

A MAGYARORSZÁGI FÖLDGÁZTELEPEK KIALAKULÁSÁRÓL ÉS TOVÁBBKUTATÁSUK ALAPELVÉRŐL

DR. KERTAI GYÖRGY*

Összefoglalás: A magyar medencék harmadkori rétegsoraiban általában a hidrosztatikai nyomásértékkel egyezik a telepnyomás. A petrosztatikus és geosztatikus nyomás a kőzet-szemcsék közötti üreg-rendszerben az esetek többségében nem érvényesül. Ez csak az üledékképződés folyamata közben megmaradó, korlátozott mértékű, a rétegzettségre merőleges irányú vándorlással magyarázható. A víz-nyomásrendszer kiegyenlítődése a földgáz kereszt-vándorlását is lehetővé kell, hogy tegye. Magyarország igen sok földgáz lelőhelyén rétegtani helyzetből és abszolút mélységtől függetlenül egy relatív elrendeződés alakult ki. A mélyebben levő szintek széndioxidban dúsabbak, a magasabban levő szintek metán tartalommal gazdagodnak, nehéz szénhidrogénben szegényebbek. Ez az elrendeződés nem genetikuss, hanem migrációs okokra vezethető vissza. A magyar medencékben feltárt kisebb, sokszor lecsészés kifejlődési szénhidrogén-gáztelepek a h a r m a d l a g o s vándorlás útján létrejött m á s o d l a g o s felhalmozódások. A továbbkutatás szempontjából jelentős következtetés: a felsőpannoniai rétegekben, s az alsópannoniai felső szintjén feltárt metán előfordulások migrációs-vomulatának irányában a nagyobb készlettel rendelkező, kevert gáztelepek kutatása a feladat. Továbbiakban a közlemény a földgáz-kutatófúrások telepítésének elveit tárgyalja.

A szénhidrogén és széndioxid elkülönülése

A földtani kutatás kiindulása a genesis ismerete: a földgáz egykori élő-anyagok biológiai és fizikai úton katalizált pusztulásának és átalakulásának terméke, mely permeábilis tárolókőzetben impermeábilis csapdák alatt gyűlt össze.

A felhalmozódást megelőző fluidum-vándorlás a földtani alakulat és az abban uralkodó fizikai viszonyok következménye. Ennek fő hatótényezői a fajsúlykülönbség, a határfelületi jelenségek, a nyomás- és hőmérsékletváltozás. A hőmérséklet növekedése akár a metamorfózisig fokozódhat, ilyen esetekben a hőhatás járul hozzá a szénhidrogénnek és a metamorfózis következtében keletkezett széndioxidnak az anyakőzet-üledékből való távozásához.

A földgázzal szingenetikuss kőzet, az anyakőzet szemcséi közül a megszilárdulással, diagenezissel egyidőben a vízzel együtt távozik a gáz. A vándorlás, a migráció ezen első fázisát követi a fluidumok szételegyedésének, az ún. másodlagos vándorlásnak folyamata. Ennek során a gáz a permeábilis tárolókőzetben a csapdáig vándorol, alatta felhalmozódik és elkülönülve az esetleg jelenlevő nehezebb szénhidrogénektől, a kőolajtól, kialakul a földgáztelep. I l l i n g V. C., a vándorlás folyamatainak első tisztázója említést tesz arról is, hogy a földtani változások (lehordás vagy lerakódás) a már kialakult telepek új migrációját indíthatja meg. A vándorlás e harmadik fázisát már 1948-ben „harmadlagosként” jelöltük meg, hozzátéve annak természetes, vagy mesterséges lehetőségeit. Ismeretessé vált azóta a „G u s s o w - e l v” mely lényegében a szénhidrogén-mennyiség és a csapda nagyságának függésében a képződött anyagmennyiségtől teszi függővé a telepek harmadlagos átrendeződését, de csak a tárolókőzet vonulata mentén.

A magyarországi földgáztelepek jellegéből érdekes, és a további kutatásra is kiható következtetést vonhatunk le: földgáztelepeink jelentős része áthelyezkedett, harmadlagos vándorláson átment, másodszori felhalmozódás.

* Elhangzott a Magyar Földtani Társulat Észak-magyarországi Csoportjának közreműködésével rendezett II. Orsz. Földgáz Ankétón 1962. április 5-én.

Ezt a merész állítást a következőkben indokolom: közismert tény, hogy földgázaink között igen elterjedt a széndioxid és annak szénhidrogén-gázokkal való különböző mértékű keveredése. A gyakorlatból tudjuk azt is, hogy a széndioxid általában a mélyebb rétegtani szinteken dúsul fel, jelentkezik kevert gáz formájában és a magasabb szintekben egyre tisztultabb, szénhidrogéndúsabb gázok helyezkednek el. A sok példa közül csak néhány jellemző: Hahót-Pusztaszentlászlón a mezozoikum határán 42% a gáz széndioxid tartalma, a rétegtanilag magasabb edercsi szintben csupán 2–3%. Inkén az alsópannon és miocén határán 71,2% a széndioxid, az alsópannon felső szintjén csupán 32%. Hajdúszoboszlón a flis sorozatban csak 94% a szénhidrogén, a felsőbb szinteké kerekén 98%. Pusztaföldváron a paleozóos metamorf pala felett közvetlenül 32% a szénhidrogén-mennyiség, az alsópannon középső szintjén már 90–91%, és a legfelső „Pusztá” szinten 98% felett van. Tótkomlóson az alsóbb szintek szénhidrogéntartalma egyes helyeken csupán 43%, a felsőpannon határán levő felső szintben 96–97%. Battonyán a gránit és kvarcporfir felett 50% körüli, a felsőpannonban 97% szénhidrogéntartalmú rétegeket tártunk fel. Meg kell még említeni azt is, hogy a felsőbb szintek az alsóknál törvényszerűen szegényebbek nehezebb szénhidrogén-alkotókban.

Meg kell állapítanunk, hogy a széndioxid megjelenésében, illetve a szénhidrogénfeldúsulásban csak ez a viszonylagosság a szabályos. A széndioxid feldúsulása nincs sem az alapkőzet jellegéhez, sem rétegtani szinthez, sem abszolút mélységhez kötve. Nem földtani okokra, hanem fizikai körülményekre kell tehát a szabályosságot visszavezetni. Egyaránt találunk tiszta széndioxidot a felsőpannoniai almelelt határán, pl. Nagykörsőn, mezozoikum vagy permi alaphegység felett, az alsópannon és tortónai rétegek határán ópaleozóos metamorf pala felett pl. Répcelakon, flisjellegű réteggöszlet felett Rákóczi falván, vagy Törtelen csekély szénhidrogén-tartalmú nagy tömeg széndioxid helyezkedik el a flis szilikoklasztikus kőzetekben, és csökkentebb a szénhidrogéntartalom a hajdúszoboszlói kalkiklasztikumban, a szarmata mészkőben is. Hasonló példák hosszú sora között az alapelvtől lényeges eltérést nem találunk.

Lehet-e tehát ennek a jelenségnek genetikusa? Ismertek megállapításaink a pliocén szénhidrogén neogén eredetéről. Kizárt lehetőség az, hogy a sekélyebb vízi, sokkal jobban szellőzött felsőpannoniai üledékek képződése közben a szénhidrogén számára kedvezőbb anaerob környezet alakult volna ki, mint az alsópannonban vagy a tortónban.

Felmerülhet természetesen az a régi felfogás is, hogy a széndioxid keletkezése a magmatikus mélységekben történt, s ez a mélységből származván a mély telepekhez dúsabban keveredik. A széndioxid juvenilis eredete azonban esetünkben is megdöntött tény, I. a n g V. B. még a mexikói vulkáni környezetben is kimutatta és a XX. Nemzetközi Földtani Kongresszuson közzétette a C_{12} - C_{13} izotópok arányából a széndioxidnak karbonátos, tehát organogén üledékekből való eredetét.

Genetikailag tehát ez a szabályosság nem magyarázható. Egyszerű, fajsúly szerinti elrendeződés egy tárolón belül még csak elképzelhető, de vastag üledéksorokon keresztül már nem ilyen egyszerű a kérdés!

A magyarázat érdekében a mélybeli nyomásviszonyokról és bizonyos fogalmak olajteleptani tisztázásáról kell néhány szót szólnunk. A rétegben elhelyezkedő fluidum a t e l e p n y o m á s o n tárol. Ez a telepnyomás hazánkban általában eddig megismert földgáztelepeinken (talán Körösszegapáti kivételével) a hidrosztatikus nyomással egyenlő. Tudjuk, hogy az üledéksoron belül általában, kivéve azokat a helyeket, ahol különösen impermeábilis a fedőréteg — (ilyenek a Golf-part egyes telepei, pl. Dickinson, vagy az Észak-nyugatnémet zechstein telepek; előbbiben impermeábilis agyag-páncél, utóbbiakban só a fedő) — ott a telepnyomás nem múlja felül a hidrosztatikai nyomást. Meg kell

különböztetnünk nevezéktanunkban a petrosztatikus nyomást a geosztatikustól. Az első a fedő kőzetoszlop és a benne levő folyadék súlyából adódik, a másodikban már a tektogenetikus erők járulnak hozzá a kőzetoszlop nyomásához orogén vagy sótektonika következtében.

A telep kőzetszemcséi átveszik a szemcsék között tárolt folyadékrendszer helyett is a geosztatikus nyomást. Az üledékek keletkezése, diagenézise során a folyadékban levő nyomás a felette levő vízoszlop (az ülepítő víz mélységével) nyomásával egyezik. Ahogy mélyebbre süllyedt a medence depressziójával az üledéktömeg, eleinte, amíg a kőzet plasztikus, a petrosztatikus nyomás egy részét is a folyadék veszi át, később azonban a kőzet megszilárdulása után a pórus vagy üregrendszer lényegében önhordóvá válik és a folyadék felfelé fokozatosan kiszajtolódik. Ezt bizonyítja az a tény, hogy rétegeinkben a nyomás hidrosztatikus. Későbbiekben a nagyobb mélységben az újra plasztikusabbá váló kőzet hatására bizonyos mértékig ismét érvényesülhet a petrosztatikus, ill. geosztatikus hatás. A magyarországi pliocén medenceüledékek valamennyi eddig megismert esetében ez a hatás még lényegesen nem volt észlelhető.

Az olyan, viszonylag ritka esetekben, ahol az impermeábilis fedő nem engedi meg a folyadék kitérését a ránehezülő geosztatikus nyomás elől, *Thomér J. H. M. A. és Bottem J. A.* szerint a folyadékkal telt kőzetsúly hatása a hidrosztatikai nyomást 2,2–2,4-szeres mértékben múlhatja felül. Ilyen eset nem csupán viszonylag nagy likacsú tárolókőzetben, hanem még a márgák, agyagok víztartalmában is jelentkezhet, s az említett szerzők szerint ez okozhatja a fúrólukakban az ún. omló, pergő agyagok, márgák megjelenését. A nyomásviszonyoknak a mélyfúrási technológiára kiható fontos szerepét *Völgyi L.* részletesebben tanulmányozta.

A magyar medencékben ezernél több tapasztalat bizonyítja a hidrosztatikai nyomás jelenlétét és ez egyúttal bizonyítéka annak is, hogy vertikális, rétegekzi keresztvándorlás történt. A már megszilárdult, 1000 m-t is meghaladó mélységbe süllyedő gáz, olaj, vagy víztelep nem a petrosztatikus vagy geosztatikus nyomást veszi át, mert akkorszükszerűen a nagyobb nyomásértékekkel állnánk szemben. Ha pedig a tárolóréteg, az impermeábilissá szilárdult márgapadok közé zárva, a még megszilárdulás előtti vízoszlop konzervált nyomását őrizné, úgy az észlelt nyomás kisebb lenne a hidrosztatikusnál.

A megcsapolás rogyasztó hatására, s a geosztatikus nyomás ilyen jelentkezésére is véleményem szerint ellenérv az, hogy a megcsapoló réteg telepnyomás-csökkenése következtében sem áll elő sehol a hidrosztatikusnál nagyobb nyomás. A viszonylag gyors megcsapolás megszüntetése után lassan visszatér a telepnyomás a hidrosztatikus mértékre. Bizonyított tehát az, hogy megszilárdult üledékeink között, a tárolókőzet kapilláris rendszerének permeabilitásánál nagyságrendileg kisebb, de lényegében áteresztő vető, repedés, kapilláris „kereszt-járat” rendszer létezik.

Ha a víznyomás a járatokon át pótlódni vagy kiegészítődni tud és ki tudott egyenlítődni a termelési gyakorlat szempontjából impermeábilisan lezárt víz vagy gáztelepek nyomása, akkor e járatokon át meg kell hogy történjék a gáztelepek *harmadlagos migrációja* is.

Eddig nem találtunk genetikai magyarázatot a felsőbb, a felsőpannoniai tisztább szénhidrogén-telepek létrejöttére. Íme egyértelmű magyarázat adódik a migrációs, ill. a nyomásalakulási folyamatok elemzése útján.

Az, hogy miért szénhidrogénben dúsabb a felső szintek gáza, a fentiek alapján egyszerű. A vándorláskor szételegedés történik: ennek egyik oka az, hogy azonos hőmérsékleten a nagyobb nyomású víz, sőt olaj is a széndioxidból jelentősen többet tart oldatban, mint szénhidrogéngázból. A másik ok, hogy a széndioxid transzspirációs sebessége jelentősen kisebb a metánénál. Ugyanez a magyarázata annak is, hogy miért

maradnak el a felsőbb szintekből a nehezebb szénhidrogének. A harmadik ok lehet egyszerűen a gázok fajsúlykülönbsége.

A kérdés ilyen megoldása természetesen nemcsak elméleti jelentőségű. Medencéink több helyén ismerünk litológiailag határolt rétegtelepekben kisebb szénhidrogén-tartó lencsékét. A közölt elmélet alapján ezek zöme mélyebb telepekből migrált. Nem állítjuk ezzel azt, hogy a felsőpannoniai, vagy akár a levantei rétegekben jelentkező sporadikus, az artézi vizeket sok helyen kísérő metán kizárólag a mélyből származnék — hiszen mocsárban is keletkezik szénhidrogén —, keletkezhetett tehát a teljesen kiédesedett beltavakban is. Ahol azonban a felsőpannonban jelentősebb ilyen lencsékét ismerünk, valahol a mélyben, vertikálisan vagy rétegtani értelemben kereshetjük az eredeti, esetleg jelentősebb méretű telepet.

A litológiailag zárt rétegtelepek kutatása mind geofizikai, mind geológiai szempontból még lényegében megoldatlan, igen nehéz feladat. A geofizikai alapon telepített mélyfúrásokban azonban fentiek alapján nagy jelentősége van, a jó földtani megfigyelés és a fejlődő karottázs szolgálat segítségével, a legvékonyabb és viszonylag kis terjedelmű metán tároló rétegek kivizsgálásának. Ebből a szempontból jelentős a víztartó rétegek nyomokban mutatkozó metán tartalmának rendszeres kivizsgálása és feltérképezése is. Az ilyen telepek és előfordulások gondos feltérképezése útmutatást ad a továbbkutatás számára.

A kutatófúrások elvi szempontjai

A kőolaj és földgázkutatás módszere közismert. Jelenlegi ismereteink szerint a két ásványi nyersanyag felderítő kutatása semmiben sem különbözik egymástól. A továbbfejlesztő és termelőfúrások telepítésének kúttávolsága a gázkutatás esetében a kőolajkutatásétól eltérő kell hogy legyen. Azonos áteresztő képességű- és nyomásviszony mellett a gáz esetében ez természetesen nagyobb térköz. Az eredményes felderítő fúrás után a kezdeti továbbfejlesztő fúrásokat — amíg a fázishatár ismeretlen — csupán a szerkezeti és rétegtani viszonyok feltételezése alapján telepítjük, keresve a gáz alatt az olaj- vagy vízhatárt. Ezt egyik irányban elérve a feladatot a továbbfejlesztés helyett a körülhatároló tevékenység. (Fúrásaink kategorizálásánál ezen a területen eddig sok zűrzavarral találkoztunk.) A továbbfejlesztést és körülhatárolást a szerkezeti viszonyoktól függően, gáz esetében már akár több km-es lépésekkel végezhetjük. A cél a szükséges minimális meddőfúrás mélyítése mellett a telep határainak kialakítása. Így történt ez Hajdúszoboszlón is, ahol a gázkincset helyes extrapolációval lényegében csupán 6 db (16,6%) és Battonyán, ahol a gáz és olajkincset csupán 4 db (azaz 12%) meddőfúrás mélyítésével határoltuk körül.

A rétegtani kifejlődés, lencsés, litológiailag határolt rétegtelepek jelenléte már eleve kisebb továbbfejlesztő és körülhatároló küttelepítést tett szükségessé. pl. Görgeteg-Babócsán, Szandaszőlősdön, Ebesen vagy Kisújszálláson. Így volt elkerülhető ezen a területeken is a túl sok meddőfúrás. Közgazdasági szempontból felmerülhet a gyors megismerés és a beruházás gyors megtérülése érdekében a már kezdetben hálózatos, bizonytalanabb módon „kidobott” fúrásokkal való kutatás módszere. Ez a módszer a magyarországi harmadidőszaki üledékek szeszélyesen lencsés kifejlődése (pl. Szandaszőlős, Görgeteg-Babócsa stb.) és a medencealjazat igen változatos felépítése esetében (pl. Nagykörös—Kecskemét) feltétlenül jelentősen, kétszer-háromszor annyi meddőfúrás veszélyével jár. Ha figyelembe vesszük egy-egy fúrás milliós nagyságrendű költségét, szembeállítva ezt a kisebb „kamatveszteséggel”, azaz a beruházás gyors megtérülésének szempontjával, világos, hogy az általunk követett kutatási rendszer

összehasonlíthatatlanul gazdaságosabb. A helyes tehát az a módszer, melynek alkalmazása esetében miuden fúrás után újabb elemzésre kerül sor és az új fúrást ennek az elemzésnek alapján tűzzük ki.

A népgazdasági hatékonyság szempontja egyes időszakokban és különösen egyes területeken, pl. a kőolajkutatás esetében indokolttá teheti a nagyobb kockázatot, s ezzel a nagyobb „kutatási selejtet”.

Igen jelentősen csökkenthető majd a kutatási kockázat a hidrodinamikai vizsgálatok fejlődése és a szükséges számítások gyors, esetleg kibernetikus elvégzése útján. A földgázterületeken a t e r m e l ő f ú r á s o k kitűzése már általában ilyen alapon, a tároló rendszerének közet- és rétegeparamétereinek ismeretében kell hogy történjék. Egységes, nagy telep esetében — tulajdonképpen csak a fluidumok telepviszonyok közötti viszkozitás különbségét tekintve — a földgáz-termelő kútrendszer távolsága sokszorosa lehet az olajtermelőnek. A magyarországi földtani viszonyok között azonban ezzel a lehetőséggel is csak ritkán élhetünk. A rétegek szeszélyes kifejlődése az eddigi esetek többségében, s feltehetően a jövőben is, arra kényszerít, hogy a termelőfúrások telepítésénél nagymértékben vegyük figyelembe a földtani viszonyokat, a telepek alkatát.

IRODALOM — REFERENCES — ЛИТЕРАТУРА

1. LANG W. B.: The origin of some natural carbon dioxide gases. XX. Congreso Geológico internacional 1956. Mexico Sección II. B. p. 219. — 2. Kertai Gy.: A magyarországi kőolaj- és földgáztelepek keletkezése. Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei 1952. V. 3. p. 85. — 3. THOMER, J. H. M. A. and BOTTEMA, J. A.: Increasing occurrence of abnormally high reservoir pressures in boreholes and drilling problems resulting therefrom. Bull. Am. As. Petr. Geol. 1961. 45 K. 10 f. p. 1721.

On the formation of the Hungarian natural gas deposits and the fundamental principle of their further exploration

DR. GY. KERTAI

In the Tertiary series of the Hungarian basins the reservoir pressure generally coincides with the hydrostatic pressure. The petrostatic and geostatic pressures in the interstitial space system are in the majority of cases not effective. This can be explained only by a reduced migration, proceeding across to the bedding plane remaining in the process of the sedimentation. The equalization of the water pressure system has permitted the migration of the gas transversally too. In many natural gas deposits of Hungary there has developed a relative arrangement independently of the stratigraphic position and the absolute depth. The deeper horizons are more abundant in carbon dioxide, the higher ones show increasing methane content and lower concentrations of hydrocarbons. This arrangement is not a genetic one, but it may be attributed to migrational causes. The smaller hydrocarbon gas accumulations, frequently lenticular in shape, which have been disclosed in the Hungarian basins represents secondary accumulations brought about by tertiary migration. An important conclusion for future prospecting is: Further exploration must be directed towards prospecting for mixed gas deposits, having larger reserves, along the trend of migration of the pit gas occurrences discovered in the Upper Pannonian beds and in the upper horizon of the Lower Pannonian.

In the further discussion the principles of locating gas prospecting wells are set forth.

О формировании газоносных месторождений Венгрии и о принципе их дальнейшей разведки

Др. Дь. КЕРТАИ

В третичных толщах венгерских бассейнов давление в залежи обычно соответствует величине гидростатического напора. Петростатическое и геостатическое давления в системе полостей между зернами породы в большинстве случаев не выражаются. Это объясняется лишь ограниченной миграцией сохранившихся в процессе осадкообразования газов, происходящей перпендикулярно напластованию. Уравнение напорного режима вод должно способствовать и поперечной миграции природного газа. В очень многих газоносных месторождениях Венгрии создавалось относительное распределение независимо от стратиграфического положения и от абсолютной глубины. Более глубокие горизонты богаты углекислым газом; горизонты, расположенные выше по разрезу, обогащаются метаном, а содержание в них углеводородов более сокращенное. Это распределение не является генетическим, а обусловлено миграционными причинами. Небольшие углеводородно-газовые залежи, вскрытые в венгерских бассейнах и часто обнаруживающие линзобразную форму, представляют собой вторичные скопления, образовавшиеся путем третичной миграции. Заключение, значительное с точки зрения дальнейшей разведки: Предстоящие поисково-разведочные работы должны быть направлены на разведку смешанных газовых залежей с большими запасами в линии миграционной полосы метановых месторождений, открытых в верхнепаннонских отложениях и в верхнем горизонте нижнего паннона.

В остальной части работы излагаются принципы размещения скважин для разведки на газ.