

# Az Algyő-telepek szénhidrogénjeinek eredete és migrációs modellje

Dr. KONCZ ISTVÁN okl. vegyészmérnök, a földtudományok kandidátusa



*A szerző ismerteti azokat a folyamatokat, amelyek eredményeként az anyaközetekben a hidrosztatikust meghaladó ún. túlnyomás jelentkezik. Az anyaközetek túlnyomásának növekedése egy meghatározott mértéken túl azok felrepedését eredményezi, amelynek folyamán a benne képződött szénhidrogének el tudnak távozni anyaközeteikből, és vetőkön keresztül a kisebb mélységben elhelyezkedő tárolóközetekbe jutnak. Ez a folyamat lehet az oka annak, hogy a Pannon-medence szerves anyagban szegény neogén anyaközetei ellenére a már eddig felfedezett neogén eredetű szénhidrogén-készletek viszonylag nagyok.*

## Bevezetés

Miután általánosan elfogadottá vált a kőolaj- és földgáz-telepek szénhidrogénjeinek szerves (bioorganikus) eredete, elkezdtek tanulmányozni a különböző típusú kőzetek szervesanyag-tartalmát, amelynek jellemzője a szerves széntartalom (angol nyelvű terminológiával élve total organic carbon, rövidítve TOC %). Azt tapasztalták, hogy a telepek tárolóközeteiben a szerves széntartalom igen kicsiny, viszont azok a nem-tárolótípusú, finomszemcsés kőzetek, amelyekben telepek nem mutatkoztak, jelentős szerves széntartalommal rendelkeztek [1, 2]. Ez utóbbiak jellemzően agyagmárgák, márgák és mészmárgák, általános elnevezéssel pelitek. Ebből eredően a jelentős szervesanyag-tartalommal rendelkező kőzeteket anyaközeteknek nevezték. Az említett tapasztalat, miszerint a telepet tartalmazó kőzetekben nem képződhetett érdemi mennyiségű szénhidrogén, arra utalt, hogy a szénhidrogén-képződés helye nem azonos a szénhidrogén-felhalmozódás (telep) helyével. Tehát, az anyaközetekből a képződött szénhidrogéneknek el kell távozniuk, hogy a szerkezetek (pl. antiklinálisok) tárolóközeteiben fel tudjanak halmozódni. A szénhidrogéneknek anyaközeteikből való eltávozását primer migrációnak nevezték, amelynek során a szénhidrogének kipréselődnek az anyaközetekből a velük érintkező durvább szemű kőzetekbe. A migrációs vezetőközegként működő durvább szemű kőzetekben az ún. szekunder migráció révén a szénhidrogének tovább tudnak mozogni a szerkezetek, csapdák irányában, ahol telepeket képeznek.

A szekunder migrációt befolyásoló tényezők viszonylag gyorsan ismertté váltak. Ugyanez a primer migrációról nem mondható el, hiszen teljes egészében napjainkig sem tisztázott [3]. A durvább szemű kőzetekben végbemenő szekunder migráció több fázis együttes mozgását is lehetővé teszi: a víztől elkülönült olajcseppek, a gáz buborékok formájában tud mozogni a felhajtóerő révén, amelyet az olaj illetve a gáz és a víz sűrűsége közötti különbség hoz létre. Természetesen a mozgást (migrációt) a nyomáskülönbség is elősegíti. A felhalmozódott gáz illetve olaj felszín felé történő mozgását a telepek tárolóközeteit fedő, igen

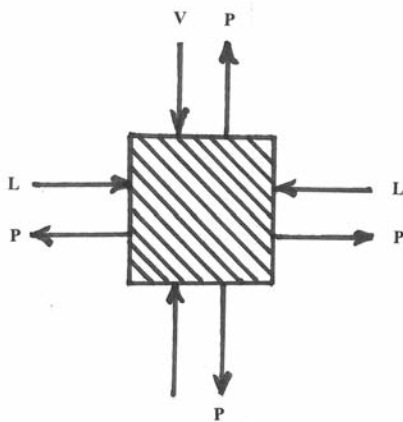
tömött, kis áteresztőképességű réteg akadályozza meg.

A képződött szénhidrogének kijutása anyaközeteikből, a primer migráció azért eléggé gátolt folyamat, mert a finomszemű üledékes kőzetek, a pelitek áteresztőképessége nagyságrendekkel kisebb az ugyanazon mélységben lévő durvább szeműekénél. Továbbá, bennük többnyire csak egyfázisú áramlás lehetséges. Az olajszénhidrogének vízben gyakorlatilag nem oldódnak: az olaj csak víztől elkülönült fázisként lehet jelen, ami csak akkor képes mozgásra, ha elegendő térfogatot (telítettséget) ér el a kőzet hézag- illetve pórusrétegében. A szénhidrogéngázok, különösen a metán viszonylag jól oldódik vízben: víz-fázisban a képződött szénhidrogéngázok jelentékeny része akadálytalanul el tud távozni anyaközetéből.

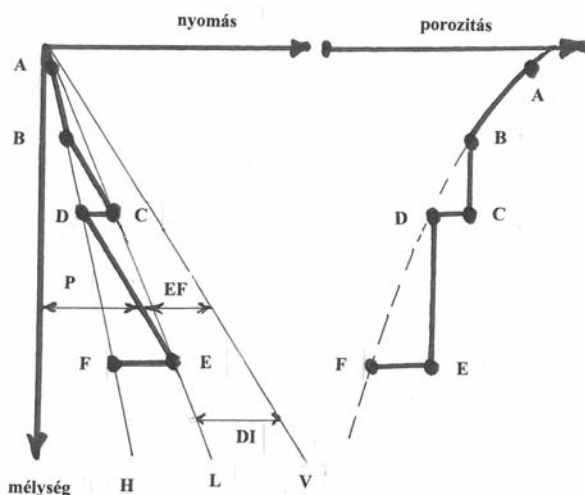
A világ olaj-felhalmozódásaihoz köthető szénhidrogének többsége olyan anyaközetekben képződött, amelyekben a szerves széntartalom (TOC) legalább 2,5% [4]. Az Északi Tenger jura, Kalifornia miocén, Algéria szilur, a Prudhoe Bay kréta és a Williston medence Bakken formációja 10%-ot meghaladó TOC értékekkel rendelkezik. A Pannon medence magyarországi részén lévő neogén pelitekben viszont a legalább 2% szerves széntartalommal rendelkezők részaránya nem éri el a 10% értéket: neogén anyaközeteink szerves anyagban viszonylag szegények [5]. Ehhez képest a neogén (főleg miocén) eredetű, eddig felfedezett szénhidrogéntelepekből adódó készlet nagy. Ebben a cikkben a szerző ezt az ellentmondást kísérli meg feloldani a túlnyomásos anyaközetek szerepének figyelembe vételével.

## A túlnyomás és keletkezésének okai

Az üledékes kőzeteket tartalmazó medencék kialakulása folyamán az üledékek egymásra rakódnak, amiből következően egy tetszőlegesen kiválasztott kőzetelemre a gravitációs erőterben a felette lévők tömegéből adódóan egyre nagyobb nyomás hat, amely összenyomni (kompaktálni) igyekszik azt [6]. Ez a vertikális vagy litosztatikuss nyomás (V), ami a fedőkőzetterhelésből jön létre (1. ábra). Mélység-gradiense 23 MPa/km abból következően, hogy a kőzetelem feletti



1. ábra: A kőzetre ható erők



2. ábra: A nyomás és porozitás változása a mélységgel

rész átlagos sűrűsége  $2,3 \text{ g/cm}^3$ . Oldalirányban a horizontálisan illetve vízszintes település esetén laterálisan ható nyomás (L) „támasztja ki” a kőzetet. A pórusfolyadék nyomása (P) minden irányban hat, és ellentétes irányú az előzőekkel. A 2. ábra szemlélteti egy pelitelem nyomásának és porozitásának változását a mélység és a földtani idő növekedése folyamán az üledék-képződés kezdetétől kiindulva. Ha az anyakőzet (pelit) átteresztőképessége még megfelelően nagy, akkor a fedőkőzet-terhelési nyomás (V) növekedése a pórustérben jelenlévő vizet kipréseli, és ennek megfelelően a kőzet hézagtere (porozitása) csökken (2. ábra, A – B folyamat). A pórustérben lévő folyadék (víz) nyomása az A – B folyamatban hidrosztatikus (H) marad. A hidrosztatikus állapot mélység-gradiense  $10 \text{ MPa/km}$ . A B pontban következik be az az állapot, amikor a nagymértékben csökkent átteresztőképesség következtében a pórus-folyadék nem tud a kőzetből kiszorulni – izolálódik. Ezért a B – C folyamatban a hézagter, a porozitás állandó marad (2. ábra, B és C pontok), de a pórusfolyadék nyomása a vertikális nyomás mélység-gradiensének megfelelően a V egyenessel párhuzamos vonal mentén növekszik, és eltér a hidrosztatikus állapotot jellemző H vonaltól. A pórusfolyadék túlnyomá-

sossá válik. Belátható, hogy minél nagyobb az üledékek lerakódásának sebessége, a pórusfolyadék izolációja annál kisebb mélységben következik be. Nem véletlen, hogy a túlnyomás főleg az olyan, nagy üledékképződési sebességgel rendelkező fiatal medencékben alakul ki, mint a Pannon-medence, ahol a neogén üledékgyűjtőkben 1 millió év időtartam alatt  $400\text{--}800 \text{ m}$  vastagságú üledék rakódott le. A pórusfolyadék nyomása a C pontban eléri az effektív nyomás (EF) értékét, ami azzal jár, hogy a kőzetváz megbomlik, felreped, és a pórusfolyadék nagy része hirtelen eltávozik az anyakőzetből a vele közvetlenül érintkező durvább szemű kőzet pórusteribe, vagy a folyamat során létrejött vetőkön keresztül a kisebb mélységben lévő tárolókőzetekbe „fejtődik át”. Ugyanis a túlnyomás felrepedés miatt előállt csökkenése során bekövetkező köztérzfogat-zsugorodás a fedőrétegek eltörését, vetőkeletkezését lehetővé teheti. A D pontban a porozitás újra a hidrosztatikus állapotnak megfelelő mélységtrendbe illeszkedik, ha az anyakőzettel érintkező durvább szemű kőzet hidrosztatikus nyomású volt.

Az előzőekben említett effektív nyomás (EF) Terzaghi [7] szerint a vertikális (litosztatikus) nyomás (V) és a pórusfolyadék nyomásának (P) különbsége, amely a B pontból kiindulva a mélység növekedésével állandó marad a C pontbeli felrepedésig, ahol egyenlővé válik a differenciális nyomással (DI). A differenciális nyomás a vertikális (V) és a horizontálisan ható, laterálisnak nevezett (L) nyomás különbsége. A laterális nyomás nem más, mint a kőzetszemcséket oldalirányból „kitámasztó” nyomás. A vertikális nyomás (V) értékéből a Poisson szám (m) ismeretében az alábbi összefüggéssel számítható a laterális nyomás (L) [8]:

$$L = V / (m-1)$$

A Poisson szám (m) a Poisson arány reciproka. A pelitekre jellemző átlagos Poisson arány  $0,4$ , amelynek megfelelően a Poisson szám  $2,50$  [9]. A vertikális és a laterális nyomás közötti összefüggés e szerint a pelitekre vonatkozóan a következő:

$$L = 0.67 \times V$$

Ha a vertikális nyomás mélységgradiense  $23 \text{ MPa/km}$ , akkor a fentiek alapján a pelitek laterális nyomásáé  $15,4 \text{ MPa/km}$ .

A pórusfolyadék túlnyomása miatt bekövetkező kőzetfelrepedés kritériuma az effektív és a differenciális nyomás azonossága:

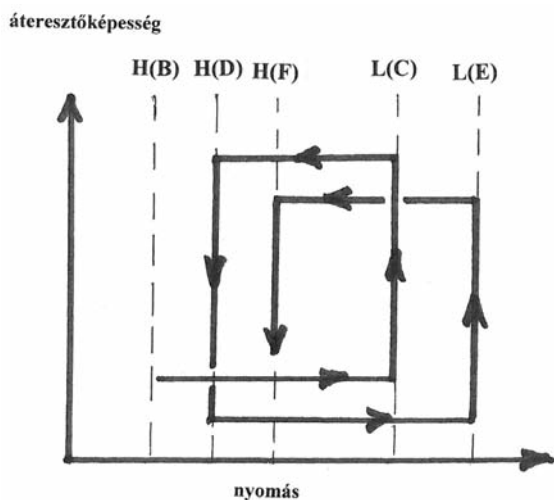
$$EF = DI \text{ és ebből következően } P = L$$

Mivel  $EF = V - P$  Terzaghi szerint és  $DI = V - L$ , belátható, hogy a felrepedés kritériumából következik a pórusfolyadék nyomásának (P) és a laterális nyomásnak (L) az egyenlősége: azaz a felrepedés akkor következik be, amikor a „kitámasztó” nyomás (L) a pórus-

folyadék nyomásával (P) válik egyenlővé ( $P = L$ ) [10].

A túlnyomás „lefújása” (C – D folyamat) után a pelit újból túlnyomásossá válik, mert a repedések a vertikális nyomás hatására „begyógyulnak”. Az újabb felrepedés az E pontban következik be, és az E – F folyamatban újból távozik szénhidrogén ugyanabból az anyakőzetből azzal a különbséggel, hogy a szénhidrogének érettebbek és könnyebbek a megelőző folyamatban (D – E) szereplőknél. Tehát a folyamat epizodikus (ciklikus) jellegű, amelyet a 3. ábra mutat be. A folyamat modellezésével Payne rekonstruálni tudta a ciklikus jeletet [10].

Az előzőekben vázolt folyamat lineáris összefüggésekkel volt leírható, ami nem teljesen fedi a valóságot.



3. ábra: A túlnyomás ciklusai

Az izolációnak megfelelő mélységtől (B ponttól) kezdődően a pórus-folyadék nyomása (P) a valóságban nem növekszik lineárisan a mélység növekedésével, a vertikális (litosztatikus) nyomás (V) mélységgradiensének (23 MPa/km) megfelelően, mert kismérvű elszivárgás azért lehetséges. Így a pórusfolyadék nyomása kisebb mértékben növekszik – legalábbis kezdetben. Továbbá, a Poisson arány nem állandó, hanem a mélység növekedésével növekedhet [11]. Az eddig említettek csökkentik a túlnyomás növekedését, a felrepedés lehetőségét. Viszont a pórusfolyadék hőtágulása következtében előálló (akvatermális) nyomás megnövelheti a túlnyomást. Hasonló hatású a szerves anyag (kerogén) egy részének átalakulása kisebb sűrűségű anyaggá (például olajjá). Az anyagásványok, a montmorillonit átalakulása illitit kálium ionok jelenlétében megnöveli a jelenlévő víz térfogatát. A folyamatok ismertetői szerint a túlnyomás létrejöttének alapvető oka elsősorban a kompaktációs egyensúly előzőekben vázolt megbomlása a B ponttól kezdődően (2. ábra) [12]. A többi említett nyomásnövelő hatás másodlagos jelentőségű.

### A primer migráció lehetőségei

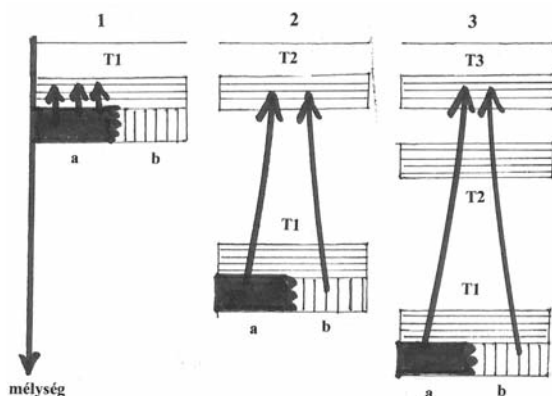
A hidrosztatikus nyomásállapotot megőrző normál tömörödés esetén (az A – B folyamat során) először a

pórusokban lévő víz szorul ki az anyakőzetből a vele érintkező tárolótípusú képződményekbe, mialatt hézagteret (porozitása) csökken. (Az anyakőzetekben (pelitekben) lévő pórusfolyadék nyomása mindig nagyobb, mint a vele érintkező tárolóké. Így lehetővé válik az anyakőzetek pórusfolyadéka egy részének beáramlása a tárolókőzetekbe.) Ez a folyamat jellemzi a Pannon-medence pelitjeit 1900 m mélységig, ahol függőleges irányú átteresztőképességük már csak 0,1 millidarcy, és a további üledékképződés-eltetődés során egészen a nanodarcy tartományig csökken. A pelitek porozitása a 60%-hoz közeli felszíni értéktől 10-15% körüli értékre zsugorodik. A folyamat viszonylag nagy mennyiségű víz kiszorulásával jár. Ez a víztömeg elsősorban a mikrobák által létrehozott ún. biogén metángázt képes vízben oldott állapotban a durvább szemű tárolókőzetekbe juttatni. A kerogén hőbomlásából képződött olajszenhidrogének csak igen kivételes körülmények között képesek anyakőzeteiket elhagyni. Az említett kivételes körülmények az anyakőzet igen nagy szerves széntartalmát (TOC értékét) és a szerves anyag kedvező típusát foglalják magukban. Ez utóbbi azzal függ össze, hogy az egységnyi tömegű szerves szén mennyi szénhidrogén képződését teszi lehetővé. Belátható, hogy minél nagyobb a szervesanyag tartalom, és minél kedvezőbb a szerves anyag típusa, annál nagyobb az esély jelentősebb mennyiségű olaj képződésére. A szakirodalom szerint a pórustérnek legalább 20%-át kell az olajnak elfoglalnia, hogy a víztől elkülönült állapotban mozgás- és migráció-képes legyen. Mivel a szerves anyag (kerogén) olajjá alakulása a Pannon-medence neogén süllyedékeiben 1900 méter mélységig kismérvű, az olaj primer migrációja csak kivételesen nagy szervesanyag tartalmú és igen kedvező szervesanyag típusú anyakőzetből mehet végbe. A folyamat során először a víz távozik, majd a pórustérben e miatt megnövekedett olaj-telítettség később a mobilizálható olaj kipréselődését is lehetővé teheti. Az előzőek alapján a migráló és csapda esetén felhalmozódó olaj termikus értelemben igen alacsony érettségű.

A Pannon-medence alföldi részén lévő neogén képződményekben 1,6-1,7 km mélységtől kezdődően rendszeresen előfordult túlnyomás, viszont 2,5 km-nél nagyobb mélységben csak túlnyomásos képződmények voltak [13] [14] [15]. A kőzet C pontban történő felrepedéséig a pórustérből nem távozik érdemi mennyiségű pórusfolyadék, így szénhidrogén sem. A felrepedéstől kezdődően (a C – D folyamat során) a pórusfolyadék jelentős része, amelyben a képződött olaj és gáz szénhidrogének is helyet foglalnak, az anyakőzetből primer migráció révén eltávozik. Ez a folyamat az előzőekben említett vízkiszorulásos, hidrosztatikus állapotot megőrző primer migrációval ellentétben semmilyen korlátozó feltételt nem foglal magában a szénhidrogének mennyiségét illetően: a szerves anyagban szegényebb anyakőzetekben képződött szénhidrogének is el tudnak távozni. Ezzel feloldhatónak tűnik a Pannon-medence szerves anyagban általában szegény

neogén anyaközetek és a neogén eredetű felfedezett készletek ehhez képest jelentős nagysága közötti ellentmondás. Az ellentmondás feloldhatósága az említett módon, a túlnyomás által előidézett felrepedés miatt bekövetkező primer migrációval annál is inkább megalapozottnak tekinthető, ha figyelembe vesszük a termikusan igen érett neogén eredetű szénhidrogéneket tartalmazó, kis mélységben elhelyezkedő telepeinket, amelyek létrejöttét csak vertikális migrációval tudjuk megmagyarázni termikusan éretlen szerves anyagot tartalmazó környezetükben [16]. A neogén képződményeken belül, talán éppen a túlnyomás felrepedést követően előállt megszűnése miatt létrejött térfogatcsökkenésből eredően keletkezett vetők, mint vertikális migrációs csatornák továbbíthatták azokat a szénhidrogéneket, amelyek a túlnyomásos pelitek felrepedése miatt migrálhattak a vetőkön keresztül a sekélyebben elhelyezkedő jelenlegi tárolókiba.

A 2. ábrán szereplő lineáris összefüggéseket alkalmazva, és feltételezve, hogy az izolációs mélység 2 km, a pelitek 3,4 km mélységben repednek fel először. (A pelitekre általánosan jellemző Poisson szám 2,50, amely 0,40 értékű Poisson aránynak felel meg [9]. Így a laterális nyomás mélységgradiense 15,4 MPa/km.) Ezt követően a repedések záródnak, a túlnyomás újból jelentkezik, és a következő felrepedésig nő. Továbbá, a szénhidrogén-képződés folytatódik, amelynek eredményeként a korábbiaknál érettebb és könnyebb szénhidrogének jönnek létre. A túlnyomás ciklikus viselkedését a 3. ábra szemlélteti. A „B” pontnak (2. ábra) megfelelő hidrosztatikus nyomásról [H(B)] indul a folyamat, ahol a póruster izolációja kezdődik. A túlnyomás fokozatosan nő, amíg el nem éri a „C” pontban a laterális nyomást [L(C)], amikor az anyaközet először felreped. A pórufolyadék többségének eltávozása folyamán újra létrejön a hidrosztatikus állapot [H(D)] az előzőnél nagyobb nyomáson. Ezt követően a repedések záródnak a vertikális nyomás hatására, és a túlnyomás ismét növekszik addig, amíg el nem éri a laterális nyomás [L(E)] előzőnél nagyobb értékét, amikor az anyaközet második felrepedése veszi kezdetét. A pórufolyadék nagy részének eltávozása azt eredményezi, hogy ismét létrejön a hidrosztatikus állapot [H(F)] az előzőeknél nagyobb nyomáson.



4. ábra: A primer migráció stádiumai

A medencefejlődés folyamán ugyanabban az anyaközetben végbemenő primer migráció három stádiumát a 4. ábra szemlélteti. Tétélezzünk fel egy szerves anyagban gazdag (a) és egy szegény (b) anyaközet-részt ugyanabban a szinttájban. Az 1. stádium a vízki-szorulásnak megfelelő primer migrációt ábrázolja, amely hidrosztatikus viszonyokat eredményez. A szerves anyagban gazdag anyaközet-részben (a) alacsony termikus érettség mellett is képződik annyi olaj, hogy képes mobilizálódni, és a felette elhelyezkedő T1 jelű tárolóközetbe jutni. A szerves anyagban szegény anyaközet-részből (b) nem tud az olaj eltávozni kis mennyisége miatt. A 2. stádiumban a pórufolyadék nyomása eléri a laterális nyomás értékét, és az anyaközet-részek felrepednek (a C – D folyamat során). A felrepedést követő fluidum-kibocsátás és zsugorodás miatt vető képződik, amely vertikális migráció révén mind a szerves anyagban gazdag, mind a szerves anyagban szegény anyaközet-részekben képződött érettebb szénhidrogéneket a kisebb mélységben lévő T2 jelű tárolóközetbe is továbbítja a T1 jelűn kívül. Ezt követően a repedések záródnak, a szénhidrogén-képződés pedig folytatódik a különbséggel, hogy termikusan érettebb és könnyebb szénhidrogének keletkeznek. A túlnyomás újra addig növekszik, amíg el nem éri a laterális nyomás aktuális értékét. A 3. stádiumban az anyaközetek újból felrepednek, és szénhidrogének távoznak az anyaközetekből (az E – F folyamat során). A korábbi vető aktivizálódik, és tovább halad a T3 jelű tárolóközetig, továbbítva a termikusan igen érett és könnyű szénhidrogéneket nemcsak a T3, hanem a T2 és T1 jelű tárolókba is. A vázolt folyamat-sor eredményeként ugyanaz a tároló először termikusan kevésbé érett, nehezebb olaj-szénhidrogénekkal töltődik fel, a második felrepedés viszont jóval könnyebb és termikusan érettebb szénhidrogéneket juttat bele, amelyek az előzőekkel elegyednek. Így előállhat az, hogy az említett tároló olajának nehéz része termikusan alacsonyabb érettségűnek, könnyű része viszont jóval érettebbnek mutatkozik.

A végeredmény a következőképpen vázolható. A legérettebb könnyű és nehéz részű szénhidrogén-folyadékok a legkisebb mélységben lévő T3 jelű tárolóközetben jelentkeznek. Itt az olaj könnyű és nehéz részének érettsége azonos. A mélyebben fekvő T2 jelű tárolóközetben felhalmozódott fluidum nehéz része a T3 jelű tárolóközetben lévőnél kevésbé érett, könnyű része pedig igen érett. A csapdázódott fluidum könnyű és nehéz részének érettsége között a legnagyobb eltérés a T1 jelű tárolóközetben mutatkozik, hiszen az 1. stádiumban termikusan éretlen olajjal töltődött fel először. Ha csak a nehéz rész érettségét tekintjük, akkor a csak laterális migrációval feltöltődött tárolóközetekkel ellentétes módon a nagyobb mélységben lévő irányában csökken a termikus érettség. Ezt lehetett tapasztalni az Algyő többtelepes előfordulás esetében [17], valamint a Görgeteg-Babócsa vonulaton is [18]. A vertikális migráció a Pannon-medencében sok helyen valószínűsíthető, főleg ott, ahol a kis mélységben lévő

felsőpannon tárolók olajat tartalmaznak abban a környezetben, amelyben legfeljebb csak a termogén folyamatokkal semmilyen kapcsolatban nem álló biogén gázoknak lehetett volna lenniük [16].

## IRODALOM

- [1] *Hunt, J. M., Jamieson, G. W.* (1956): Oil and organic matter in source rocks of petroleum, AAPG Bulletin, v. 40, p. 477-488
- [2] *Ronov, A. B.* (1958): Organic carbon in sedimentary rocks (in relation to the presence of petroleum), Geochemistry, v. 5, p. 497-509
- [3] *Durand, B.* (1988): Understanding of HC migration in sedimentary basins (present state of knowledge), Organic geochemistry, Vol. 13, Nos. 1-3, p. 445-459
- [4] *Palciauskas, V. V.* (1991): Primary Migration of Petroleum, AAPG Special Volume, p. 13-22
- [5] *Clayton, J. L., Koncz, I., King, J. D., Tatár, É.* (1994): Organic Geochemistry of Crude Oil and Source Rocks, Békés Basin, in: Teleki et al. (eds.), Basin Analysis in Petroleum Exploration, A case study from the Békés basin, Hungary, Kluwer Academic Publishers, p. 161-186
- [6] *Weller, J. M.* (1959): Compaction of sediments, AAPG Bulletin, v. 43, No. 2, p. 273-310
- [7] *Terzaghi, K., Peck, R. B.* (1948): Soil mechanics in engineering practice, J. Wiley and Sons, New York
- [8] *Cosgrove, J. W.* (2001): Hydraulic fracturing during formation and deformation of a basin: A factor in the dewatering of low-permeability sediments, AAPG Bulletin, v. 85, No. 4, p. 737-748
- [9] *Rouchet, J.* (1981): Stress Fields, A Key to Oil Migration, AAPG Bulletin, v. 65, No. 1, p. 74-85
- [10] *Payne, D. F., Tuncay, K., Park, A., Comer, J. B., Ortoleva, P.* (2000): A Reaction-Transport-Mechanical Approach to Modeling the Interrelationships Among Gas Generation, Overpressuring, and Fracturing: Implications for the Upper Cretaceous Natural Gas Reservoirs of the Piceance Basin, Colorado, AAPG Bulletin, v. 84, No. 4, p. 545-565
- [11] *Price, N. J.* (1959): Mechanics of jointing in rocks, Geology Mag., v. 96, p. 149-167
- [12] *Osborne, M. J., Swarbrick, R. E.* (1997): Mechanisms for Generating Overpressure in Sedimentary Basins: A Reevaluation, AAPG Bulletin, v. 81, No. 6, p. 1023-1041
- [13] *Somfai, A.* (1976): A Kárpát-medence Nagyalföldjének magyarországi területén megismert szénhidrogéntárolók fluidumának nyomásviszonyai, a nyomásértékek kialakulásának földtani okai, kandidátusi értekezés
- [14] *Szalay, Á., Koncz, I.* (1980): Szénhidrogén-képződési és migrációs folyamatok a délkeletalföldi és a Dráva süllyedékekben, Kőolaj és Földgáz, 13. (113.) évf., 6. sz., p. 177-186
- [15] *Szalay, Á.* (1982): A rekonstrukciós szemléletű földtani kutatás lehetőségei a szénhidrogén-perspektívák előrejelzésében a DK-Alföldi neogén süllyedékek területén, kandidátusi értekezés
- [16] *Koncz, I., Eitler, O.* (1994): Origin of oil and gas occurrences in the Pliocene sediments of the Pannonian basin, Hungary, Organic Geochemistry, Vol. 21, No. 10/11, p. 1069-1080
- [17] *Sajgó, Cs.* (1984): Organic geochemistry of crude oils from South-east Hungary, Organic geochemistry, Vol. 6, p. 569-578
- [18] *Koncz, I., Horváth, Zs.* (2008): Probable migration mechanisms of hydrocarbons in Drava basin, 27th International Petroleum & Gas Conference and Exhibition, Siófok, Abstracts PO1

**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. évben bekövetkezett nyugdíjazásáig. Kutatási területe a szénhidrogének szerves geokémiája, amellyel a MOL Nyrt. megbízásából független szakértőként jelenleg is foglalkozik.

### Szénhidrogén kutatás és termelés a norvég tengereken

A Norvég Kőolaj és Energia Minisztérium közlése alapján 2017-ben a Norvégia fennhatósága alá tartozó tengereken 34 társaság 75 szénhidrogén kutatási és termelési engedéllyel rendelkezik, amelyek közül 19 társaság végez tevékenységet. A 75 engedélyből 45 van az Északi-tengeren, 22 a Norvég-tengeren és 8 a Barents-tengeren. A társaságok közül a Statoil ASA 31 engedéllyel rendelkezik, és 17 területen végez tevékenységet. Őket követi az Aker BP ASA 23 engedéllyel és 14 területtel. A harmadik helyen a Lundin Petroleum áll 14 engedéllyel és 6 területtel.

Tevékenységek:

Statoil ASA (norvég)	17 terület
Aker BP ASA (norvég)	14 terület
Lundin Petroleum (svéd)	6 terület
ConocoPhillips Co. (USA)	4 terület

Faroe Petroleum (UK)	4 terület
OMV AG (osztrák)	3 terület
Spirit Petroleum (USA)	3 terület
Total S. A. (francia)	3 terület
Wintershall GmbH (német)	3 terület
Norske Shell (norvég-UK-holland)	2 terület
ENGIE (francia)	2 terület
MOL (magyar)	2 terület
Point Resources (norvég)	2 terület
Repsol YPF S. A. (spanyol)	2 terület
Suncor Energy (kanadai)	2 terület
VNG International (holland)	2 terület
Wellesley Petroleum (norvég)	2 terület
INEOS (UK)	1 terület
Petrolia SE (norvég)	1 terület

OE Offshore Engineer

id. Ósz Árpád