési lehetőségei (Modeling possibilities of limestone areas- In Hungarian). In: Kiss A., Mezősi, G., Sümeghy Z. (eds): *Ünnepi tanulmányok Keveiné Bárány Ilona professzor asszony tiszteletére*. University of Szeged, Szeged, 447–455.
- M. Tóth, T. (2010): Determination of geometric parameters of fracture networks using 1D data. *Journal of Structural Geology*, 32, 7, 878-885.
- Rahl, J. M., Anderson, K. M., Brandon, M. T., Fassoulas, C. (2005): Raman spectroscopic carbonaceous material thermometry of low grade metamorphic rocks: calibration and application to tectonic exhumation in Crete, Greece. *Earth and Planetary Science Letters*, 240, 339–354.

5. Publikációs lista

5.1. Folyóirat

Bauer, M., M. Tóth, T., Raucsik, B., Garaguly, I. (2016): Petrology and Paleokarst features of the Gomba hydrocarbon reservoir (Central Hungary). *Central European Geology*, In press.

Bauer, M., M. Tóth, T. (2015): Modeling microfracture geometry to assess the function of a karst system (Vízfő spring catchment area, Western Mecsek Mountains, Hungary). *Geologica Croatica*, 68, 4, 11–23.

Bauer, M., M. Tóth, T. (2011): A mikrotörés hálózat szerepe a barlangok fejlődésében az Orfűi Vízfő-forrás vízgyűjtőjén. *Karsztfejlődés*, XVI, 101. (HU ISSN 1585-5473)

5.2. Könyv, könyvrészlet

Barta, K., Tarnai, T., Bauer, M. (2012): A Nyugat-Mecseki Karszt Általános Jellemzése. In: Barta, K., Tarnai, T. (Eds.) *A Nyugat-Mecsek Karsztja*. Geolitera: 13-25. (ISBN: 978-963-306-163-3)

5.3. Konferencia kiadvány

Bauer, M. (2013): A gombai szénhidrogén rezervoár karsztosodásának litológiai bizonyítékai. XV. Székelyföldi Geológus Találkozó 2013, Kézdivásárhely, Románia 2013. 10. 24-27.

Muladi, B., Csépe, Z., Mucs, L., Puskás, I., Koltai, G., Bauer, M. (2013): Climatic Features of Different Karst Caves in Hungary. 16th. International Congress of Speleology, Brno 2013. 07 21-28 In: Michal Filippi, Pavel Bosák (Eds.) 16th

International Congress of Speleology: Proceedings Volume 2 Prague: Czech Speleological Society, 2013. pp. 432-438. (ISBN: 978-80- 87857-08- 3)

Bauer, M. (2013): Lithological evidences of the karstification of a reservoir near Gomba (Central Hungary). Ifjú Szakemberek Ankétja 2013, Békéscsaba, 20.

Bauer, M., M. Tóth, T. (2012): A gombai szénhidrogén rezervoár karsztosodásának közzettani bizonyítékai és lehetséges következményei. III. Közzettani és Geokémiai Vándorgyűlés 2012, Telkibánya.

Bauer, M. (2012): The role of the microfracture network of the cave evolution in the Vízfő catchment area, near Orfű. Ifjú Szakemberek Ankétja 2012, Tatabánya. 14.

Bauer, M. (2011): A repedésgeometria és a barlangok kapcsolata az orfűi Vízfő-forrás vízgyűjtőjén. XVI. Karsztfejlődési Konferencia, Szombathely. 2011. 05. 26-29.