

Az algyői telepeket övező szénhidrogén-felhalmozódások genetikája és migrációs modellje

Dr. KONCZ ISTVÁN okl. vegyészmérnök, a földtudományok kandidátusa

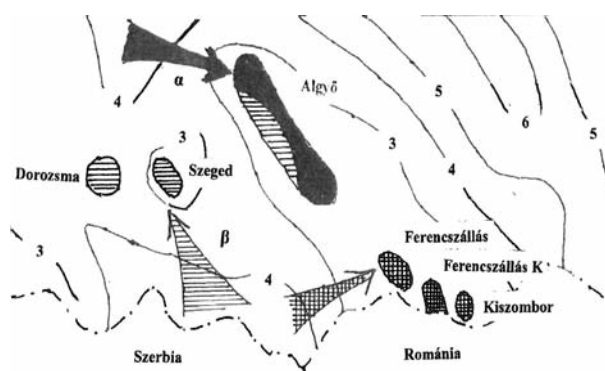


Geokémiai adatok felhasználásával kísérli meg a szerző annak megállapítását, hogy milyen korú anyaközetekben keletkeztek az algyői telepeket övező felhalmozódások, a Dorozsma, Szeged, Ferencszállás és Ferencszállás K-Kiszombor mezők olaj-szénhidrogénjei. Az említett szatellit-telepek mindegyike középső miocén eredetű szénhidrogéneket tartalmaz, amelyeknek feltöltődése az algyői gerinctől Ny-DNy-i irányban lévő medencékből mehetett végbe. Egyedül a Dorozsma mező középső miocén konglomerátumában elhelyezkedő, természetesen éretlen szénhidrogéneket magában foglaló telep tekinthető vertikális értelemben autochtonnak. A Dorozsma aljzati telep, a Szeged mező, valamint a Ferencszállás-K – Kiszombor előfordulások természetesen érett szénhidrogéneket tartalmaznak, amelyek a neogén-preneogén diszkordancia felület mentén migrálva csapdázódhattak.

Bevezetés

Az algyői telepek felfedezése mellett időrendi sorrendben a következő szénhidrogén-felhalmozódásokat találták meg Algyő környékén: Dorozsma (1964), Ferencszállás (1969), Szeged (1971), Ferencszállás Kelet – Kiszombor (1973) (1. ábra). A Dorozsma jelű fúrások a miocén képződményekben és a paleozoós korú aljzatban kőolajtelepeket fedeztek fel a Szeged jelű fúrások által harántolt mezozoós-paleozoós képződményekben lévőkhöz hasonlóan. A Szeged és Dorozsma előfordulások az algyői gerinctől Ny-i irányban helyezkednek el. A gerinc-vonulat DK-i folytatásában vannak a Ferencszállás-Ferencszállás K – Kiszombor mezők, ahol az alsópannóniai képződmények és a paleozoós korú aljzat tartalmaz gázsapkás kőolajtelepeket. Az algyői gerinc K-i oldalát övező Makó-árokban telepek nem, csak nyomok mutatkoztak.

Geokémiai analízisek segítségével megállapítható volt, hogy az algyői telepek olaj-szénhidrogénjei a Makó-árból nem származhattak [1], és bizonyítást nyert azok középső miocén eredete [2]. Miután a Makó-árok nem tartalmaz középső miocén korú képződményeket [3], érthető, hogy az algyői telepek olaj-szénhidrogénjei a Makó-árokban nem képződhettek. Középső miocén üledékes kőzeteket az algyői gerinctől Ny-i és DNy-i irányban mélyült fúrások harántoltak. Ha azt vesszük tekintetbe, hogy a Makó-árok kivételével hol helyezkednek el azok a neogén képződmények, amelyek legalább 4000 m mélységet értek el, akkor a gerinctől DNy-i és ÉNy-i irányban vannak nagyvastagságú neogén üledékgyűjtő medencék (1. ábra). Sajnos ÉNy-i irányban nem mélyültek fúrások. Így az algyői telepek olaj-szénhidrogénjeivel összefüggő olaj-anyakőzet korrelációkat csak a gerinc-vonulattól Ny-i és DNy-i irányban mélyült fúrások anyaközeiteiből kinyert extraktumok szénhidrogénjeivel lehetett elvégezni [2].



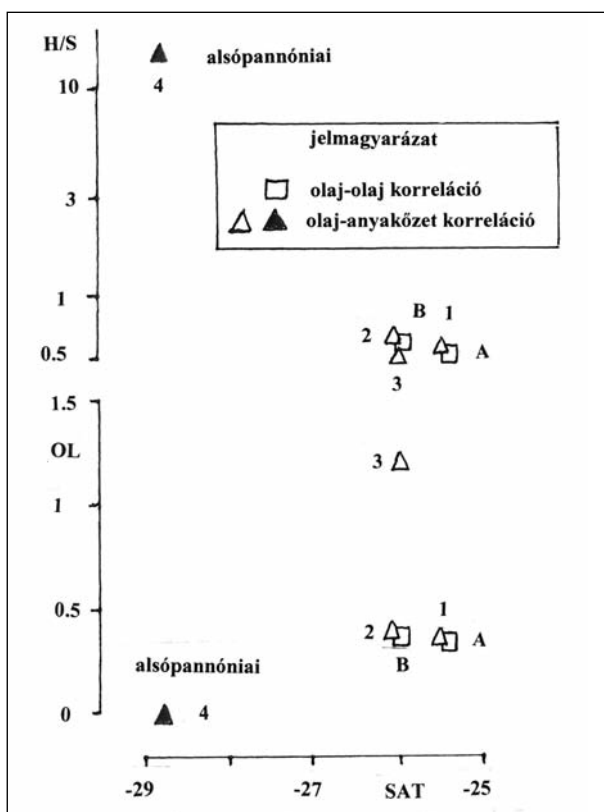
1. ábra: Szénhidrogén-telepek és a migráció irányai

Az olaj-szénhidrogének eredete

Az olaj-szénhidrogének eredetéhez kapcsolódó genetikai korrelációkhoz olyan geokémiai paraméterek szükségesek, amelyeket a termikus hatások kevésbé vagy semmiképpen nem befolyásolnak. A szakirodalmi források és saját tapasztalataink szerint ilyen paraméterek a telített frakció szénizotóparánya (SAT), az oleanán-hopán (OL) és hopán-szterán (H/S) arányok. A folyadékkromatográfiás eljárással az anyaközetek extraktumából és az olajból előállított telített frakció főleg alkánokat és cikloalkánokat, azaz telített szénhidrogéneket tartalmaz, aromás szénhidrogéneket, továbbá gyantákat és aszfalténeket nem foglal magában. A szénizotóparány mérését tömegspektrométerrel (MS) hajtják végre. A szénizotóparány a szén két stabil (nem radioaktív) izotópjának, a 13 tömegszámú, „nehézebb” 13C-nak és a 12 tömegszámú, „könnyebb” 12C-nek az aránya, amelyet egy kalibráló anyag (PDB standard) szénizotóparányától mért eltérés ezrelékében (ppt) adnak meg. Minél nagyobb negatív értékű a szénizotóparány, a vizsgált anyagban lévő szén izotóposan annál könnyebb. Az oleanán-hopán (OL) és a hopán-szterán (H/S) arányok a biomarker-elemzésekből származnak. A biomarker analízis módszere a gázkromatográfiás-tömegspektrometriás technika (GCMS). A

biomarkerek vagy más néven fosszilis molekulák az üledékképződés időszakában már jelenlévő, illetve annak során létrejött szerves anyagban előforduló ún. maradvány-vegyületek, amelyeknek egy része termikus hatásokra nem alakul át, és jellemző a szénhidrogének eredetére.

Az egymáshoz hasonló, illetve az egymástól eltérő tulajdonságokkal rendelkező ún. genetikai csoportok egzakt megállapítására alkalmas az agglomeratív hierarchikus klaszter analízis. Az olaj-olaj korreláció keretében 48 olajminta szénizotóparánya (SAT) és biomarker adatai (OL, H/S) kerültek klaszterezésre, amelynek eredményeként előállított dendrogram két csoport (A, B) jelenlétét mutatta (2. ábra). (Itt és a továbbiakban is a genetikai csoportokat a velük összefüggő adathalmaz medián-értékeivel jellemeztem.) A két csoport csak a szénizotóparányban különbözik: a „B” csoport olajai izotóposan könnyebbek. Az eltérés ugyan kicsiny, de az adatok intervallumai nem átfedőek. Ide, a „B” csoportba tartoznak a Dorozsma, Ferencszállás és Szeged jelű olajok.

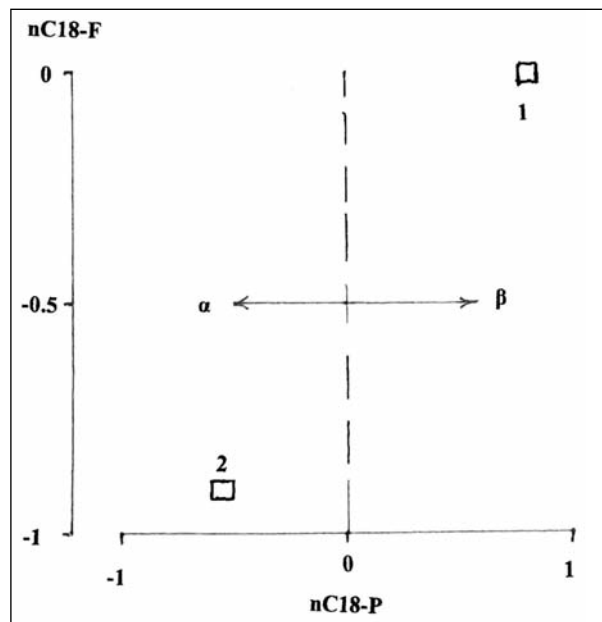


2. ábra: Szénizotóparány (SAT) és biomarker (OL, H/S) adatok korrelációjának eredményei

Az olaj-olaj korreláció értelemszerűen nem adhat választ arra, hogy az elkülönülő genetikai csoportok mely anyaközetekhez rendelhetők. Az olaj-anyakőzet korreláció viszont képes megadni azokat az anyaközeteket, amelyek az olajokkal genetikai kapcsolatban vannak. Az olaj-anyakőzet korreláció során a felhalmozódások olajainak szénhidrogénjeit az anyaközetek extraktumainak szénhidrogénjeivel hasonlítjuk össze. Az olaj-anyakőzet korreláció keretében végrehajtott klaszterezés négy csoportot eredményezett (2. ábra).

Az olajok és a középső miocén anyaközetek extraktumai az 1, 2 és 3 jelű csoportokban mutatkoznak. A 4 jelű csoportban olaj nem, csak az alsópannoniai korú anyaközetek extraktumai szerepelnek, amelyek csak ebben a csoportban fordultak elő. Ezek az eredmények azt jelzik, hogy az algyői telepeket övező szénhidrogénfelhalmozódások is – az algyői telepekkel azonosan – középső miocén eredetűek. Az olajok döntő többsége (98%-a) az 1 és 2 jelű csoportokban helyezkedik el. Ez esetben is a szénizotóparányokban mutatkozott különbség kicsiny ugyan, de az adatok itt sem átfedőek.

A genetikai kapcsolatok finomabb részleteinek megismerésére a normál alkánok (nC17, nC18, nC19) és a prisztán (P), fitán (F) nevű izoprenoidok szénizotóparányai látszanak alkalmasnak. Ezeknek az egyedi szénhidrogén-komponenseknek a szénizotóparányai a GCIRMS technikával mérhetőek. A 18 szénatomszámú normál alkán (nC18) és az izoprenoidok szénizotóparány-különbségei (nC18-P, nC18-F) kerültek klaszterezésre. Csak az olaj-olaj korrelációt volt érdemes végrehajtani, mert az előzőek alapján a SAT, OL és H/S paraméterek segítségével bizonyítottan tekinthető az olaj-szénhidrogének középső miocén eredete. A klaszter analízis két csoport (1, 2) jelenlétét mutatta (3. ábra). Az 1 jelű csoportra jellemző, hogy az nC18-P szénizotóparány-különbség pozitív: a normál alkán (nC18) izotóposan nehezebb az izoprenoidokat képviselő prisztánnál (P). Az ebbe a csoportba tartozó olajokat β rendszerűeknek neveztem el. A 2 jelű csoport olyan olajokból áll, amelyeknek nC18-P szénizotóparány-különbsége negatív: a normál alkán (nC18) izotóposan könnyebb a prisztánnál (P). Ezeket α rendszerűeknek neveztem. A Dorozsma és Szeged előfordulások olajai kivétel nélkül mind β rendszerűek. A Ferencszállás, Ferencszállás K – Kiszombor előfordulások olajaiból nem készültek GCIRMS elemzések. Az α rendszerűek kivétel nélkül Algyőről származnak.

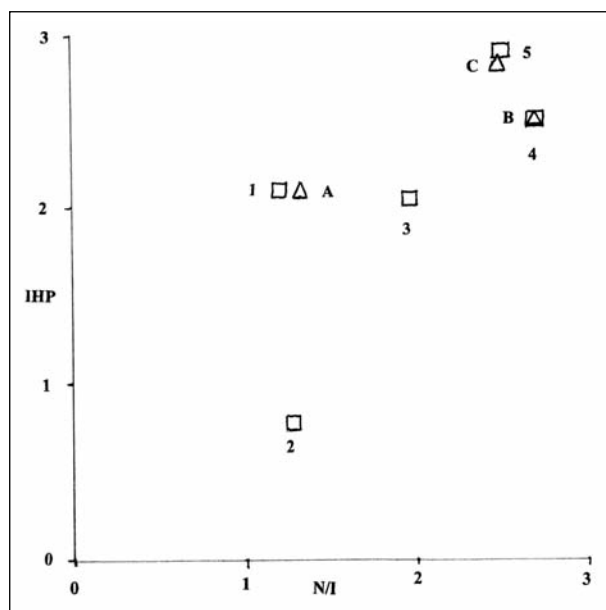


3. ábra: Szénizotóparány-különbségek (nC18-P, nC18-F) korrelációjának eredményei

Az olaj-szénhidrogének termikus érettsége

Az olaj termikus érettségének becslésére alkalmas az izoheptán index (IHP) és a normálalkán-izoalkán arány (N/I). Mindkettő számszerű értéke az érettség növekedésével nő. Az IHP index az olaj könnyű részének, az N/I arány az olaj nehéz részének termikus érettségét jellemzi. Az izoheptán index a 7 szénatomszámmal rendelkező izoalkánok és cikloalkánok aránya. A normálalkán-izoalkán arány (N/I) a nC17/P és a nC18/F arányok számtani átlaga, amely ily módon mérsékli a prisztán (P) és fitán (F) arányának eltéréseiből adódó hatást.

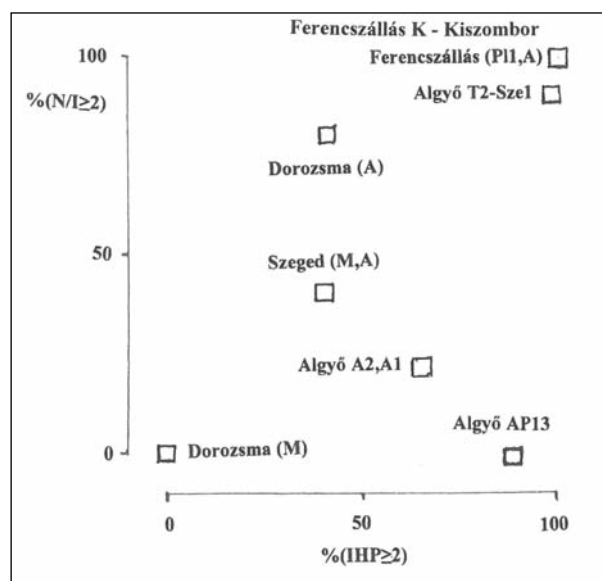
Az IHP és N/I adatok alkalmazásával csak az olaj-olaj korreláció hajtható végre, mert az anyaközetekben lévő könnyű szénhidrogének elemzése, így azok IHP indexeinek előállítására még nem vált hazai gyakorlattá. Az algyői telepek olajaira vonatkozó IHP és N/I értékek klaszterezése három csoportot (A, B, C) eredményezett (4. ábra). Az algyői telepeket övező szénhidrogén-akkumulációk adatait is tartalmazó klaszterezés viszont 5 csoport jelenlétét mutatta, amelyek közül az 1 jelű az „A” csoporthoz, a 4 jelű a „B” csoporthoz, az 5 jelű a „C” csoporthoz áll közel. Tehát csak a 2 és 3 jelű csoportok mutatnak a többitől eltérést. A Dorozsma olajok zöme a 2 és 3 jelű csoportokhoz tartozik. A Szeged jelű olajok többsége a 3 jelű csoportban van. A Ferencszállás – Kiszombor olajok az 5 jelű csoportban szerepelnek.



4. ábra: Olajok könnyű (IHP) és nehéz (N/I) részének termikus érettsége

Mivel az érett fokozatú könnyű és nehéz rész 2 feletti IHP illetve N/I értékekkel jellemezhető, az egyes előfordulások, illetve telepek termikus érettségének áttekintése egyszerűbb, ha ezen értékek arányát (%) vesszük tekintetbe (5. ábra). Látható, hogy a Dorozsma előforduláson belüli két egység igen eltérő. A miocén konglomerátum (M) olaja termikusan éretlen mind a könnyű, mind a nehéz részt illetően. Az aljzati

halmaztelep (A) jóval érettebb. A Szeged mező olajának könnyű része a Dorozsma aljzati telephez hasonló érettségű, nehéz része az említettnél alacsonyabb érettségi fokozattal rendelkezik. A Ferencszállás-Ferencszállás K-Kiszombor telepek olajainak mind a könnyű, mind a nehéz része igen érett, az algyői sekélyebb felsőpannon telepekéihez (T2-Sze1) hasonló. Az algyői A2 és A1 telepek olajának könnyű része igen érett, nehéz része kevésbé. A könnyű és a nehéz rész érettsége között a legnagyobb eltérés az algyői AP13 telep olajában jelentkezik: a könnyű rész igen érett, a nehéz rész termikusan éretlen. Az A2 és A1, valamint az AP13 telepek esetében nyilvánvalónak tűnik, hogy a telepek feltöltődése két lépcsőben mehetett végbe. A könnyű rész magas érettségét létrehozó második lépcső feltehetően a túlnyomós anyaközetek felrepedése során „kiszabadult” szénhidrogéneknek tulajdonítható [4]. Vertikális értelemben autochtonnak csak a miocén konglomerátum olaja tekinthető a Dorozsma mezőben. A vertikálisan nagymértékben migrált, igen érett könnyű és nehéz részű olajok a Ferencszállás-Ferencszállás K-Kiszombor előfordulásokhoz és az algyői sekélyebben fekvő felsőpannon telepekhez (T2-Sze1) köthető.



5. ábra: Olajtelepek IHP és N/I eloszlása

Migrációs modell

A szénhidrogének eredetének megállapítása olyan fluidumok esetében lehetséges, amelyek jól mérhető koncentrációban tartalmaznak biomarkereket és 17-19 szénatomszámú normál és izoalkánokat. A könnyű szénhidrogénekben igen dús gázkondezátumok így kiesnek a genetikai korrelációk köréből. A gázok szénhidrogén komponensei ez idő szerint anyaközetek szénhidrogéngáz komponenseivel általában nem összehasonlíthatók technikai nehézségek miatt. Ezért a migrációs modell az olaj-szénhidrogénekre vonatkozik.

A migrációs irányok a neogén képződmények aljzati morfológiájával hozhatók összefüggésbe: a na-

gyobb mélységben lévő neogén anyaközetekben azonos egyéb feltételek mellett több szénhidrogén képződik (1. ábra). A genetikai korrelációk eredményei szerint a felhalmozódások szénhidrogénjei középső miocén anyaközetekben képződtek. Az alsó-pannóniai korú anyaközetekhez genetikailag egyetlenegy olaj sem volt rendelhető. Az algyői gerinc keleti oldalán lévő Makó-árokából tehát a megismert felhalmozódások szénhidrogénjei nem származhattak. Középső miocén képződmények jelenléte csak a gerinctől Ny-i és DNy-i irányban ismert fúrások révén. A telepek szénhidrogénekkel való feltöltődése az említett irányokból lehetséges. A GCIRMS mérésekkel korábbiakban végzett anyaközet-anyaközet korreláció eredményei alapján a gerinctől Ny-i és DNy-i irányban mélyült fúrások középső miocén anyaközetek szénhidrogénjei β rendszerűek. [2] Ugyanilyen rendszerűnek bizonyultak az olaj-olaj korreláció eredményei alapján a Dorozsma és Szeged telepek szénhidrogénjei, továbbá az Algyő-telepek közül az alsópannon tárolókban elhelyezkedők és a felsőpannon Algyő 1 és Algyő 2 telepek Ny-i részén lévő fúrások olajai. A vázolt területi elhelyezkedés egy Ny-DNy-i irányú migrációs útvonalat valószínűsít, amelynek vonalában vannak a Dorozsma és Szeged telepek. Az Algyő 1 és Algyő 2 telepek É-ÉK-DK-i része, valamint a többi felsőpannon képződményekben lévő telep (T2-Sze1) a GCIRMS mérések eredményei szerint α rendszerű olaj-szénhidrogéneket tartalmaz. Viszont ilyen rendszerű szénhidrogének a gerinctől Ny-DNy-i irányban mélyült fúrások középső miocén anyaközetek extraktumaiban nem mutatkoztak. Indokoltan feltételezhető, hogy a gerinctől É-ÉNy-i irányban lévő középső miocén anyaközetekből kiinduló migráció eredményezhette Algyőn a felsőpannon telepek többségének feltöltődését.

A migráció iránya mellett a másik kérdés az, hogy miképp jutnak el az anyaközeteikből már kiszabadult szénhidrogének jelenlegi helyükre, ahol felhalmozódásokat képeztek. Az egyik lehetőséget a neogén-preneogén (aljzati) képződmények érintkezési felülete, a diszkordancia felület képezi. A preneogén képződmények tető zónája migrációs kapcsolatban van a középső miocén anyaközetekkel, így viszonylag nagy területről „gyűjti be” a szénhidrogéneket még a legmélyebben lévő zónákból is. Ebből eredően az aljzattal összefüggő telepek Algyőn a deszki szintben, Dorozsmán, Szegeden és a Ferencszállás K-Kiszombor mezőben termikusan érett szénhidrogéneket tartalmaznak. Bár Ferencszállás, Ferencszállás K és Kiszombor előfordulásokból nem készült GCIRMS elemzés, amellyel eldönthető lett volna, hogy α vagy β rendszerűek az olaj-szénhidrogének, feltételezhető, hogy a gerinc-vonulattól Ny-i irányban lévő meden-

ce-részből töltődtek fel igen érett szénhidrogénekkel (1. ábra).

További migrációs lehetőségeket a neogén belsejében kialakult vagy az abba behatoló vetők képeznek, amelyek viszonylag nagy mélységből továbbíthatták a szénhidrogéneket Algyőn a felsőpannon tárolókba. Az olajok könnyű és nehéz részének érettsége alapján megállapítható volt, hogy Dorozsmán a miocén konglomerátumban felhalmozódott szénhidrogének vertikális értelemben autochton helyzetűek és termikusan éretlenek. Ebben az esetben indokoltan feltételezhető a rétegmenti (laterális) migráció, amely vetőket nem igényel. Algyőn az AP13, valamint a felsőpannon Algyő 1 és Algyő 2 telepeknél az olajok nehéz része alacsony érettségű, könnyű része viszont igen érett. Ez a nagymérvű eltérés arra enged következtetni, hogy a feltöltődés több, de legalább két, időben eltérő lépcsőben mehetett végbe. Az első fázisban a termikusan kevésbé érett szénhidrogének halmozódtak fel, amelyek a túlnyomásos anyaközetek első felrepedése révén tudtak mobilizálódni. A medence további fejlődése, feltöltődése során az előzőekkel azonos anyaközetek mélyebbre kerültek, így bennük termikusan érettebb és könnyű részekben gazdagabb szénhidrogén-fluidumok képződtek. Az anyaközetek második (ismételt) felrepedése révén mobilizálódott igen érett és könnyű szénhidrogénekben dúsabb fluidumok vetők révén az első fázisban kevésbé érett olajjal előzőleg feltöltődött tárolókat elárasztották, és elegyedtek a korábban felhalmozódottakkal. Algyőn a sekélyebb felsőpannon tárolók (T2-Sze1) olajának mind a nehéz, mind a könnyű része igen érett: felhalmozódásuk egy lépcsőben, egyidejűleg történhetett a gerinctől É-ÉNy-i irányban elhelyezkedő neogén medence-részből a feltételezhetően jelen lévő középső miocén anyaközetek felrepedése eredményeként.

IRODALOM

- [1] Sajgó, Cs. (1984): Organic geochemistry of crude oils from South-east Hungary, *Organic Geochemistry*, Vol. 6, p. 560-578
- [2] Koncz, I.: Az algyői telepek szénhidrogénjeinek eredete és migrációs modellje, *BKL Bányászat – Kőolaj és Földgáz*, 151. évf. (2018), 5-6. szám, p. 17-23.
- [3] Szuromi-Korecz, A., Suto-Szentai, M., Magyar, I. (2004): Biostratigraphic revision of the Hod-I well: Hungary's deepest borehole failed to reach the base of the upper Miocene Pannonian Stage, *Geologica Carpathica*, v. 55, p. 475-485.
- [4] Koncz, I.: A túlnyomás szerepe szénhidrogéntelegeink létrejöttében, *BKL Bányászat – Kőolaj és Földgáz*, 151. évf. (2018), 1-2 szám, p. 6-10.

DR. KONCZ ISTVÁN a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karán diplomázott 1963-ban. A Magyar Tudományos Akadémiától kandidátusi fokozatot kapott 1984-ben. Az OGKT és jogutódja, a MOL Nyrt. nagykanizsai laboratóriumában dolgozott a 2001-ben bekövetkezett nyugdíjazásáig. Kutatási területe a szénhidrogének szerves geokémiája, amellyel a MOL Nyrt. megbízásából független szakértőként jelenleg is foglalkozik.