

A Magyarországon 1935–1985 közötti időszakban felfedezett kőolaj- és földgáz-előfordulások, valamint ezek sajátosságai

KONCZ István

koncz.istvan38@gmail.com

Oil and gas occurrences discovered in Hungary in period 1935 to 1985, and their features

Abstract

In this study, the author gives a historical overview about hydrocarbon exploration in periods before and after the World War II. Distributions of the geological resources are investigated according to exploration areas, depths and ages of reservoirs. Characteristic features of oils and gases are summarized. Verified and possible source rocks of oil and gas fields are taken into consideration. Migration mechanisms and pathways are discussed. Finally, the author suggests the potential future exploration targets for hydrocarbon exploration.

Keywords: history of hydrocarbon exploration, distributions and features of fields, source rocks, migration mechanisms and pathways, Hungary

Összefoglalás

Ebben a tanulmányban a szerző történelmi áttekintést ad a szénhidrogén-kutatásról a második világháború előtti és utáni időszakokban. Vizsgálja a földtani vagyion eloszlását a számbavételi egységek, a mélység és a tárolókőzet kora szerint. Összefoglalja az olajok és gázok jellemző tulajdonságait. Számba veszi az olaj- és gázmezők bizonyított és lehetséges anyakőzeteit. Tárgyalja a migráció mechanizmusait és útvonalait. Végül potenciális jövőbeni kutatási objektumokat javasol a szénhidrogén-kutatás számára.

Tárgyszavak: a szénhidrogén-kutatás története, a mezők eloszlásai és sajátosságai, anyakőzetek, migrációs mechanizmusok és útvonalak, Magyarország

Bevezetés

Az 1860–1905 közötti időszakban az Osztrák–Magyar Monarchia részét képező Magyarország területén a kőolaj-termelés összesen 55 500 tonna volt. Ennek többségét, 92 százalékát desztilláció útján állították elő a felszíni bányászattal kitermelt bitumenes palából Stájerlakon és olajos homokkőből Tataros-Felsődernán (POSEWITZ 1906). A 8%-ot kitevő, fúrólukon felszínre hozott nyersolaj döntő hányada (83%-a) a Muraközéből és Horvátországból származott. Em-lítésre méltó, hogy az Osztrák–Magyar Monarchiához tartozó Galíciában Drohobycz, Boryslaw környékén egyetlen évben, 1905-ben 801 800 tonna kőolajat termeltek, több mint 14-szeresét annak, amelyet 1860–1905 között Magyaror-

szágon (POSEWITZ 1906). A galíciai olajvidék a 19–20. század fordulóján az Egyesült Államok, Oroszország és Holland-India (Indonézia) mögött a negyedik helyen állt a kitermelt olaj mennyiségét illetően (POLLACK 2009). A Muraközben található a ma is aktív felszíni olajszivárgás Bányaváron (jelenlegi nevén Peklenicán), Horvátország területén. Az innen származó olajat Winterl Jakab, a budai egyetem vegytan tanára vizsgálta lepárlással 1788-ban (FALLER et al. 1997). Ez az első ismert kőolajelemzés a világon (BACSINSZKY et al. 1987). A Bányavár közelében lévő Szelencén, jelenlegi nevén Selnica helységben, az 1850-es évek végén találtak olajat egy barnaszénkutatás során mélyített aknában (POSEWITZ 1906). Szelencén Stavenov és Singer vállalkozók 1905 végéig 31 fúrást mélyítettek,

amelyek közül hatnak a talpmélysége meghaladta az 500 métert. Az olajtermelés Szelencén 1887-ben kezdődött, 50 évvel a Budafa–2 kút olajtermelővé kiképzése előtt, és az 1887–1905 időszakban 3100 tonnát tett ki. 1908 novemberében kezdték mélyíteni az Erdélyi-medencében a Kissármás–2 fúrás kálisó kutatás céljából. A fúrásban gázkitörés keletkezett, majd kigyulladt a gáz, és 27 hónapon át égett. Az ezzel a fúrással megtalált földgázkincs alapozta meg Erdélyben a gázhasznosítási programot, amelynek keretében több város távvezetéken kapta a gázt. A Nyitra–Pozsony megye határán lévő Egbell (Gbely) mellett találtak földgáz-, illetve kőolaj-előfordulást 1914-ben. Itt 72 fúrásból 29 000 tonna kőolajat termeltek az I. világháború alatt.

A Trianon utáni időszakban, 1917-ben Pávai Vajna Ferenc felszíni dőlésmérésekkel kimutatta a „száva redőzés” muraközi folytatását, és 1919-ben Papp Simonnal együtt a budafapusztai szerkezetet is megállapította. Az Anglo–Persian érdekeltségű D’Arcy Exploration Co. koncessziós jo-

got vásárolt kőolaj- és földgáz kutatásra, amelynek keretében a Hungarian Oil Syndicate Ltd. Budafapusztán mélyített fúrást 1923-ban. A fúrás, amelyről utóbb kiderült, hogy a szerkezet déli lejtőjén, a tetőtől 1500 m távolságban volt, a víz-olaj határ alatt harántolta a később ismertté vált Budafa kőolajmező egyik telepét. A fúrás csak olaj- és gáznymokat talált. (Ezt a fúrást újabban Budafa–0 névvel illetik, hogy megkülönböztessék az 1936-ban mélyíteni kezdett Budafa–1 fúrástól.)

Az 1935–1985 közötti időszakban felfedezett jelentős földtani vagyonú előfordulások

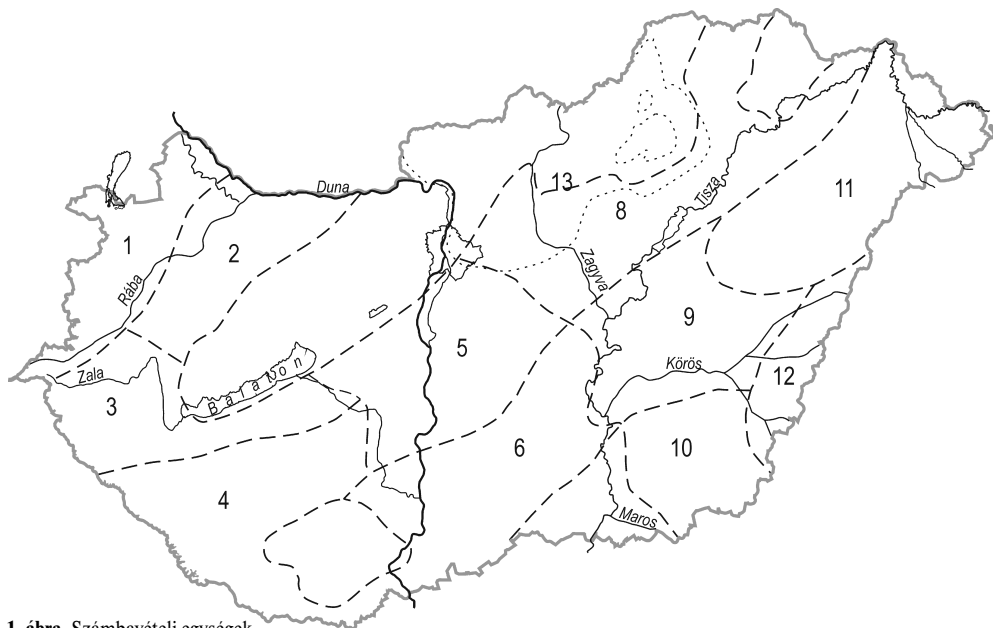
A jelentős, legalább 5 millió egyenérték tonna földtani vagyonú előfordulásokat az I. táblázat tartalmazza a felfedezés évének sorrendjében, megjelölve az I. ábrán látható számbavételi egység számát (sze). A továbbiakban a szö-

I. táblázat. A legjelentősebb földtani vagyonú előfordulások

Table I. Occurrences of most significant geological resources

Év	Előfordulás	Sze	Telep (db)	Mélység (m)	Földtani vagyon (%)	Olaj (%)	Gáz		CO ₂ +N ₂ (%)	Földtani vagyon aljzatban (%)
							%	CH%		
1935	Mihályi	1+2	3	1310–1599	1,3	0	100	2,4	98	2,5
1937	Budafa	3	16	1035–1435	3,3	81,1	18,9	18,3	3	
1940	Lovászi	3	7	1155–1860	4,5	77,2	22,8	22,3	2	
1945	Répcelak	1+2	6	1059–1438	1,0	0	100	8,4	92	7,6
1951	Nagylengyel	3	4	1897–2420	7,4	100	0	0		99,2
1956	Demjén-K	13	1	1030	1,1	94,3	5,7	5,7	0	100,0
1958	Pusztaföldvár	10	5	1605–1738	3,6	28,2	71,8	45,4	37	59,7
1958	Hajdúszoboszló	11	4	450–1266	5,5	0	100	94	6	32,1
1959	Battonya	10	2	645–1010	0,9	35,5	64,5	44,3	31	77,4
1962	Üllés	7	8	1880–2730	2,8	8,5	91,5	82	10	70,1
1964	Ölbő	1+2	1	1815	0,9	0	100	3	97	100,0
1964	Mezőcsokonya	3	3	1716–1743	1,0	0	100	23,7	76	
1964	Szank	6	4	1850–1910	3,4	39,4	60,6	58,2	4	
1964	Nagykörü	9	9	1830	1,6	0	100	25	75	
1965	Algyó	7	15	1723–2500	27,6	40,4	59,6	57,8	3	7,3
1966	Budafa-mély	3	1	3185	1,6	0	100	17	83	100,0
1969	Ferencszállás	7	5	1660–2411	0,9	25,6	74,4	71,5	4	
1970	Battonya-K	10	2	903–1018	1,6	88,4	11,6	5,9	49	100,0
1971	Szeged	7	2	2245–2624	2,0	74,9	25,1	24,1	4	98,9
1974	Kiskunhalas-ÉK	6	6	1850–2050	1,9	81,9	18,1	12	33	97,2
1974	Füzesgyarmat	9	9	1756–1840	1,0	9,8	90,2	22,9	75	
1976	Endrőd III	9	9	1755–2000	1,8	0	100	76,3	24	
1976	Sarkadkeresztúr	12	12	2550–2860	1,6	7,2	92,8	91,7	1	98,4
1980	Szeghalom	9	3	1740–2045	4,0	35,9	64,1	60,3	6	93,4

sze - számbavételi egység - exploration area



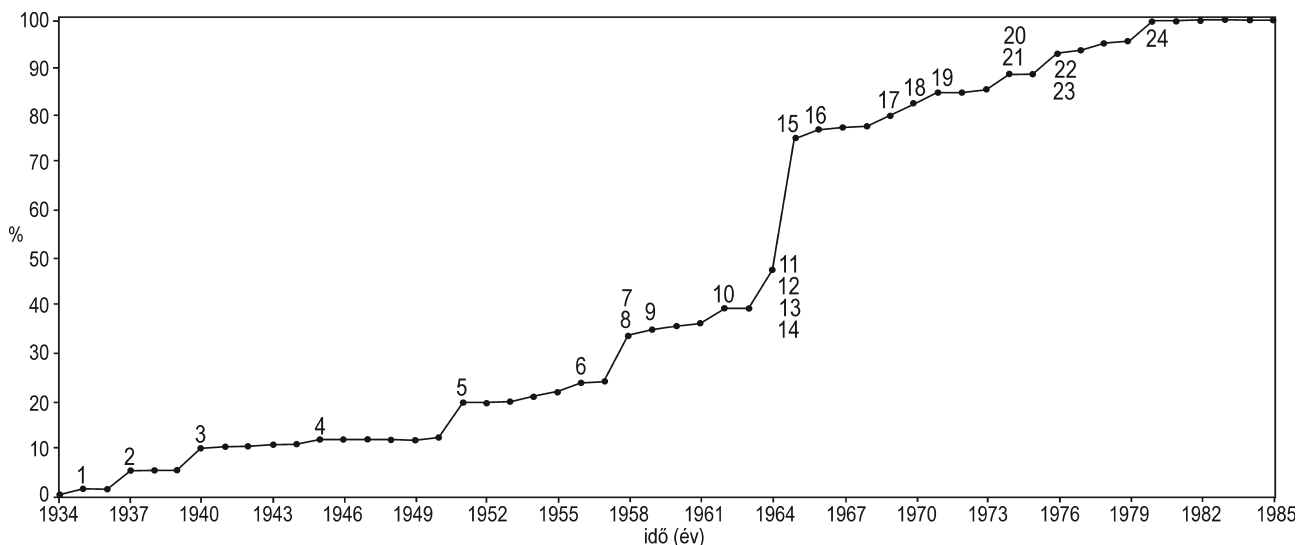
1. ábra. Számbavételi egységek
 Figure 1. Exploration areas

vegen az egyes előfordulások sorszáma a mező melletti zárójelben szerepel, hasonlóképpen a 2. ábrán is. Az előfordulások földtanivagyon-adatai és egyéb sajátosságai VÖLGYI et al. 1985 munkájából származnak. A 2. ábra szemlélteti a felfedezett földtani vagyon kumulatív eloszlását az 1935–1985 időszakban felfedezett összes földtani vagyon százalékában kifejezve.

A Magyar Kincstár és az Európai Gáz és Villamos Társaság (EUROGASCO) 1933-ban kötött egyezménye értelmében a külföldi vállalat jogot nyert arra, hogy a Dunántúl területén kőolaj és földgáz után kutasson. Az első fúrást Mihályi (1.) térségében mélyítették le, amelyik szén-dioxidban dús gázt tárt fel. A Trianon utáni Magyarország első kőolajtermelő területe Bükközéken volt, ahol 1937 áprilisában kezdődött meg a termelés, és 1939-ig tartott, végül a kutak

elvizesedése miatt a mezőt 1943-ban leállították. Az 1937–1939 közötti időszakban összesen 13 000 tonna kőolajat termeltek ki. Papp Simon a budafai szerkezeten – már geofizikai mérésekkel is alátámasztottan – 1936 májusában kijelölte a Budafa-1 (2.) fúrópont helyét. Ez a fúrószerszám megszorulása miatt nem volt vizsgálható, de 1937. február 9-től kezdve gázt tudott szolgáltatni a további fúrások kazánjainak fűtéséhez. Papp Simon 1937 márciusában kijelölte a Budafa-2 fúrási pontot. Ebből a fúrásból 1937. november 21-én megindulhatott a kőolajtermelés. A kutatás következő sikere a Lovászi mező (3.) felfedezése volt. Ez az esemény már az 1938-ban alakult Magyar–Amerikai Olajipari Rt. (MAORT) kereteiben történt. 1949. december 31-én államosították a MAORT-ot, és nemzeti vállalatokat hoztak létre.

Az 1937–1941 között végrehajtott geofizikai (torziós és



2. ábra. Az 1935–1985 közötti időszak felfedezéseinek halmozott földtani vagyona 1935 évtől kezdődően az összes felfedezett földtani vagyon százalékában
 Figure 2. Cumulative geological resources of the period from 1935 to 1985, 1935 onwards in percentage of all the discovered geological resources

graviméteres) mérések nagy kiterjedésű, mélyben lévő szerkezetet mutattak ki, amelynek tetőpontja Salomvár környékén volt. A szerkezet déli része keleti irányban rész-anomáliával rendelkezett Nagylengyel térségében. Papp Simon 1943-ban a tetőrészen tűzte ki a Salomvár–1 fúrását. A triász dolomitra települő miocén átfúrásokor az iszapban gáz- és olajnyomokat észleltek. A fúrás a triászt 2208 m mélységben érte el. 1946-ban a Salomvár–2, 1947-ben a Salomvár–3 fúrás lemélyítésére került sor. Mindhárom fúrás meddő lett, és ezek képezték az egyik vádpontot a MAORT-per során Papp Simon ellen. Már nem Papp Simon jelölte ki Salomváron a további négy, szintén meddőnek bizonyult fúrását. A különbség csak az volt, hogy az első három fúrás vádpontként szerepelt, a következő négyért viszont Kossuthdíj járt. 1950-ben kezdték el mélyíteni a Nagylengyel–1 fúrását, amely olajnyomos miocén glaukonitos zöldhomokkővet harántolt, de az iszapveszteség miatt műszakilag befejezhetetlenné vált. Ebből a tapasztalatból okulva a soron következő, szintén a zöldhomokkőre irányuló fúrásokat nem engedték az „idős mészkő” tetőzónájáig, az iszapelnyelő zónáig mélyíteni. Hangsúlyozni kell, hogy a Nagylengyel térségében megindult kutatás az olajat tartalmazó glaukonitos homokkő feltárására irányult. (A glaukonitos homokkő olaja nem viszkózus, könnyűolaj, az „idős mészkő” olaja ezzel szemben nagy sűrűségű, viszkózus, ún. nehézolaj, amely először a Nagylengyel–3 (5.) fúrásban jelentkezett. Ezt akkor a miocén mészkő olajának, és nem az „idős mészkőnek” tartották.) A Nagylengyel–2 fúrásban, 1951 márciusában a zöldhomokkőből 12–15 m³/nap dugattyúzható könnyűolajat kaptak, aminek akkor az volt az óriási jelentősége, hogy a II. világháború után újra találtak kőolajat Magyarországon. A Nagylengyel–2 fúrásban a zöldhomokkő felett volt béléscsővezve a kút, a tároló így csővezetlen, nyitott szakaszban helyezkedett el. A tárolót is béléscsővezni akarták a biztonságos termelés érdekében úgy, hogy a miocén márgáig fúrnak tovább, és azután rakják be a béléscsővet. Erre 1952-ben került sor. A fúró azonban véletlenül (!) a tervezettnél mélyebbre hatolt, és az „idős mészkőben” állt meg (BUDA E. szóbeli közlés). Az iszapelnyelést követően az „idős” (késő kréta korú) mészkőből felszálló termeléssel napi 95–100 m³ nehézolaj került a felszínre. A Salomvár környékén mélyült fúrásokkal szemben Nagylengyelben a miocén közvetlenül a felső kréta üledékekre települ. További eltérés az, hogy – mint utólag kiderült – Nagylengyelben a mezozoos tető kisebb mélységben van, mint Salomváron. Hangsúlyozni kell, hogy senki sem sejtette, hogy Nagylengyelben egy idős (mezozoos) mészkőből álló rög van, és abban kőolaj található. A Hajdúszoboszló, Üllés, Battonya és Pusztaföldvár mezők felfedezését követően a legnagyobb készletű előfordulást, Algyőt (15.) 1965-ben fedezték fel, amelyet megelőzően az összes felfedezett földtani vagyon még nem érte el az 1935–1985 között megismert összes földtani vagyon felét. Algyón az összes földtani vagyon 28%-át találták meg. Annak ellenére, hogy az Algyő–1 fúrás helyét már 1964 decemberében kítűzték, a fúrások halogató magatartása miatt a fúrás csak 1965. június 20-án indulhatott meg (DANK 1990). Ez a késlekedés

oda vezetett, hogy a Tápé területén termálvíznyerés céljából megkezdett fúrásban kitörés során olaj került a felszínre 1906–1962,5 m mélységből. Az Algyő–1 fúrás ekkor már 1517 m mélységet ért el. Az említett Tápé–1 vízkutató fúrás az algyői szerkezet nyugati peremén hatolt az egyik telep szélébe, az Algyő–1 fúrás viszont a szerkezet tetején települt. Algyő után 1985-ig az összes készlet 25%-át találták meg. Az 1935–1985 időszak utolsó, jelentős földtani vagyonú előfordulását Szeghalmon (24.) fedezték fel 1980-ban.

A felfedezett földtani vagyon nagyság szerinti eloszlására jellemző, hogy a több száz előfordulás közül a jelentős földtani vagyonnal rendelkezők 24 előfordulásban vannak jelen, és az összes felfedezett földtani vagyon 82 százalékát képezik. Az Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt az ország területét ún. számbavételi egységekre osztotta, amelyek az egyes medenceterületek migrációs gyűjtőkörzetének felelnek meg. (A továbbiakban a számbavételi egységek (sze) számjele szerepel zárójelben a szövegben és az 1. ábrán is.)

A jelentős földtani vagyonú előfordulások mélységintervalluma 450–3185 m: a legkisebb mélység a Hajdúszoboszló (11. sze), a legnagyobb a Budafa-mély (3. sze) előforduláshoz tartozik.

A jelentős földtani vagyonú előfordulások fázisösszetételét a következők jellemzik: a Zalai-medencében (3. sze) a nagylengyeli előfordulás csak olajból áll. Csak földgázt tartalmaznak a következő előfordulások a megjelölt számbavételi egységek területén:

Kisalföldi-medence(1. + 2. sze): Mihályi, Répcelak, Ölbő
Zalai-medence (3. sze): Budafa-mély, Mezőcsokonya
Nagykunság (9. sze): Nagykörű, Endrőd III
Hajdúság (11. sze): Hajdúszoboszló

A többi előfordulás kőolajat és földgázt egyaránt tartalmaz.

A jelentős földtani vagyonú előfordulások gázösszetételére az alábbiak jellemzők. A szénhidrogénekben dús gázok, amelyekben a szénhidrogén-tartalom legalább 70%, az alábbiak:

Zalai-medence (3. sze): Budafa, Lovászi
Kiskunság (6. sze): Szank
Szegedi-medence (7. sze): Algyő, Szeged, Ferencszállás, Üllés
Nagykunság (9. sze): Endrőd III, Szeghalom
Hajdúság (11. sze): Hajdúszoboszló
Bihari-medence (12. sze): Sarkadkeresztúr
Paleogén-medence (13. sze): Demjén–K

A gázok nem éghető (inert) tartalma jelentős, 30% feletti a következő jelentős földtani vagyonú előfordulásokban:

Kisalföldi-medence (1. + 2. sze): Mihályi, Répcelak, Ölbő
Zalai-medence (3. sze): Budafa-mély, Mezőcsokonya
Kiskunság (6. sze): Kiskunhalas ÉK
Nagykunság (9. sze): Füzesgyarmat, Nagykörű
Békési-medence (10. sze): Battonya, Battonya-K, Pusztaföldvár

A jelentős földtani vagyónú előfordulások többsége nem egyetlen telepől, hanem több, egymás felett elhelyezkedő telepől áll. Az egytelepes előfordulások a következők: a Kisalföld medencében (1. + 2.) Ölbő paleozoos aljzati képződményben, a Zalai-medencében (3. sze) Budafa-mély triász képződményben, a Paleogén-medencében (13. sze) Demjén-K oligocén tárolókőzetben. A többtelepesek közül csak neogén tárolókőzetek szerepelnek a következő előfordulások esetében:

Zalai-medence (3. sze): Budafa, Lovászi, Mezőcsokonya
Kiskunság (6. sze): Szank
Szegedi-medence (7. sze): Ferencszállás
Nagykunság (9. sze): Nagykőrű, Füzesgyarmat, Endrőd III

A Paleogén-medencében (13. sze) egyedül Demjén-K esetében nem szerepelt neogén tárolókőzet. A többi esetben a neogén mellett a nála idősebb tárolóban is van telep. Ezek az előfordulások az alábbiak:

Kisalföldi-medence (1. + 2. sze): Mihályi, Répcelak, Ölbő
Zalai-medence (3. sze): Nagylengyel, Budafa-mély
Kiskunság (6. sze): Kiskunhalas ÉK
Szegedi-medence (7. sze): Algyő, Szeged, Üllés
Nagykunság (9. sze): Szeghalom
Békési-medence (10. sze): Battonya, Battonya-K, Pusztaföldvár
Hajdúság (11. sze): Hajdúszoboszló
Bihari-medence (12. sze): Sarkadkeresztúr

Közöttük vannak olyanok, amelyeknél a neogénnél idősebb tárolókőzetű telepek a neogénhez viszonyítva kis földtani vagyonnal rendelkeznek, mint például a Kisalföldi-medencében (1. + 2. sze) Mihályi és Répcelak, a Szegedi-medencében (7. sze) Algyő, a Hajdúságban (11. sze) Hajdúszoboszló. Azonban az esetek többségében a neogénnél idősebb tárolókőzetek a neogén képződményekhez képest

jelentős földtani vagyont tartalmaznak a következő esetekben:

Kisalföldi-medence (1.+2. sze): Ölbő
Zalai-medence (3. sze): Nagylengyel, Budafa-mély
Kiskunság (6. sze): Kiskunhalas ÉK
Szegedi-medence (7. sze): Szeged, Üllés
Nagykunság (9. sze): Szeghalom
Békési-medence (10. sze): Battonya, Battonya-K, Pusztaföldvár
Bihari-medence (12. sze): Sarkadkeresztúr

A felfedezett földtani vagyónú számbavételi egységenkénti eloszlása

Az egyes számbavételi egységekhez tartozó adatokat a II. táblázat tartalmazza. A 3 km-nél mélyebb, neogén üledékekkel kitöltött medencék a következők: Kisalföldi-medence (1. + 2. sze), Zalai-medence (3. sze), Dráva-medence (4. sze), Szegedi-medence (7. sze), Békési-medence (10. sze) és a Bihari-medence (12. sze). Meg kell jegyezni, hogy a Szegedi-medence két részből áll: az Algyő felhalmozódási övezettől keletre a Makó-árok, nyugatra a Dorozsmai-süllyedék helyezkedik el. A Kiskunság (6. sze), Nagykunság (9. sze), Hajdúság (11. sze), valamint a Paleogén-medence (13. sze) nem kapcsolódik mély neogén süllyedékhez.

Az összes felfedezett földtani vagyónra vonatkoztatva a legtöbb (36%) a Szegedi-medencében (7. sze) van, ezt követi a Zalai-medence (3. sze) (20%) és a Nagykunság (9. sze) (13%) számbavételi egységek. A többi egységben a megismert földtani vagyónú számaránya 10% alatti.

Az egyes számbavételi egységeken belül a földtani vagyónú fázisösszetétele alapján megállapítható, hogy a Kisalföldön (1. + 2. sze) felfedezett csak gázokból állnak. Emellett gázprovinciának tekinthetők az átlagos, 59% fe-

II. táblázat. A felfedezett földtani vagyónú számbavételi egységek szerinti eloszlása

Table II. Distribution of the discovered resources according to exploration areas

Sze	Elnevezés	Ktéé (%)	Olaj (%)	Gáz (%)	CH gáz (%)	CO ₂ +N ₂ (%)	CH-dús (%)	Inert-dús (%)	Neogén pelit (%)	sCH (%)	PK
1+2	Kisalföldi-medence	3,5	0,0	100,0	4,4	95	0	20,1	21	0,2	0,01
3	Zalai-medence	19,8	75,4	24,6	13,1	47	6,7	16,4	9	13,3	1,48
4	Dráva-medence	2,0	7,6	92,4	45,2	51	1,2	7,9	5	1,4	0,28
5	Közép-Duna	0,0							0		0,00
6	Kiskunság	8,2	41,5	58,5	47,5	19,0	8,7	6,3	5,0	9,7	1,94
7	Szegedi-medence	35,6	42,3	57,7	55,3	4	47,7	0	10	46,1	4,61
8	Észak-Alföld	<0,1	0,0	100,0	4,1	96,0	0,0	0,5	7,0	<0,1	<0,01
9	Nagykunság	12,8	12,8	87,2	48,6	44,0	14,0	30,0	9,0	10,4	1,16
10	Békési-medence	7,4	44,6	55,4	37,9	32	4,9	11,9	17	8,1	0,48
11	Hajdúság	6,5	2,6	97,4	79,4	18,0	13,2	3,8	7,0	7,1	1,01
12	Bihari-medence	3,1	30,5	69,5	60,4	13	3,9	2,8	10	3,7	0,37
13	Paleogén-medence	1,8	93,5	6,5	4,3	33	0,2	0,3	0		0,00

letti gázaránnyal rendelkező számbavételi egységek, amelyek a gázarány növekedésének sorrendjében az alábbiak:

Bihari-medence (12. sze)	70%
Nagykunság (9. sze)	87%
Dráva-medence (4. sze)	92%
Hajdúság (11. sze)	97%

Az átlagos, 41% feletti olajaránnyal rendelkező számbavételi egységek az olajhányad növekedésének sorrendjében a következők:

Kiskunság (6. sze)	42%
Szegedi-medence (7. sze)	42%
Békési-medence (10. sze)	45%
Zalai-medence (3. sze)	75%
Paleogén-medence (13. sze)	94%

A felfedezett gázok földtani vagyonának átlagos inerttartalma 27%. Az átlagosnál kisebb inerttartalmú számbavételi egységek az inerttartalom csökkenésének sorrendjében az alábbiak:

Kiskunság (6. sze)	19%
Hajdúság (11. sze)	18%
Bihari-medence (12. sze)	13%
Szegedi-medence (7. sze)	4%

Az átlagosnál nagyobb inerttartalommal rendelkező számbavételi egységek az inerttartalom növekedésének sorrendjében a következők:

Békési-medence (10. sze)	32%
Paleogén-medence (13. sze)	33%
Nagykunság (9. sze)	44%
Zalai-medence (3. sze)	47%
Dráva-medence (4. sze)	51%
Kisalföld (1. + 2. sze)	95%

A szénhidrogén-prognózis térfogatgenetikai módszerének alkalmazása során meg kellett becsülni a generatív állapotban lévő, 2500 m-nél nagyobb mélységben elhelyezkedő neogén pelitek mint anyaközetek térfogatát. Az egyes számbavételi egységek neogén pelittérfogatának az összes neogén pelittérfogathoz viszonyított aránya növekedése szerint a következő sorrendet kapjuk:

Közép-Duna (5. sze)	0%
Paleogén-medence (13. sze)	0%
Dráva-medence (4. sze)	5%
Kiskunság (6. sze)	5%
Észak-Alföld (8. sze)	7%
Hajdúság (11. sze)	7%
Zalai-medence (3. sze)	9%
Nagykunság (9. sze)	9%
Szegedi-medence (7. sze)	10%
Bihari-medence (12. sze)	10%
Békési-medence (10. sze)	17%
Kisalföld (1. + 2. sze)	21%

Látható, hogy a Kisalföldi-medence (1. + 2. sze) tartalmazza az összes generatív neogén pelittérfogat legnagyobb

részét, 21%-át. Ezt követi 17%-kal a Békési-medence (10. sze). A többi tájegység 5–9% értékeket mutat. A Közép-Duna (8. sze) és a Paleogén-medence (13. sze) nem tartalmaz generatív állapotban lévő neogén képződményeket.

Ha feltételezzük, hogy a megismert szénhidrogénkészletek zömét a neogén pelitek generálták, akkor a felfedezett földtani vagyon számbavételi egységenkénti eloszlásának és a pelittérfogatok eloszlásának párhuzamosan kellene futnia. Nyilvánvaló, hogy a Zalai-medencében (3. sze) felfedezett földtani vagyont csökkenteni szükséges a felső triász eredetű nagylenyegeli előfordulás földtani vagyonával (KONCZ 2016). A Paleogén-medence paleogén anyaközetek által generált szénhidrogénjeit nem kell számításba venni. Földtani vagyonként az olajnak és a gáz szénhidrogén-tartalmának tömegösszegét kell tekinteni, mert a gázok inert komponensei nem tekinthetők neogén anyaközetekből keletkezetteknek (KONCZ 1983). Az ily módon számított, az összegzett földtani vagyonra vonatkoztatott földtani vagyon arányok (sCH) a következő sorrendet adták – a pelittérfogat-arányok zárójelben való feltüntetésével:

Kisalföld (1. + 2. sze)	0,2% (21%)
Dráva-medence (4. sze)	1,4% (5%)
Bihari-medence (12. sze)	3,7% (10%)
Hajdúság (11. sze)	7,1% (7%)
Békési-medence (10. sze)	8,1% (17%)
Kiskunság (6. sze)	9,7% (5%)
Nagykunság (9. sze)	10,4% (9%)
Zalai-medence (3. sze)	13,3% (9%)
Szegedi-medence (7. sze)	46,1% (10%)

Látható, hogy a neogén pelittérfogat nagy számaránya (21%) mellett a Kisalföldi-medence (1. + 2. sze) a felfedezett földtani vagyonnak csak 0,2%-ával rendelkezik. A neogén pelittérfogat aránya mindössze 10% a Szegedi-medencében (7. sze), ezzel szemben a megismert földtani vagyonnak a 46,1%-át tartalmazza. A hasonló neogén pelittérfogat-arányú (10%) Bihari-medencében (12. sze) pedig a felfedezett földtani vagyonnak mindössze csak 3,7%-át találtuk meg. Ezeknek az aránytalanságoknak a számszerűsítésére alkalmas a készlet% és a pelittérfogat aránya% (PK), amely azt mutatja meg, hogy 1% pelittérfogatra hány % földtani vagyon esik. A PK értékek növekedésének sorrendjében az egyes számbavételi egységek a következők:

Közép-Duna (5. sze)	0,00
Észak-Alföld (8. sze)	0,00
Paleogén-medence (13. sze)	0,00
Kisalföld (1. + 2. sze)	0,01
Dráva-medence (4. sze)	0,28
Bihari-medence (12. sze)	0,37
Békési-medence (10. sze)	0,48
Hajdúság (11. sze)	1,01
Nagykunság (9. sze)	1,16
Zalai-medence (3. sze)	1,48
Kiskunság (6. sze)	1,94
Szegedi-medence (7. sze)	4,61

A fentiekben szereplő 12 számbavételi egység PK értékeinek mediánja 0,43. A legkisebb (0,00 és 0,01) értékekkel a

Közép-Duna (5. sze), Észak-Alföld (8. sze), a Paleogén-medence (13. sze) és a Kisalföld (1. + 2. sze) rendelkezik. Mivel a Kisalföld pelittér fogat százaléka messze a legnagyobb (21%), az átlagoshoz képest a földtani vagyon hiánya a Kisalföldön tetemes nagyságú. A Dráva-medence (4. sze) alacsony, 0,28 PK-értéke még alacsonyabb a valóságban, mert a generáló pelittér fogat zöme a horvát oldalra esik. A Kiskunság (6. sze) magas PK-értéke valószínűleg annak következménye, hogy a medenceterület kiemelkedett, a jelent megelőzően mélyebben volt, így a generáló pelittér fogat nagyobb lehetett. A legmagasabb PK-értéket a Szegedi-medence (7. sze) mutatja, ahol feltételezhető, hogy a vetők révén a migráció hatékonysága az átlagot messze meghaladta.

A megismert földtani vagyon mélység-intervallumonkénti eloszlása

500 m nagyságú intervallumokra osztva a III. táblázat foglalja össze az adatokat. A megismert földtani vagyon a mélység növekedésével az 1500–1999 m intervallumig növekszik, ahol maximumot (39,2%) ér el. Ezt követően, a mélység további növekedésével csökkenés mutatkozik. A jelentősebb, legalább 1 millió egyenérték tonna földtani vagyonnal rendelkező előfordulások közül a legkisebb mélységben (340 m) a paleogén korú tárolóban elhelyezkedő olajtelep, a Demjén-Ny (13. sze) van. A jelzett kis mélység feltehetően a nagymérvű inverzió következménye. A szintén jelentősebb készletek közül a legnagyobb mélységben (3185 m) a triással érintkező miocén tárolóban felfedezett, nagy (81%) szén-dioxid-tartalmú gáztelep, a Budafa-mély (3. sze) helyezkedik el.

Az egyes mélységintervallumokban felfedezett földtani vagyon fázisösszetételét is közli a III. táblázat. Feltűnő, hogy a legkisebb mélységben (0–499 m) az olaj dominál (76%). Ez a sekély olaj a paleogén tárolókőzetben elhelyezkedő Demjén-Ny, Demjén-Pünkösdshegy (13. sze) előfordulásokból áll. Az 500–999 m intervallumban a gáz dominál (88%), amely zömében a „felsőpannon” tárolókőzetben lévő, metánban dús, bakteriális eredetű gázból tevődik össze (Battonya, Hajdúszoboszló). 1000–2499 m intervallumban

az olaj 40–49%, a gáz 51–60% értékek között ingadozik. A 2500–2999 m intervallum már gázban domináns (68%). A jelentősebb földtani vagyonú előfordulások olaja ebben a mélységintervallumban már kizárólag a preneogén kristályos aljzatban halmozódott fel (7. és 12. sze). Szintén ebben a földtani vagyon nagyság kategóriában a gáz zöme prekambriumi tárolóban van az Üllés előfordulásban (7. sze).

A megismert földtani vagyon eloszlása a tárolókőzetek kora, illetve ősföldrajzi helyzete szerint

Hat kategóriában mutatja be a IV. táblázat a földtani vagyon eloszlásával összefüggő adatokat a tárolókőzet kora, illetve ősföldrajzi helyzete szerint. A pannóniai képződményeknél szerepel az „alsópannon”, illetve a „felsőpannon” elnevezés. Ezek nem a képződmények korát jelzik, csak ősföldrajzi-öskörnyezeti helyzetükben különböznek egymástól: a „felsőpannon” a Pannon-tóba érkező folyó- és deltarendszer, az „alsópannon” a progradáló self lejtőjét és annak előterében-folytatásában ülepedő mélyvízi üledékeket képviseli. A továbbiakban az „alsópannon”, illetve a „felsőpannon” megjelölést ilyen értelemben használom. A prepannóniai miocén tárolókőzetek többnyire középső miocén, badeni korúak. A kristályos aljzat elnevezés a paleozoos, prekambriumi és proterozoos korú képződményeket foglalja magában.

A legkisebb földtani vagyon (2%) a paleogén korú tárolókőzetben, a 13. számbavételi egységben került felfedezésre. A legnagyobb földtani vagyon (29%) a „felsőpannon” tárolókőzetekhez tartozik. A neogén tárolókőzetekben a földtani vagyon 60%-át fedeztük fel. Az olajhányad 50% feletti értékei (62, ill. 92%) a mezozoos, illetve paleogén korú tárolókőzeteket jellemzik. A gázdinanciával rendelkező tárolókőzetek a gázhányad növekedésének sorrendjében a következők: kristályos aljzat (56%), „alsó-” és „felsőpannon” (66%), miocén (71%).

A továbbiakban azok az előfordulások szerepelnek, amelyek földtani vagyona legalább 1 millió egyenérték tonna. Az V. táblázat foglalja össze a „felsőpannon” tárolókőzetekben felfedezett, jelentősebb (≥ 1 millió egyenérték tonna)

III. táblázat. A felfedezett földtani vagyon mélység szerinti eloszlása

Table III. Distribution of the discovered geological resources according to the depths

Mélység (m)	Ktéé (%)	Olaj (%)	Gáz (%)
0–499	0,5	76	24
500–999	3,4	12	88
1000–1499	22,3	46	54
1500–1999	39,7	40	60
2000–2499	23,1	49	51
2500–2999	9,8	32	68
3000–3500	1,7	2	98

IV. táblázat. A felfedezett földtani vagyon eloszlása a tárolókőzetek kora és ősföldrajzi helyzete szerint

Table IV. Distribution of the discovered geological resources according to the age and paleogeographical situation

Kor/ősföldrajzi környezet	Mélység (m)	Ktéé %	Olaj %	Gáz %
„Felsőpannon”	230–2118	29,2	34	66
„Alsópannon”	294–2860	24,3	34	66
Miocén	630–3160	7,1	29	71
Paleogén	310–1470	2,0	92	8
Mezozos	1160–3185	15,2	62	38
Kristályos aljzat	550–2955	22,2	44	56

V. táblázat. A „felsőpannon” tárolókban felfedezett földtani vagyon**Table V.** The discovered geological resources in the “Upper Pannonian” reservoirs

Sze	Előfordulás	Mélység (m)		Fázis	CO ₂ %	Eredet
		min.	max.			
1+2	Mihályi		1310	gáz	97	
1+2	Répcelak		1202	gáz	72	
4	Inke		755	gáz	64	
7	Algyő	1723	2048	olaj+gáz		
9	Endrőd III		1755	gáz		bakteriális
10	Battonya		645	gáz		bakteriális
10	Pusztaföldvár	1011	1605	gáz		bakteriális
10	Pusztaszőlős	1030		gáz		bakteriális
11	Hajdúszoboszló	892		gáz		bakteriális

földtani vagyonnal rendelkezőket. A megismert jelentősebb földtani vagyonú előfordulások mélységintervalluma 645–2048 m, amelyben főleg gázok jelentkeztek. Algyőn (7. sze) a „felsőpannon” tárolókban az összes itt felfedezett olaj 98,7 százaléka helyezkedik el. A többi, „felsőpannonban” megismert olaj jóval kisebb földtani vagyonú, és a Görgeteg–Babócsa (4. sze), Törtel (6. sze), Dorozsma (7. sze) Kismarja-K és Kismarja-Ny (12. sze) előfordulásokhoz tartozik. A „felsőpannon” képződményekben sok a szenes betelepülés, így anyakőzeteknek tekinthetők. Igen alacsony termikus érettsége miatt azonban belőle termogén eredetű szénhidrogének nem képződhetnek. Ezért az olaj jelenléte a „felsőpannon” tárolókban azt jelzi, hogy az eleve termogén eredetű olaj vertikális migráció révén tölthette fel a tárolókat. A „felsőpannon” lignitekből készült extraktum biomarkerei egészen más képet mutatnak, mint a vele egykorú homokkő-tárolókban lévő olaj (KONCZ & ETLER 1994). A gázok egy része bakteriális eredetű metánt tartalmaz a Nagykunság (9. sze), a Békési-medence (10. sze) és a Hajdúság (11. sze) területén. Az algyői előfordulás gázaiban a szénhidrogének termogén eredetűek, nagyobb mélységből származnak. Nagy inerttartalmú, szén-dioxidban dús gázokat tartalmaz a Kisalföld (1. + 2. sze) és a Dráva-medence (4. sze). A legnagyobb földtani vagyont a „felsőpannon” tárolókban Algyőn fedezték fel.

Az „alsópannon” deltalejtő, illetve deltalejtőtőlábi, többnyire turbidites tárolókban, 1050–2318 m mélység-intervallumban felfedezett jelentősebb földtani vagyonú előfordulásokat a VI. táblázat tartalmazza. A kőolajat is magukban foglaló előfordulások a Zalai-medence (3. sze), a Szegedi-medence (7. sze) és a Békési-medence (10. sze) területére korlátozódnak. A gázelőfordulások közül a Tatárülés–Kunmadaras (9. sze) és a Hajdúszoboszló (11. sze) metánja tartalmaz bakteriális eredetűt. Nagy inerttartalmú gázelőfordulásokat ismertünk meg a Kisalföld (1. + 2. sze) (Mihályi, Répcelak), a Zalai-medence (3. sze) (Mezőcsokonya), a Dráva-medence (4. sze) (Görgeteg–Babócsa, Inke) és a Nagykunság (9. sze) (Nagykörü, Kisújszállás-Ny, End-

VI. táblázat. Az „alsópannon” tárolókban felfedezett földtani vagyon**Table VI.** The discovered geological resources in the “Lower Pannonian” reservoirs

Sze	Előfordulás	Mélység (m)		Fázis	CO ₂ %	N ₂ %	Eredet
		min.	max.				
1+2	Mihályi		1535	gáz	95		
1+2	Répcelak		1368	gáz	92		
3	Budafa	1085	1252	olaj+gáz			
3	Lovászi	1100	1440	olaj+gáz			
3	Mezőcsokonya		1743	gáz	91		
4	Inke		1525	gáz	79		
4	Görgeteg–Babócsa		1640	gáz	18	16	
4	Bajcsa		2166	gáz			bakteriális
7	Üllés		1246	olaj			
7	Ferencszállás		2290	olaj+gáz			
7	Algyő	2290	2318	olaj+gáz			
9	Endrőd I		2010	gáz			
9	Endrőd II		2260	gáz	68		
9	Endrőd III		2150	gáz			
9	Fegyvernek-K		1660	gáz	75		
9	Rákóczi falva		1420	gáz	89		
9	Tatárülés–Kunmadaras		1190	gáz			bakteriális
9	Kisújszállás-Ny		1500	gáz	41	40	
9	Nagykörü		1830	gáz	27	48	
10	Pusztaföldvár		1740	olaj			
11	Hajdúszoboszló		1050	gáz			bakteriális

rőd II, Fegyvernek-K, Rákóczi falva) számbavételi egységekben. Kiemelkedően nagy földtani vagyonnal rendelkeznek a Budafa, Lovászi (3. sze) és az Algyő (7. sze) előfordulások „alsópannon” tárolói.

A középső miocén tárolókban 1716–2510 mélység-intervallumban felfedezett jelentősebb földtani vagyonú előfordulásokat a VII. táblázat foglalja össze. A kőolajat is tartalmazó előfordulások a Kiskunság (6. sze) és a Nagykunság (9. sze) területére esnek. Nagy inerttartalmú, szén-dioxidban dús gázok jelentkeztek a Mezőcsokonya (3. sze)

VII. táblázat. A középső miocén tárolókban felfedezett földtani vagyon**Table VII.** The discovered geological resources in the Middle Miocene reservoirs

Sze	Előfordulás	Mélység (m)	Fázis	CO ₂ %
3	Mezőcsokonya	1716	gáz	64
6	Szank	1850	olaj+gáz	
6	Zsana-É	1860	gáz	
7	Üllés	2510	gáz	
9	Szeghalom	2045	olaj+gáz	
9	Füzesgyarmat	1756	olaj+gáz	96
11	Püspökladány	1820	gáz	81

VIII. táblázat. A paleogén tárolókban felfedezett földtani vagyon**Table VIII.** The discovered geological resources in the Paleogene reservoirs

Sze	Előfordulás	Mélység (m)	Fázis
13	Demjén–Pütkösdegy	410	olaj
13	Demjén-Ny	340	olaj
13	Demjén-K	1030	olaj
13	Mezőkeresztes	1200	olaj

és a Püspökladány (11. sze) előfordulásokban. Az egyedüli jelentős földtani vagyonú előfordulást Szankon és Zsana-Északon (6. sze) fedezték fel.

A paleogén tárolókőzetekben 340–1200 m mélység-intervallumban megismert jelentősebb földtani vagyont kizárólag a Paleogén-medencében (13. sze) fedezték fel (*VIII. táblázat*). Az ide tartozó előfordulásokban csak kőolaj jelentkezett, gáz nem mutatkozott. A jelentős földtani vagyonú előfordulások köréhez tartozik a Demjén-K.

A „felsőpannon” és „alsópannon”, miocén és paleogén tárolókőzetek általában homokkővekből állnak, amelyre jellemző, hogy tárolóterük és átteresztőképességük a mélység növekedésével csökken. A délkelet-alföldi neogén süllyedékekben 1000 m mélységben a porozitás 34%, az átteresztőképesség 400 millidarcy (mD), de 2500 m mélységben a porozitás már csak 13%, az átteresztőképesség pedig csak 40 mD (KONCZ 2020b, SZALAY 1982). Nem tekinthető véletlennek, hogy az említett homokkővekből felfedezett jelentősebb földtani vagyonnal rendelkezők körében a legnagyobb mélység 2510 m (7. sze) (Üllés, miocén).

A mezozoos tárolókőzetek többnyire karbonátokból (mészkőből, dolomitból) állnak. Tárolóterük a mélységtől függetlenül jelentős lehet a tektonikai okokból bekövetkezett repedezettségre, illetve blokkokra töredezettségre, továbbá karsztos üregek, kavernák kialakulása miatt (DANK 1987). Ez utóbbi létrejött az orogén fázisok során a felszínre emelkedett karbonátos kőzetek karsztosodásához kötött. A mezozoos tárolókőzetekben 1266–3185 m mélység-intervallumban felfedezett jelentősebb földtani vagyonú előfordulásokat a *IX. táblázat* foglalja össze. Olaj, illetve olaj és gáz jelentkezett a Zalai-medencében (3. sze) lévő következő előfordulásokban: Nagylengyel, Barabásszeg, Hahót–Pusztaszentlászló, Ortaháza, Sávoly. Továbbá a Kiskunságban (6. sze) (Kiskunmajsa-D, Kiskunhalas-ÉK), végül a Békési-medencében (10. sze) (Pusztaszőlős). Szén-dioxidban dús gázok mutatkoztak a Sávoly, Budafa-mély (3. sze), Liszó (4. sze), Pusztaszőlős (10. sze) előfordulásokban. A szénhidrogénekben dús gázok előfordulásai: Kiskunmajsa-D, Kiskunhalas-ÉK (6. sze) és Hajdúszoboszló (11. sze). A jelentősebb földtani vagyonú előfordulások körébe tartozik Nagylengyel (3. sze), Hajdúszoboszló (11. sze).

A kristályos aljzatot képező repedezett, mállott paleozoos, prekambriumi, proterozoos korú metamorfitek kedvező tulajdonságokkal rendelkező tárolók lehetnek (DANK 1987). Esetenként a felső, mállott-repedezett zóna beiszapolódása miatt a felhalmozódások nemcsak a diszkordanciafeület közelében várhatók, hanem mélyebben is, az aljzat bel-

IX. táblázat. A mezozoos tárolókban felfedezett földtani vagyon**Table IX.** The discovered geological resources in the Mesozoic reservoirs

Sze	Előfordulás	Mélység (m)		Fázis	CO ₂ %
		min.	max.		
3	Hahót–Pusztaszentlászló		1460	olaj	
3	Sávoly		1582	olaj+gáz	73
3	Nagylengyel	2260	2420	olaj	
3	Barabásszeg		2255	olaj	
3	Ortaháza		1981	olaj+gáz	
3	Budafa-mély		3185	gáz	81
4	Liszó		2427	gáz	70
6	Kiskunmajsa-D	1850	2000	olaj+gáz	
6	Kiskunhalas-ÉK		1850	olaj+gáz	
10	Pusztaszőlős		1716	olaj+gáz	39
11	Hajdúszoboszló		1266	gáz	

sejében (DANK 1987). Az 1935–1960 időszakban megismert, kristályos aljzatban lévő tárolók nagy inerttartalmú gázokat foglaltak magukban. Talán ennek tulajdonítható, hogy a Vízvár–Heresznye–Görgeteg–Babócsa (4. sze) szerkezeti magaslaton az 1954–1960 időszakban mélyült, kristályos aljzatot elért fúrások nem hatoltak be annak belsejébe, hanem az aljzatot elérve, rögtön le is álltak. Az első olyan tároló, amely a kristályos aljzatban jelentős földtani vagyont tartalmazott, az Üllés előfordulás (7. sze) volt 1962-ben. 1965-től kezdődően már rendszeres volt az aljzat megkutatása. Az aljzatba való behatolás gyémántvést igényelt, amelynek jelentős költségvonzata volt. Az 1976-ban Sarkadkeresztúron mélyített fúrások is gyémántvést használtak az aljzatba való behatolásra. Ez azért említésre méltó, mert a kutatás irányítóját feljelentették. A büntetéstől csak az mentette meg, hogy a lelőhely a kristályos aljzattól jelentős mennyiségű gázt és párlatot termelt (DANK V. szóbeli közlés). A kristályos aljzatban 904–2955 m mélységintervallumban felfedezett, jelentősebb földtani vagyonnal rendelkező előfordulásokat a *X. táblázat* foglalja össze. Az előfordulások zöme kőolajat, illetve kőolajat is tartalmaz. Mindössze három előfordulás – Ölbő (1. + 2. sze), Üllés (7. sze), Biharkeresztes (12. sze) – foglal magában csak gázt. Némelyik előfordulásban a gáz nagy szén-dioxid-tartalmú. Ezek az előfordulások a következők: Ölbő (1. + 2. sze), Battonya, Battonya-K, Mezőhegyes–Végegyháza, Pusztaföldvár (10. sze), Biharkeresztes (12. sze). Kiemelkedően nagy földtani vagyonnal rendelkezik a többihez képest a szeghalmi (9. sze) előfordulás.

Az előfordulások kőolajainak sajátosságai

Kőolajnak az a szénhidrogén-folyadék tekinthető, amelynek atmoszférikus desztillációs maradéka legalább 40%. Az ennél kisebb desztillációs maradékú szénhidrogén-folyadék

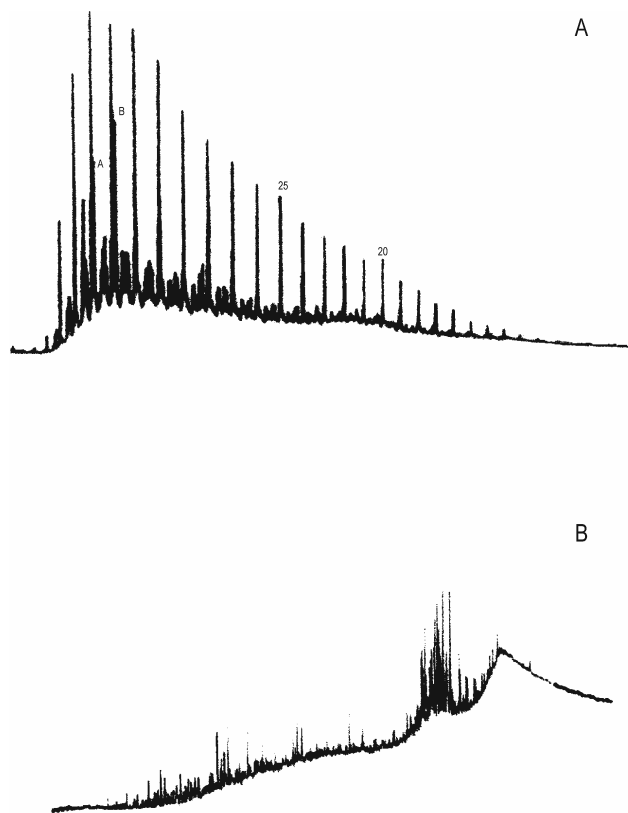
X. táblázat. A kristályos aljzatban felfedezett földtani vagyon

Table X. The discovered geological resources in the crystalline basement

Sze	Előfordulás	Mélység (m)		Fázis	CO ₂ %
		min.	max.		
1+2	Ölbő		1815	gáz	96
6	Kiskunhalas-ÉK	1964	2050	olaj+gáz	
6	Tázlár		1920	olaj+gáz	
7	Kelebia-D		904	olaj+gáz	
7	Ferencszállás-K-Kiszombor		2260	olaj+gáz	
7	Ásotthalom		1060	olaj	
7	Dorozsma		2955	olaj	
7	Üllés		2730	gáz	
7	Algyó		2500	olaj+gáz	
7	Szeged		2624	olaj	
9	Szeghalom		1970	olaj+gáz	
10	Mezőhegyes-Végegyháza		1178	olaj+gáz	53
10	Battonya		1010	olaj+gáz	44
10	Battonya-K		1018	olaj+gáz	46
10	Pusztaföldvár		1738	olaj+gáz	63
12	Komádi		2200	olaj	
12	Biharkeresztes		1450	gáz	49
12	Mezősas		2585	olaj	
12	Sarkadkeresztúr		2780	olaj+gáz	

a gázcsapadék (kondenzátum). Az összes felfedezett szénhidrogén-folyadék csak 21%-a kőolaj, a többi gázcsapadék.

A legalább 0,9 t/m³ sűrűségű kőolajat nehézolajnak nevezik, amelyre a nagy sűrűségeen kívül jellemző a nagy viszkozitás és a magas dermedéspont. Ezek a sajátosságok a nehézolaj nagy aszfalten- és gyantatartalmából erednek. Sem az aszfalten, sem a gyanta nem szénhidrogén, mert elemi összetételükben a szénen és a hidrogéneken kívül a kén, oxigén és a nitrogén is szerepel. A nehézolajok termelése és szállítása különleges módszereket igényel. Mivel a nehézolaj viszkozitása nagyságrendekkel nagyobb a vízénél, az intenzív termelés elvezesedést vonhat maga után, ahogy ez Nagylengyelben be is következett. A gyűjtőcsőhálózatot télen fűteni kell. A nehézolajoknak alapvetően két típusa ismert, amelyek az olajokból készített gázkromatogramok alapján megkülönböztethetők egymástól. Az egyik típus nem biodegradált, és alacsony termikus érettségi szinten képződik, ún. korai keletkezésű kőolaj, amely anyagközete szerves anyagának nagy kéntartalma és/vagy anyagközete igen kedvező mennyiségi és minőségi jellemzői miatt jön létre igen enyhe termikus feltételek mellett. Ehhez a típushoz tartozik a nagylengyeli (3. sze) előfordulás, amelynek olajából készült gázkromatogramok a normál alkánok (az egyenes, nem elágazó szénláncú szénhidrogének) teljes,



3. ábra. Olajok gázkromatogramjai

A - nem biodegradált, B - biodegradált

Figure 3. Gaschromatograms of oils

A - non-biodegraded, B - biodegraded

hiánytalan sorozatát mutatják (3. ábra, A). A másik típus biodegradált, a mikroba működése következtében alakult ki, amelyre példa a Kelebia-D (7. sze) előfordulás. Ennek az előfordulásnak az olajából készült gázkromatogram a normál alkánok teljes hiányát mutatja abból eredően, hogy a mikroba az olaj normál alkánjait „fogyasztották” el (3. ábra, B). Jelentősebb földtani vagyonú nehézolaj jelentkezett a Nagylengyel, Barabásszeg, Sávolly (3. sze) és a Kelebia-D (7. sze) előfordulásokban.

A kőolaj jellegét az atmoszférikus desztilláció utolsó, 250–275 °C forráspontthatárú frakciójának, az I. kulcsfrakciónak a sűrűsége alapján állapítják meg. A kulcsfrakció sűrűségének növekedése sorrendjében megkülönböztetik a parafin, intermedier és naftén jellegűt. Az említett sűrűség-növekedés oka az, hogy a kulcsfrakció parafin, egyenes és elágazó (nem gyűrűs) szénhidrogénjei kisebb sűrűségűek, mint a gyűrűs (cikloalkán, aromás) szénhidrogének. A felfedezett kőolaj többsége (84%) a parafin jellegűekhez tartozik. Kisebb arányban (19%, illetve 1%) mutatkoztak intermedier, illetve naftén jellegű kőolajat tartalmazó előfordulások. A XI. táblázat foglalja össze a jelentősebb földtani vagyonú parafin, intermedier és naftén jellegű kőolajat tartalmazó előfordulásokat. Említésre méltó, hogy néhány előfordulásnál a tárolóközet kora szerint külön jelentkezik a parafin és az intermedier jelleg. A Kiskunhalas-ÉK előfordulás mezozoos tárolóközetében parafin, a metamorf aljzatban pedig intermedier jellegű a kőolaj. Algyón a „felső-

XI. táblázat. A kőolaj-előfordulások jellege

Table XI. The character of oil occurrences

Jelleg	Sze	Előfordulás
parafin	3	Nagylyengyel
"	3	Barabásszeg
"	6	Kiskunhalas-ÉK (Mz)
"	6	Szank
"	7	Algyő (Fp)
"	7	Dorozsma
"	7	Szeged
"	7	Ferencszállás
"	7	Ferencszállás-K-Kiszombor
"	7	Üllés
"	9	Szeghalom
"	10	Battonya
"	10	Battonya-K
"	10	Pusztaföldvár (Pz)
"	10	Pusztaszőlős
"	12	Mezősas
"	13	Demjén-Pütkös-hegy
"	13	Demjén-Ny
"	13	Mezőkeresztes
intermedier	3	Hahót-Pusztaszentlászló
"	3	Sávoly
"	6	Kiskunhalas-ÉK (met)
"	7	Algyő (Ap)
"	7	Ásotthalom
"	10	Pusztaföldvár (Ap)
"	13	Demjén-K
naftén	7	Kelebia-D

pannon” tárolók parafin, az „alsópannon” tárolók viszont intermedier jellegű kőolajat tartalmaznak. Pusztaföldváron az aljzati, bázisszint olaja parafin, a felette lévő „alsópannon” Földvár-Alsó-telep olaja intermedier jellegű. A Paleogén-medencében (13. sze) a Demjén-Ny és Demjén-Pütkös-hegy előfordulások kisebb mélységben (340–420 m) lévő olajai parafin, a Demjén-K előfordulás nagyobb mélységben (1030 m) lévő olaja a szintén paleogén tárolókőzetben intermedier jellegű. Lehetséges, hogy a vázolt jellegbeli különbségek vagy a migráció során keletkeztek, vagy genetikai eltéréseket jeleznek, ahogy az a Zalai-medencében (3. sze) a felső kréta – triász tárolókőzetű nagylyengyeli előfordulás olaja és a miocén korú tárolókban mutatkozott olaj esetében utólag be is igazolódott (KONCZ 2016, GRÁF 1961).

Az előfordulások gázainak tulajdonságai

A földgázok főkomponensei a szénhidrogének, a széndioxid és a nitrogén. Földgáz-előfordulásainkban a főkomponensek koncentrációintervallumai a következők: szénhidrogének 1–100%, szén-dioxid 0–98%, nitrogén 0–67%.

Földgázok két csoportja kerül ismertetésre: szénhidrogénekben dúsnak nevezett gázok csoportja, amelyben a szénhidrogének koncentrációja legalább 70%, továbbá az inert (CO₂, N₂) komponensekben dúsnak nevezett gázoké, amelyben a szénhidrogének koncentrációja kisebb mint 70%.

A szénhidrogénekben dús gázok az összes felfedezett gáz 72%-át képezik. A II. táblázat adatai szerint nem jelentek meg a Kisalföldi-medencében (1. + 2. sze). Eloszlásukat jellemzi, hogy egyedül a Szegedi-medencében (7. sze) a szénhidrogéndús gázok 48%-át fedették fel. 10% feletti arányban mutatkoztak a Nagykunság (9. sze) és a Hajdúság (11. sze) területén.

A szénhidrogénekben dús gázok jelentősebb, 1 millió egyenérték tonnánál nagyobb földtani vagyont tartalmazó előfordulásait a XII. táblázat foglalja össze. Ezeknek az előfordulásoknak az összegzett földtani vagyona az összes felfedezett szénhidrogéndús gáz 91%-át képezi, ezért alkalmasnak tűnik a szénhidrogéndús gáz előfordulások jellemzésére. A szénhidrogéndús, jelentősebb földtani vagyonú előfordulások nem mutatkoztak a Kisalföldi- (1. + 2. sze) és

XII. táblázat. Szénhidrogénekben dús gáz előfordulások

Table XII. Gas occurrences rich in hydrocarbons

Sze	Előfordulás	Mélység (m)		Kor	Eredet
		min.	max.		
3	Budafa	1035	1435	Ap	
3	Lovászi	1100	1860	Ap	
4	Bajcsa		2166	Ap	bakteriális
6	Kiskunmajsa-D	1850	2000	Mz	
6	Szank	1850	1910	M	
6	Zsana-É	1860	1902	M	
7	Algyő	1723	2500	FpApPz	
7	Ferencszállás	1660	2411	FpAp	
7	Szeged	2245	2624	ApMMzPz	
7	Üllés	1880	2730	ApMPzPr	
9	Endrőd I	1100	2010	FpAp	
9	Endrőd III	1755	2150	FpAp	bakteriális
9	Szeghalom	1740	2045	ApMPzPr	
9	Tatárülés-Kunmadaras		1190	Ap	bakteriális
10	Battonya		645	Fp	bakteriális
10	Pusztaföldvár		1011	Fp	bakteriális
10	Pusztaföldvár		1605	Fp	
10	Pusztaszőlős		1030	Fp	bakteriális
11	Hajdúszoboszló	450	1266	FpApMz	bakteriális
12	Sarkadkeresztúr	2550	2860	ApMPzPr	

a Paleogén- (13. sze) medencékben. Az ide tartozó előfordulások mélységintervalluma 450–2860 m. Legkisebb mélységben a hajdúszoboszlói előfordulás (11. sze) „felsőpannon” tárolója, a legnagyobbban a sarkadkeresztúri előfordulás (12. sze) kristályos aljzati tárolója helyezkedik el. A legnagyobb földtani vagyont az algyői előfordulás (7. sze) rejtette magában. A tárolókőzetek között a „felsőpannon”, „alsópannon”, továbbá a mezozoos és a kristályos aljzati tárolók gyakoriak. Miocén tárolókőzet csak két esetben, Szankon és Zsana-Északon (6. sze) fordult elő.

A szénhidrogének közül a metán lehet biogén és termogén eredetű. A metánnál nehezebb szénhidrogéngázok, a C²⁺ komponensek csak termogén eredetűek lehetnek. A bakteriális eredetű metánt mikrobák hozzák létre, a termogén eredetű pedig az anyakőzetek szerves anyagának termikus átalakulása révén képződik. A két különböző eredetű metán elkülönítésére a metán szénizotóparánya alkalmas. A szénizotóparány a szén két stabil (nem radioaktív) izotópjának, a 13 tömegszámú, izotóposan nehezebb ¹³C-nak és a 12 tömegszámú, izotóposan könnyebb ¹²C-nek az aránya, amelyet egy kalibráló anyag (PDB standard) szénizotóparányától mért eltérés ezrelékében (ppt) adnak meg. A szénizotóparány-mérést tömegspektrométerrel (MS) hajtják végre. A bakteriális eredetű metán a könnyű, ¹²C-izotópban rendkívül dús, szénizotóparánya –60 ppt, illetve ennél nagyobb negatív érték. Hazai viszonyok között a bakteriális metánképződés nem hozott létre jelentősebb, a vízben való oldhatóságot meghaladó mennyiségű metánt. A szabad (vízben nem oldott) gáz kialakulását a medenceinverzió miatt előállt nyomásnövekedés és/vagy a termogén eredetű metánnal való keveredés biztosíthatja. Ez utóbbi esetben a keverék metán szénizotóparánya –50 és –60 ppt közé esik. Az ilyen szénizotóparányú metánt tartalmazó előfordulások a gyakoribbak. A tisztán bakteriális eredetű metánt tartalmazó gázelőfordulások csak abban az esetben alakultak ki, ha a medence inverziója jelentős mértékű volt. A recens kiemelkedés nagyságát szeizmikus szelvények segítségével határozták meg Battonya–Pusztaföldvár (10. sze), Hajdúszoboszló (11. sze) és Endrőd–Szarvas (9. sze) területeken, ahol az előbbieket sorrendjében a kiemelkedés 1100, 250 és 100 m volt (HORVÁTH & GYÖRFI 1995). Battonya–Pusztaföldvár területén a nagymértékű kiemelkedés miatt nem volt szükség a szabad gázfázis létrehozásához a termogén szénhidrogénekre: itt tisztán bakteriális eredetű, izotóposan igen könnyű metán mutatkozott (KONCZ 2019a). Hajdúszoboszlón a legalsó telep, 1236 m mélységben –40 ppt szénizotóparányú metánt tartalmazott, a legfelső telep metánja, 135 m mélységben –70 ppt szénizotóparányú volt (KONCZ 2019b). Az eleve termogén eredetű C²⁺ komponensek koncentrációja a szénhidrogénekben belül a legalsó telepben magas, 14,7% volt, 746 m mélységben már csak 0,4%, és a legfelső telepben már a C²⁺ komponensek nem voltak kimutathatók. A metán szénizotóparányának és a C²⁺ komponensek ezen trendjei azt jelzik, hogy a neogén képződmények aljzatát képező flisből kiindulva a termogén eredetű szénhidrogének aránya csökken a felszín irányában. Tehát a termogén gázkomponensek jelenléte is segíthette a szabad gázfázis létre-

jöttét. Az után és a propán szénizotóparány-különbségéből számított termikus érettség magas, 1,1–1,2% vitrinitreflexiónak megfelelő, a flisképződmények tetőzónájára jellemző volt. Feltételezhető, hogy a Hajdúszoboszló előfordulás gázainak termogén része a flisből származott. Ez megnöveli a flis kutatási perspektíváit, ugyanis a korábbi vélemény erre vonatkozólag negatív volt (DANK V. szóbeli közlés). Endrőd–Szarvas területén 1372–2189 m mélységintervallumban a gázokban a metán –51,0 és –59,7 ppt közötti szénizotóparányokat mutatott, ami arra utalt, hogy a szabad gázfázis kialakulásához termogén komponensekre is szükség volt. A XIII. táblázatban a „bakteriális” megjegyzés a metán eredetére vonatkozóan azokat az előfordulásokat jelenti, amelyeknek a metánjában a szénizotóparány –50 ppt, illetve ezt meghaladó, nagyobb negatív érték volt. E táblázat szerint bakteriális eredetű metánt tartalmazó gázelőfordulásokat fedeztek fel a Dráva-medence (4. sze), Nagyksűség (9. sze), Békési-medence (10. sze) és a Hajdúszág (11. sze) számbavételi egységekben 645–2166 m mélységintervallumban, a „felső”- és „alsópannon”, továbbá mezozoos tárolókban. A bakteriális eredetű metánt tartalmazó összegzett földtani vagyont nagyságrendjét jellemzi, hogy Algyő után a második legnagyobb készletű olajelőfordulás (Nagylyenyel) készletének 1,2-szerese.

XIII. táblázat. Nem szénhidrogénekben dús gázelőfordulások
Table XIII. Gas occurrences rich in non-hydrocarbons

Sze	Előfordulás	Mélység (m)		Kor	CO ₂ /N ₂
		min.	max.		
1+2	Mihályi	1310	1535	FpAp	96
1+2	Ölbő		1815	MPz	96
1+2	Répcelak	1202	1368	FpAp	12
3	Budafa-mély		3185	MTr	41
3	Mezőcsokonya	1716	1743	ApM	26
4	Görgeteg-Babócsa		1550	Ap	1,1
4	Inke	755	1283	FpAp	17
4	Liszó		2427	Tr	10
6	Tázlár		1920	MPr	2,4
9	Endrőd II		2260	Ap	27
9	Fegyvernek (K)		1660	Ap	3,3
9	Füzesgyarmat		1756	M	48
9	Kisújszállás-Ny		1500	Ap	1,03
9	Nagykörű		1830	Ap	0,56
9	Rákóczi falva		1420	Ap	45
10	Battonya		1010	Pz	15
10	Battonya-K		1018	Pz	15
10	Pusztaföldvár		1738	Pz	13
11	Püspökladány		1820	M	27
12	Biharkeresztes		1450	MPr	7

A nem éghető (inert) komponensekben dúsnak nevezett földgázok 30% feletti inerttartalommal rendelkeznek. A szén-dioxid képződik ugyan a szerves anyag termikus átalakulásának alacsony érettségi szinthez tartozó stádiumában, a diagenézis során, de a szén-dioxid igen nagy vízben való oldhatósága miatt nem jönnek létre gázfelhalmozódások. A kőzetek karbonátjainak magas hőmérsékleten és nagy mélységben végbemenő regionális metamorfózisa folyamán igen nagy mennyiségű szén-dioxid jön létre, amely már gázfelhalmozódásokat tud képezni. Szén-dioxid képződik a mélyszinti magmatikus folyamatokban és a vulkanizmus során is, de az előbbihez képest jóval kisebb mennyiségben és erősen lokalizáltan, nem regionálisan. A földgáz-előfordulások nagyobb koncentrációban jelen lévő szén-dioxidjának szénizotóparánya a karbonátokéhoz közeli, izotóposan nehéz, ami bizonyítja ennek a szén-dioxidnak a szervetlen (karbonátos) eredetét, többek között a Kisalföld területén (KONCZ 1983). A nitrogén eredetére nézve annyit lehet tudni a szakirodalmi forrásokból, hogy képződik a szenes összetételekben magas hőmérsékleten, nagy, 2,5% vitrinitreflexiónak megfelelő termikus érettség esetén (BOIGK et al. 1976). A nitrogén továbbá képződhet szintén magas hőmérsékleten az agyagásványokhoz kötött ammóniumionok átalakulása révén (STERNE et al. 1984). Az előzőek alapján megállapítható, hogy az inert komponensekben dús földgázok szén-dioxidja és nitrogénje magas hőmérsékleten, általában nagy mélységben végbemenő folyamatok eredményeként jött létre főleg az idősebb, mezozoos és paleozoos képződményekben. Ennek ellentmond, hogy a Kisalföldön (1. + 2. sze) Pásztori térségében fiatal vulkanizmus eredményezhetett szén-dioxidot, de a magas hőmérsékletre vonatkozó kitétel ebben az esetben is helytálló. Migrációja során a szén-dioxid és a nitrogén eljuthatott a fiatal korú, kis mélységben elhelyezkedő tárolókőzetekbe a vetőkön keresztül zajló vertikális migráció révén. Tehát az inert komponensekben dús gázfelhalmozódások megjelenése a neogén tárolókőzetekben általában a vertikális irányú nyitottság jeleként értelmezhető.

Az inert komponensekben dús földgáz-előfordulásaink az összes felfedezett gázok jelentékeny részét, 28 százalékát képezik. A II. táblázat adatai szerint ennek a földtani vagyonnak 10%-ot meghaladó része a következő számbavételi egységekben került felfedezésre a százalékos arány csökkenésének sorrendjében: Nagykovács (30%), Kisalföldi-medence (20%), Zalai-medence (16%) és Békési-medence (12%). Az említettek összesen 78%-ot tesznek ki. A számbavételi egységenkénti eloszlásra jellemző, hogy két végletet mutat. Az egyik véglet a Szegedi-medence (7. sze), ahol inertdús gázelőfordulások egyáltalán nem jelentkeztek, a másik végletet a Kisalföldi-medence (1. + 2. sze) képezi, ahol csak inertdús gázok fordultak elő. A XIII. táblázat tartalmazza a legalább 1 millió egyenérték tonna földtani vagyonnal rendelkező gázelőfordulásokat, amelyeknek összegzett földtani vagyona az összes felfedezett inertdús gáz 88%-át foglalja magában. Így alkalmas az inert komponensekben dús előfordulások jellemzésére. A „felsőpannon” tárolókőzetektől a kristályos aljzatig minden tárolókőzet elő-

fordul, kivéve a paleogén és a késő kréta korúakat. Mélységintervallumuk 755 (Inke) – 3185 (Budafa-mély) m. A gázok inert komponensei közül a szén-dioxid általában a nitrogénnél nagyobb koncentrációban van jelen. Kivételt három gázelőfordulás képez. A Kisújszállás-Ny (9. sze) és a Görgeteg–Babócsa (4. sze) előfordulások közel egyenlő arányban tartalmaznak szén-dioxidot és nitrogént. A Nagykőrű előfordulásban (9. sze) a nitrogén koncentrációja meghaladja a szén-dioxidét.

A földtani vagyon nagyságától függetlenül a következő számbavételi egységek neogén tárolókőzeteiben jelentkeztek inertdús gázok, amelyek a vertikális nyitottságra, vetők jelenlétére engednek következtetni:

Kisalföld (1. + 2. sze): Ikervár, Mihályi, Pásztori, Répcelak
Zalai-medence (3. sze): Kilimán, Mezőcsokonya
Dráva-medence (4. sze): Darány, Görgeteg–Babócsa, Heresznye, Inke
Kiskunság (6. sze): Jászkarajenő, Kiskunhalas-ÉK, Nagykovács, Nagykőrös-D, Kecskemét, Törtel
Nagykovács (9. sze): Besenyszög, Dévaványa, Endrőd–Szarvas, Fegyvernek, Füzesgyarmat, Kengyel-É, Kisújszállás, Körösladány, Köröstarcsa, Martfű, Nagykőrű, Rákóczi-falva, Szolnok-É, Tiszapüspöki, Tószeg, Zagyvarékas, Túrkeve-Ny
Békési-medence (10. sze): Battonya-K, Pusztaszőlős
Hajdúság (11. sze): Ebes, Püspökladány
Bihari-medence (12. sze): Biharkeresztes, Kismarja

Feltűnően nagy a Nagykovácsban (9. sze) az inertdús gázok gyakorisága. Az inertdús gázok vonulatot képeznek a Szolnoki flis zóna környékén. Az északon húzódnó vonulat DNy–ÉK irányú, és Törteltől Püspökladányig terjed. A déli vonulat az Endrőd–Szarvas, Köröstarcsa, Körösladány, Füzesgyarmat irányt követi.

Kőolaj-előfordulásaink bizonyított és lehetséges anyakőzetei

Az anyakőzetek olyan képződmények, amelyek a kőolaj forrásaként szereplő szerves anyagból elegendő mennyiséget tartalmaznak ahhoz, hogy belőlük jelentős mennyiségű kőolaj képződhessen. A szerves anyag koncentrációját szervesszén-tartalom (TOC%) formájában mérik, és adják meg. Ha a szervesszén-tartalom legalább 1%, akkor anyakőzetnek minősíthető. Azóta tudjuk megállapítani az anyakőzetek vastagságát, amióta a sűrűn, 5–10 m gyakorisággal vett furadékokból készültek Rock-Eval elemzések, noha ez becsülhető a lyukgeofizikai szelvényekből is.

Az idős, prekambriumi, ópaleozoos és újpaleozoos képződményekben ha voltak is anyakőzetek, a belőlük képződött szénhidrogének és felhalmozódásaik megsemmisülhettek (DANK 1987). A fiatalabb triász és jura képződményekben már lehetnek olyan anyakőzetek, amelyeknek felhalmozódásai a jelenben eredményesen kutathatók. A legalább 1% szerves szenet tartalmazó nyolc képződmény a követke-

z. A legidősebb ilyen korú anyakőzet a késő triász, karni korú Veszprémi Márga Formáció. Anyakőzet a Zalai-medencében (3. sze) a szintén késő triász korú (raeti–nori) Kösseni Formáció. Ugyanezen a medenceterületen anyakőzet a késő kréta korú Jákói Márga Formáció. A Keleti-Mecsekben vizsgálható a kitűnő minőségű, termikusan éretlen szerves anyagot tartalmazó kora jura korú (toarci) Óbányai Aleurolit Formáció. A Paleogén-medencében (13. sze) mélyült fúrásokban főleg a kora oligocén korú Tardi Agyag Formáció mutatott anyakőzetjellegét. A középső miocén, főleg badeni korú anyakőzetek a legtöbb neogén mélymedencében megtalálhatók az „alsópannonhoz” tartozó Endrődi Formációhoz hasonlóan. Anyakőzeteknek tekinthető a „felsőpannonhoz” tartozó Újfalu és Zagyvai Formáció, amelyek lignitbetelepüléseket tartalmaznak.

Amióta általánosan elfogadottá vált, hogy a kőolaj- és földgáztelepek szénhidrogénjei az üledékekbe zárt, valamikor élő szervezetekből kialakult szerves anyagból származnak, elkezdtek vizsgálni a kőzetek szervesszén-tartalmát (HUNT & JAMIESON 1956, RONOV 1958).

Az eredmény meglepő volt. Ott, ahol a szénhidrogének felhalmozódtak, telepeket képeztek, azaz a tárolókőzetekben, alig volt szerves szén, viszont ott, ahol nem volt felhalmozódás, az anyakőzetekben, például a márgákban, a szervesszén-tartalom jelentős volt. Ebből a tapasztalati tényből adódott a következtetés, hogy a szénhidrogének létrejöttének helye és felhalmozódásuké nem azonos. Az anyakőzetben képződött szénhidrogének a keletkezés helyéről el kell távoznia az ún. primer migráció folyamán először az anyakőzettel közvetlenül érintkező, nagyobb porusterű és áteresztőképességű, tároló típusú kőzetbe. Ez utóbbin keresztül, a szekunder migráció során a szerkezeti magaslatok irányában mozogva az ún. csapdákban képez felhalmozódásokat, telepeket. Az ily módon létrejött előfordulásokat nevezik hagyományos előfordulásoknak. Ezzel szemben a nem hagyományos előfordulások maguk az anyakőzetek, amelyek – még ha meg is valósult a primer migráció – jelentős földtani vagyonnal rendelkeznek, szétszórtan, nagy térfogatban, ellentétben a hagyományos előfordulásokkal, amelyek esetében a szénhidrogének a jóval kisebb térfogatú telepekben koncentráltan vannak jelen.

Az anyakőzetekben lévő, extrahálással kinyert szénhidrogéneket olyan (genetikai) paraméterekkel jellemzik, amelyeket nem befolyásol a termikus érettség, és jellemzőek a vizsgált anyakőzetekre. Hazai viszonyok között a szénizotóparány és a biomarkerek közül az oleanán jelenléte vagy hiánya, továbbá a hopán–szterán arány bizonyult használhatónak. Az oleanán, amely a zárwatermő, magasabb rendű szárazföldi növényekben van jelen, korjelző is, mert csak a késő krétától kezdődően lehet jelen az üledékekben. Az alacsony hopán–szterán arány a tengeri eredetű szerves anyagot jellemzi, a magas hopán–szterán arány viszont a szárazföldi eredetű szerves anyag tulajdonsága (PETERS & MOLDOWAN 1993). Az igen magas hopán–szterán arány a baktériumok működése következtében alakul ki.

Ha a kőolaj anyakőzeteiről van szó, akkor – a már említ-

tett kritérium, az 1% feletti szervesszén-tartalom – nem elegendő a minősítéshez. Ugyanis minden anyakőzetből képződik gáz, de kőolaj nem mindegyikből, csak abból, amelynek a Rock–Eval-készülékkel meghatározható hidrogénindexe (HI, mg CH/g TOC) termikusan alacsony érettségű állapotban legalább 200 mg CH/g TOC. Az előzőekben felsorolt nyolc anyakőzet-képződményből a karni korú Veszprémi Márga és a „felsőpannon” Újfalu és Zagyvai Formációk kiesnek, mert olyan szerves anyagot tartalmaznak, amelyből csak gáz képes létrejönni. Ráadásul a „felsőpannonhoz” tartozók termikus értelemben oly mértékben éretlenek, hogy a „felsőpannon” fekéjében, 2000 m mélységben, a Makó–3 fúrásban a 0,5% vitritreflexiót sem érték el (HETÉNYI et al. 1993). Az alsó jura anyakőzet extraktumát az említett genetikai paraméterekre nézve nem vizsgáltuk. Így a következő öt anyakőzet-képződmény maradt: a kora triász korú Kösseni Formáció, a késő kréta korú Jákói Márga, a paleogén anyakőzetek (pl. Tardi Agyag), a középső miocén (badeni) anyakőzet és az „alsópannonhoz” tartozó Endrődi Formáció. Az említett paraméterekkel végrehajtott anyakőzet–anyakőzet korreláció, amelynek során az egyes anyakőzet-extraktumok szénhidrogénjeit hasonlítjuk össze, három csoportot eredményezett: a felső triász Kösseni Formáció, együttesen a felső kréta – paleogén – középső miocén, továbbá az „alsópannonhoz” tartozó Endrődi Formáció voltak egymástól elkülöníthetők. A felső kréta, paleogén és a középső miocén anyakőzetek szénhidrogénjei az alkalmazott paraméterek mellett genetikailag nem voltak elkülöníthetők. A legtöbb esetben ez azonban nem okoz zavart, mert az egyes medenceterületeken például felső kréta és paleogén anyakőzet nem található, csak középső miocén.

Az anyakőzet–olaj korreláció, amelynek során az anyakőzetek extraktumaiban és a kőolaj-előfordulásokban lévő szénhidrogéneket hasonlítják össze egy és ugyanazon medencére vonatkozóan, választ adhat arra a kérdésre, hogy az egyes anyakőzet-képződményekhez genetikai értelemben mely kőolaj-előfordulások tartoznak: azaz egy és ugyanazon anyakőzetben képződött és elmigrált szénhidrogének mely tárolókőzetekben halmozódtak fel. Az anyakőzet–olaj korrelációt általában klaszteranalízissel hajtják végre, amelynek eredménye dendrogram alakjában jeleníthető meg. A dendrogram, elnevezésének megfelelően fa alakzatú, amelynek egyes ágaiban vannak jelen a genetikailag egymáshoz tartozók (KONCZ 2018). Az anyakőzet és a genetikailag hozzá tartozó előfordulás vagy előfordulások alkotják a szénhidrogénrendszert, amelynek angol neve petroleum system (MAGOON & DOW 1994). A szénhidrogénrendszert és benne az anyakőzetet bizonyítottan nevezik abban az esetben, amikor az anyakőzet–olaj korreláció segítségével megállapították az anyakőzet és az előfordulás, illetve előfordulások genetikai azonosságát. Ha anyakőzet–olaj korrelációt nem végeztek, vagy nem tudtak végezni, de az anyakőzet létezésére alapos a gyanú, jó esetben mérési eredmények állnak rendelkezésre, akkor az anyakőzetet a lehetséges kategória illeti meg. Lehetséges az anyakőzet akkor is,

ha az anyakőzet–olaj korrelációt ugyan végrehajtották, de az eredménye nem egyértelmű.

A Zalai-medencében (3. sze) a nagylengyeli kőolaj-előfordulás bizonyított anyakőzete a Kösseni Formáció (KONCZ 2016). Az ide tartozó Szilvagy-Dél könnyűolaj-előfordulás (Szil-31, -33, -41) lehetséges anyakőzete a késő kréta korú Jákói Marga Formáció. Itt a felső kréta anyakőzettel érintkező ugyancsak felső kréta tárolókőzetben halmozódtak fel a szénhidrogének. A Budafa és Lovászi, valamint a Sávoly előfordulások bizonyított anyakőzete középső miocén (badeni) korú (KONCZ 2017). Budafa és Lovászi esetében a tárolókőzetek „alsópannon” turbidittek, Sávoly esetében pedig részben a triász, részben a badeni tárolókőzetek. A Dráva-medencében (4. sze) az előfordulások lehetséges anyakőzetei középső miocén korúak, a Kiskunság területén (6. sze) szintén. A Szegedi-medence (7. sze) előfordulásainak szénhidrogénjei az algyői gerincvonulattól Ny-i és ÉNy-i irányban elhelyezkedő medencerészekben lévő középső miocén anyakőzetekben keletkeztek, bizonyított anyakőzeteik tehát a badeni képződmények (KONCZ 2018). Az algyői gerinctől K-re lévő Makói-árok nem tartalmaz középső miocén képződményeket, az aljzatot közvetlenül az „alsópannon” üledékes kőzetek fedik (SZUROMI-KORECZ et al. 2004). A Nagyunság (9. sze) előfordulásainak lehetséges anyakőzetei középső miocén korúak. A Békési-medence (10. sze) olaj-előfordulásai között jelentkeztek olyanok is, amelyek az Endrődi (itt Tótkomlói) Formációban keletkezett szénhidrogéneket tartalmazzák (KONCZ 2019a). Ezek az előfordulások magukban az „alsópannon” Tótkomlói Formációban vannak, ahol szénhidrogénjeik képződtek. Így nem hagyományos előfordulásoknak tekinthetők. A Hajdúság (11. sze) és a Bihar (12. sze) előfordulásainak lehetséges anyakőzete középső miocén korú. A Paleogén-medence (13. sze) előfordulásainak lehetséges anyakőzete paleogén korú.

Az előzőkből kitűnik, hogy a Zalai-medence (3. sze) és a Paleogén-medence (13. sze) kivételével az összes többi számbavételi egységben a hagyományos kőolaj-előfordulások bizonyított vagy lehetséges anyakőzetei a középső miocén (badeni) képződmények.

Földgáz-előfordulásaink szénhidrogénjeinek lehetséges anyakőzetei

A földgázok atmoszférikus viszonyok között gáz halmazállapotú szénhidrogénjei (C1–C4) nagyon egyszerű szerkezetűek, ezért – még ha volnának is az anyakőzetekben lévő szénhidrogéngázokról adatok – nem hajtható végre az anyakőzet–gáz korreláció, azaz legfeljebb csak a lehetséges anyakőzetek becslésére van lehetőség.

A termogén eredetű szénhidrogéngázok anyakőzeteinek kritériuma a legalább 1% szerves széntartalom, mivel a szerves anyag típusa ez esetben nem játszik szerepet: minden anyakőzetben képződik szénhidrogéngáz.

A bakteriális eredetű metánt tartalmazó előfordulások anyakőzete nem szokványos. A mikrobák főleg a vízben ol-

dott szén-dioxidot és az olyan kis szénatomszámú karbonsavakat, mint a hangyasav, illetve az ecetsav alakítanak át metánná, mert maguk is vízfázisban élnek és szaporodnak. Tehát önmagában véve a kőzet szerves széntartalma nem képezhet kritériumot. A bakteriális eredetű metánt tartalmazó földgáz-előfordulásaink főleg a „felsőpannon” tárolókban mutatkoztak, kisebb részük jelentkezett az „alsópannon” tárolókban. Figyelembe kell azonban venni, hogy a mikrobák 80 °C hőmérsékletig életképesek. Az általuk létrehozott, könnyű szénizotópban dús metán a 80 °C-t meghaladó hőmérsékletet eredményező medencesüllyedés során keletkező, nehéz szénizotópban dúsabb, termogén eredetű metánnal oly mértékben felhígul, hogy a szénizotóparány segítségével már nem lehet jelenlétét kimutatni. A migráció szempontjából a bakteriális eredetű metánt tartalmazó gáz-előfordulások autochton helyzetűek.

A termogén eredetű C1–C4 szénhidrogének termikus érettségét jellemző vitrinitreflexió egyenértéket meg lehet határozni James módszerével (JAMES 1983). Ennek a módszernek a többihez képest az az előnye, hogy a szerves anyag típusától független, mert az egyes szénhidrogén-komponensek szénizotóparányainak különbségét alkalmazza. Mivel az etán és a propán általában még elég nagy koncentrációban van jelen, az etán és a propán szénizotóparányának különbségét célszerű felhasználni. (A metán szénizotóparánya kevésbé alkalmas az esetleg jelen lévő bakteriális eredetű metán miatt.)

A neogén képződményekben elég jól ismert a termikus érettséget számszerűen kifejező vitrinitreflexiónak és a mélységnek a kapcsolata (XIV. táblázat). A feltüntetett mélységértékek a lehetséges maximumot mutatják. Például a 0,8% vitrinitreflexiónak megfelelő érettséget a legalább 3,09 km mélységben lévő neogén anyakőzetek szerves anyaga érte el: tehát, ha a szénizotóparány-különbségből meghatározott vitrinitreflexió egyenérték 0,8%, akkor anyakőzete a gáz primer migrációjának idején legalább 3,09 km mélységben volt. Nyilvánvaló, hogy a gáz képződési mélységének becslésére bemutatott módszer csak akkor alkalmazható, ha a vizsgált medenceterületen csak neogén korú anyakőzetek vannak, továbbá akkor, ha a medence utólag nem emelkedett ki, nem invertálódott. Ezeknek a feltételeknek a Dráva-medence (4. sze), a Szegedi- (7. sze) és a Bihari- (12. sze) me-

XIV. táblázat. A vitrinitreflexió és a mélység kapcsolata a neogén képződményekben

Table XIV. Relationship between vitrinite reflectance and depth in the Neogene sediments

Vitrinitreflexió (%)	Mélység (km)
0,6	2,49
0,8	3,09
1,0	3,55
1,2	3,92
1,3	4,09
2,0	4,98

dence tesz eleget. A Kisalföldi-medencéből (1. + 2. sze) nincs adat. A neogénnél idősebb anyakőzetek hatása nem zárható ki a Zalai-medence (3. sze), Nagykovács (9. sze) és a Paleogén-medence (13. sze) területén. Az inverzió miatt esik ki a Kiskovács (6. sze) és a Békési-medence (10. sze). A megfelelő viszonyokkal rendelkező három számbavételi egységben (4., 7., és 12. sze) a gázelőfordulások szénhidrogénjeinek 0,8% feletti vitritreflexió egyenértékei döntő többséget (84%) mutatnak. Ezekben a számbavételi egységekben a 3,09 km-nél nagyobb mélységben lévő neogén képződmények nagy valószínűséggel középső miocén korúak. (A Makói-árok [7. sze] kivételt képez.) Tehát az említett tájegységek földgáz-előfordulásainak lehetséges anyakőzetei nagy valószínűséggel középső miocén korúak.

Migrációs mechanizmusok és útvonalak

A fluidumok (kőolaj, gáz, víz) kőzet belsejében végbemenő mozgásának, a migrációnak csak a hagyományos előfordulások létrejöttében lehet szerepe. A kőolaj csak a víztől elkülönült fázisban, a szénhidrogén gázok viszont mind a vízben, mind a kőolajban, oldott állapotban képesek mozogni. 100 °C hőmérsékleten és 200 bar nyomáson (hazai viszonyok között 2000 méter mélységben) 1 tonna vízben 2,71 normál-köbméter (Nm³) metán, 1,31 Nm³ etán és 0,41 Nm³ propán tud vízben oldott állapotban maradni. A földgáz nem éghető komponensei közül a nitrogén vízben való oldhatósága az előzőekben említett viszonyok között (1,82 Nm³/t víz) a szénhidrogéngázokhoz hasonló, de a szén-dioxidé (25,69 Nm³/t víz) óriási (NAMIOT 1963).

Alapvetően két migrációs mechanizmus ismeretes: az egyensúlyi (hidrosztatikus), nem gátolt tömörödésnek és a nem egyensúlyi (túlnyomásos), gátolt tömörödésnek (kompakciónak) megfelelő. Egy medencében a folyamatos üledékképződés során a fedőréteg tömegéből adódó nyomás a kőzeteket összenyomni, azoknak a térfogatát csökkenteni igyekszik. Ez a térfogatcsökkenés a kőzetben lévő víz fokozatos eltávozását eredményezi, azaz a víz eltávozása csak így lehetséges. Az anyakőzet jellegű pelitek tömörödése a felszíntől 2,6 km mélységig tart a délkelet-alföldi neogén süllyedékek területén (KONCZ 2020b, SZALAY 1982). Ebben a stádiumban a pelitekből kiszoruló vízzel képesek távozni a bakteriális gázok, ritka és különleges viszonyok között a kőolaj. A különleges viszonyok itt azt jelentik, hogy olyan kitűnő az anyakőzet, hogy enyhe termikus feltételek között már viszonylag kis mélységben képződik benne annyi kőolaj, hogy képes eltávozni az anyakőzetből. Az ilyen típusú migráció a Sávoly olajmező (3. sze) képződésében játszhatott szerepet. A nem egyensúlyi, gátolt kompakció annak következtében jön létre, hogy a pelit áteresztőképessége igen kicsinnyé válik. Ez azt eredményezi, hogy a növekvő fedőterhelés hatására a fluidum nem tud kiszorulni a pelitből, és túlnyomásossá válik. A túlnyomás a mélység

növekedésével nő, továbbá ezen felül igen megnöveli az akvatermális nyomás. A pelit szilárdsága azonban csak egy meghatározott nyomás eléréséig változatlan. Ezt a nyomást meghaladóan a pelit szilárd váza megbomlik, megrepedezik, és fluidumtartalma – függetlenül az anyakőzet minőségétől – eltávozik. A fluidumok távozása után a pelit záródik, és a túlnyomás újra növekedésnek indul a következő felrepedésig. Ez a folyamat tette lehetővé a középső miocén anyakőzetek szénhidrogénjeinek eltávozását (KONCZ 2020b). A leírt migrációs mechanizmusok igen hatékonyak akkor, ha a pelittestek vékonyak és homokkövekkel sűrűn tagoltak. A tagolatlan, vastag anyakőzettestek migrációs hatékonysága igen alacsony (BROOKS et al. 1987). Valószínűleg ez az oka annak, hogy a vastag és tagolatlan Endrődi Formációban képződött szénhidrogének felhalmozódásai nem ismertek. Viszont a vékony pelittestekből álló és homokkövekkel tagolt középső miocén képződményekben keletkezett szénhidrogének felhalmozódásai képezik úgyszólván az összes neogén anyakőzetekből származó, felfedezett földtani vagyont.

A középső miocén anyakőzetekben keletkezett szénhidrogének lehetséges migrációs útvonalai három típusba sorolhatók: a rétegmenti (horizontális), a vetők révén rétegeket átmetsző (vertikális), továbbá a neogén–preneogén diszkordanciafelülethez kötött. Hazánkban a rétegmenti migráció eredményeként létrejött felhalmozódások viszonylag ritkák, sokkal gyakoribbak a vertikális migráció és a diszkordanciafelület mentén végbement migráció révén keletkezettek. A vertikális migráció jelentős szerepű volt az „alsó”- és „felsőpannon” tárolók feltöltésében (KONCZ 2019b). A földtani vagyont 61%-át fedették fel a neogén tárolókőzetekben (IV. táblázat). Ennek csak 12%-a van a középső miocén tárolókban. A középső miocén anyakőzetek szénhidrogénjeinek tehát igen kis hányada halmozódott fel magában a középső miocén tárolókban, a többi jóval jelentősebb hányad az „alsó” és „felsőpannon” tárolókban található. Ez arra utal, hogy a vertikális migrációnak döntő szerepe volt. A diszkordanciafelület főleg az aljzati felhalmozódások kialakulásában játszhatott jelentős szerepet. Az előzőekben már említésre került, hogy a vertikális migrációra utal a kőolaj-előfordulás jelenléte az „alsó” és „felsőpannon” tárolókban, továbbá az inertdús földgáz-előfordulás jelenléte a neogén tárolókőzetekben.

A Kisalföldi-medencében (1. + 2. sze) az inertdús földgáz-előfordulások jelenléte a neogén tárolókban nagymértvű vertikális nyitottságra enged következtetni. A Zalai-medencében (3. sze) a nagylengyeli nehézolaj-előfordulás a Kösseni Formációban keletkezett szénhidrogéneket tartalmazza. A nehézolaj aszfaltenjeinek termikus átalakulása folyamán létrejött térfogatnövekedés okozhatta az anyakőzet megrepedését, megteremtve ezzel a primer migráció lehetőségét (KONCZ 2020c). Az anyakőzetből elmigrált kőolaj a blokkokra tagolódott mezozoos képződmények repedésein, törésein keresztül jutott el egészen a felső kréta korú tárolókőzetekig. A késő kréta korú képződményekben keletkezett és azokban

felhalmozódott Szilvágy-Dél előfordulás vertikális migrációs szempontból autochtonnak minősíthető. A Bak-Nova-árok déli peremén az „alsópannon” turbiditárolókban lévő gázelőfordulások szénhidrogénjeit 1,1–1,3% vitrinitreflexiónak megfelelő termikus érettség jellemzi. Indokoltan feltételezhető, hogy a Kösseni Formációban képződött gázok vertikális migráció révén, vetőkön keresztül jutottak ezekbe tárolókba. A Budafa és Lovászi előfordulások szénhidrogénjei a középső miocén anyaközetekben keletkeztek, és vetők révén kerültek „alsópannon” turbiditárolókba (KONCZ 2017). A Sávoly előfordulás triász tárolóközetében alacsony termikus érettségű kőolaj halmozódott fel, amelynek szénhidrogénjei a középső miocén (badeni) anyaközetekben képződtek. A kőolaj primer migrációjának mechanizmusa egyensúlyi lehetett a nem gátolt tömörödés stádiumában, mert anyaközete olyan jó minőségű, hogy alacsony termikus érettség mellett is migrációra képes mennyiségű kőolajat generált. A szén-dioxidban dús gázt tartalmazó gázsapka szénhidrogénjei magas termikus érettségűek, 1–1,35% vitrinitreflexió-tartománnyal jellemezhetőek, és szintén magas érettségű triász képződményekben létrejött szénhidrogéneknek tekinthetőek. Az „alsópannon” tárolóközetekkel rendelkező Mezőcsokonya–Csombárd gázelőfordulások szénhidrogénjei magas érettségűek, vitrinitreflexió egyenértékeik 0,8–1,1% tartományúak, vertikális migráció révén csapdázódhattak. A Dráva-medence (4. sze) „alsópannon” tárolóiban lévő gázok szénhidrogénjei magas termikus érettségűek, a 3000 méternél nagyobb mélységben lévő középső miocén anyaközetekben keletkeztek, és vertikális migráció révén csapdázódhattak. Kivételt képez a Bajcsa gázelőfordulás, amely bakteriális eredetű metánt tartalmaz. A termogén gázok előfordulásai inert komponensekben dúsak, és az aljzattal való migrációs kapcsolatra utalnak. A 3000 méternél nagyobb mélységben lévő előfordulások (Barcs-Ny–Starigradec, Zaláta–Dravica) migrációs szempontból autochtonnak tekinthetőek a horvát oldalon felfedezett Molve és Kalinovác előfordulásokhoz hasonlóan. Kiskunság (6. sze) területén a miocén (Szank, Zsana É), a mezozoos (Kiskunmajsa-D, Kiskunhalas-ÉK, Szank-ÉNy) és kristályos alaphegység (Kiskunhalas-ÉK, Tázlár) tárolóiban felfedezett kőolaj-előfordulások szénhidrogénjei középső miocén eredetűek, és migrációs szempontból, vertikális értelemben autochtonnak tekinthetőek. A Szegedi-medencében (7. sze) az algyői előfordulás kőolaja a környezetben lévő többi kőolaj-előfordulással együtt a középső miocén anyaközetekhez köthető (KONCZ 2020a). Algyőn a „felső” és „alsópannon” tárolók olaja vertikális migráció révén csapdázódhatott (KONCZ 2018). A földgáz tekintetében nem lehet egyértelműen megállapítani, hogy a gázok szénhidrogénjei csak a középső miocén anyaközetekből vagy a Makói-árok „alsópannon” anyaközetéből, az Endrői Formációból is származnak. Csak az állapítható meg, hogy a gázok szénhidrogénjeinek primer migrációja 3500–4500 m mélységben következhetett be. Ennek a mélységtartománynak megfelelően például a

Csólyospálos K–4, a Forráskút–3, a Kömpöc-D–1 fúrások gázai és Üllésen a prekambriumi tárolóközetben lévő gáz vertikális értelemben közel autochton. A Szolnoki flis övezetét magában foglaló számbavételi egységekben, a Nagykunságban (9. sze) és a Hajdúságban (11. sze) a „pannon” korú tárolókban igen gyakoriak az inertdús gázelőfordulások, ami a neogén aljzatával való migrációs kapcsolatra, vertikális migrációra utal. A szénhidrogénekben dús gázelőfordulások közül Hajdúszoboszló érdemel említést, ahol a bakteriális eredetű és a flisből származó magas érettségű termogén gáz keveredése figyelhető meg (KONCZ 2019b). A Békési-medencében (10. sze) a neogén–preneogén diszkordancia-felület mentén migrált magas szén-dioxid-tartalmú termogén gáz és a középső miocén eredetű kőolaj képezett jelentős földtani vagyoni előfordulásokat (KONCZ 2019a). Mivel a terület tetőrése nagymérvű, 1000 métert is meghaladó inverziót szenvedett, bakteriális eredetű metánt tartalmazó gázelőfordulások jöttek létre, amelyek földtani vagyoni nagyságrendjére jellemző, hogy a szénhidrogénekben dús gázelőfordulások összes földtani vagyoni 5%-át itt fedezték fel. A Bihari-medence (12. sze) területén főleg a kristályos aljzat tárolói tartalmaztak előfordulásokat. Egyedül a Komádi-Ny tárolóközetében vannak olyan gázok, amelyeknek szénhidrogénjei migrációs szempontból autochtonok. A Paleogén-medence (13. sze) főleg olaj-előfordulásokat tartalmaz, amelyeknek szénhidrogénjei a paleogén anyaközetekben képződtek. Migrációs tekintetben ezek az előfordulások autochton helyzetűek.

Az 1985 után felfedezett előfordulások

A XV. táblázat tartalmazza azokat a jelentősebbnek tartott előfordulásokat, amelyeket az OKGT, később a MOL Nyrt. fedezett fel 1985 után, továbbá azokat, amelyek nem szerepeltek az 1935–1985 közötti időszak összefoglalójában (VÖLGYI et al. 1985). A felsorolt előfordulások földtani vagyoni nem ismert a szerző számára. A Zalai-medencében (3. sze) a Gutorföldre, Rádiháza, Tófej előfordulások a Bak-Nova-árok déli peremén magas termikus érettségű szénhidrogén-gázokat tartalmaznak az „alsópannon” turbiditárolókban. Feltételezhető, hogy ezeknek a gázoknak a szénhidrogénjei a Bak-Nova-árok mélyén elhelyezkedő Kösseni Formációból származnak. A Dráva-medencében (4. sze) a Vízvár-Sekély előfordulás gázai igen érettek, jóval nagyobb mélységben képződhettek. A Kiskunságban (6. sze) a Jánoshalma-Új előfordulás gázában bakteriális eredetű metán van jelen, olaja nagy sűrűségű. Ezek a jellegzetességek arra engednek következtetni, hogy az olaj biodegradált lehet, és a metán ennek a mikrobiális folyamatnak az eredménye. A Békési-medencében (10. sze) a Dombegyháza-DNy és a Mezőhegyes-DK előfordulások metánja bakteriális eredetű is tartalmaz. A Paleogén-medencében (13. sze) a Mogyoród gázelőfordulás tisztán bakteriális eredetű metánt foglal magában.

XV. táblázat. Az 1985 utáni időszakban felfedezett előfordulások

Table XV. The discovered occurrences in period of after 1985

Sze	Előfordulás	Mélység (m)	Kor
3	Bajánsenye	2405–2665	M
3	Csombárd	1872–1899	Ap
3	Gutorföldre	1462, 1776	Ap
3	Mezőcsokonya-É	2231, 2350	Ap
3	Mezőcsokonya-Ny	1862–2205	Ap
3	Őriszentpéter-D	2345–2786	M
3	Rádiháza	1517	Ap
3	Szócsénypuszta	1981	M
3	Szőkedencs-Ny	2025	M
3	Tófej, Tófej-Ny	1344–1509	Ap
4	Barcs-Ny–Starigrad	3745–3971	Pz Pkbr
4	Órtilos	2332	M
4	Vízvár-É	3031, 3137	M
4	Vízvár-Sekély	1898–2000	Ap
4	Zaláta–Dravica	3125–3192	M
6	Jánoshalma Új	587–675	ApMPrek
7	Mórahalom-D	1685, 1692	Prek
7	Üllés-K	2733–2758	aljzat
10	Dombegyháza-DNy	690–940	Fp
10	Magyarbánhegyes-K	2150–2200	M
10	Mezőhegyes-DK	673–754	Fp
11	Hajdúbagosa-K	1946–2295	Fp Ap
11	Hosszúpályi-D	1671–2116	Fp Ap
11	Monostorpályi-D, -DK	1697–2184	Fp Ap
12	Berettyószentmárton-D	1790–2263	Ap
12	Komádi-Ny	2598–3112	Ap M Pz
13	Dány	1743–1780	Tr
13	Gomba	2449–2555	Eo–Tr
13	Mogyoród	610–833	Fp
13	Monor-É	2159–2295	Eo
13	Nagykátanya	2607–2800	Eo
13	Ócsa	1703–1738	Eo
13	Tóalmás-D, -É	2264–2654	J
13	Tura	796–993	M
13	Üllő	2688, 2386	Eo

Mit hozhat a jövő?

Magyarország területe a szénhidrogén-kutatás szempontjából jól megkutatottnak tekinthető. Meglepetések azonban előfordulnak, például Baranya megyében, ahol Istvándi–Pettend körzetében jelentős készletű előfordulást fedeztek fel. Az ígéretes lehetőségek körét bővíti, hogy vannak olyan képződmények, amelyek még eléggé ismeretlenek abból a szempontból, hogy vajon tartalmazhatnak szénhidrogén-előfordulásokat. Az egyik ilyen képződmény a Szolnoki flis összlet, amelynek perspektivikus voltát jelzi a hajdúszoboszlói gázelőfordulás. Ennek termogén része a flisben lévő anyaközetekben képződhetett. A másik képződmény az alsó jura Óbányai Aleurolit Formáció, amely a Mecsektől északi irányban fiatalabb üledékek alatt van, és abban a pozícióban szénhidrogéneket generálhatott. A hagyományos előfordulások körén belül két terület tűnik ígéretesnek: a Kisalföldi-medence és a Dráva-medence horvát határ menti részén az alaphegység. A Kisalföldön az igen jelentős térfogatú neogén képződményekhez, anyaközetekhez képest ez ideig igen kevés szénhidrogént fedeztek fel. A Dráva-medence említett részén pedig ez ideig az alaphegységbe, annak belsejébe nem hatolt fúrás. Az analógiák azt sejtetik, hogy lehetségesek az aljzatban olyan készletek, amelyeket például a horvát oldalon Molve, Kalinovác, a határ mindkét oldalán Barcs-Ny–Starigradec testesít meg. Továbbá ígéretesnek látszik a kis mélységben fekvő, sekély, bakteriális eredetű metán tartalmazó gázok előfordulásainak kutatása annál is inkább, mert a felszíni szeizmikus szelvényeken látható a kőzetek gáztelítettsége (AVO). A nem hagyományos előfordulások körén belül a gázok lehetnek a jelentősebbek. Azért a gázok, mert az olaj viszkozitásánál nagyságrendekkel alacsonyabb viszkozitásuk miatt könnyebben mobilizálhatók. Egy másik követelmény az, hogy a feltárandó objektum ne legyen túl mélyen. Ugyanis, a nem hagyományos előfordulások esetében a fúrásokat sűrűn kell telepíteni. További kritérium, hogy az objektumnak korábban jóval mélyebben kellett lennie, és ezt követően került a felszínhez közelebb. Az említett kívánalmaknak három objektum látszik megfelelni: a Veszprémi Márga Formáció, a Szolnoki flis Debrecennél és a mecseki kőszénben kötött metán. A késő triász korú Veszprémi Márga Formáció Nagylengyeltől nyugatra erősen kiemelkedett helyzetben található. A Debrecen környéki flis termikus érettsége magas, és viszonylag kis mélységben van. A mecseki kőszénhez kötött metán kitermelhető hányada a becslések szerint 120 millió egyenérték tonna (FODOR 2002).

Irodalom – References

- BACSINSZKY T., BALOGH A., BUDA E. & JESCH A. 1987: *Ötvenéves a magyar kőolaj- és földgáz-bányászat.* – Kőolaj- és Földgázbányászati Vállalat, Nagykanizsa, 381 p.
- BOIGK, H., HAGEMANN, W. W., STAHL, W. & WOLLANKE, G. 1976: Isotopenphysikalische Untersuchungen zur Herkunft und Migration des Stickstoffs nordwestdeutscher Erdgase aus Oberkarbon und Rotliegend. – *Erdöl, Kohle, Erdgas, Petrochemie* **29**, 103–112.
- BROOKS, J., CORNFORD, C. & ARCHER, R. 1987: The role of hydrocarbon source rocks in petroleum exploration. – In: *Marine Petroleum Source Rocks, Geological Society Special Publication* **26**, 17–43.

- DANK V. 1987: A magyarországi kőolaj- és földgáz-kutatások földtudományi alapjai, 1964–1984. – *Összefoglaló doktori tézisek*.
- DANK V. 1990: Az algyői szénhidrogéntelegek felkutatása és geológiai viszonyai. – *Kőolaj és Földgáz* **123**, 3–20.
- FALLER G., KUN B. & ZSÁMBOKI L. (szerk.) 1997: A magyar bányászat évezredek története. I. kötet, – OMBKE, Budapest, 695 p.
- FODOR B. 2002: Bevezető gondolatok Magyarország szénhez kötött metánvagyonáról. – In: *Szénhez kötött metán (CBM) workshop*.
- GRÁF L. 1961: A dunántúli terület olajainak összetétele és keletkezésük. – *Geologija Nefti i Gaza*, Moszkva, No. 1
- HETÉNYI, M., KONCZ, I. & SZALAY, Á. 1993: Organic geochemical evaluation of the Makó–3 borehole. – *Acta Geologica Hungarica* **36/2**, 211–222.
- HORVÁTH, F. & GYÖRFI I. 1995: A recens kiemelkedés meghatározása. – *Kutatási jelentés*.
- HUNT, J. M. & JAMIESON, G. W. 1956: Oil and organic matter in source rocks of petroleum. – *AAPG Bulletin*, **40**, 477–488.
- JAMES, A. T. 1983: Correlation of natural gas by use of carbon isotope distribution between hydrocarbon components. – *AAPG Bulletin* **67**, 1176–1191.
- KONCZ I. 1983: The stable carbon isotope composition of the hydrocarbon and carbon dioxide components of Hungarian natural gases. – *Acta Mineralogica–Petrographica*, Szeged, **36/1**, 33–49.
- KONCZ I. 2016: A nagylengyeli nehézolaj triász eredetének bizonyítékai. – *Bányászati és Kohászati Lapok – Kőolaj és Földgáz* **149/ 5–6**, 2–5.
- KONCZ I. 2017: Budafa- és Lovászi-mezők olajának származása. – *Bányászati és Kohászati Lapok – Kőolaj és Földgáz* **150/5**, 6–9.
- KONCZ I. 2018: Az algyői telepek szénhidrogénjeinek eredete és migrációs modellje. – *Bányászati és Kohászati Lapok – Kőolaj és Földgáz*, **151/5–6**, 17–23.
- KONCZ I. 2019a: A Battonya–Pusztaföldvár gerinc szénhidrogén-rendszerei. – *Bányászati és Kohászati Lapok – Kőolaj és Földgáz*, **152/2–3**, 33–38.
- KONCZ I. 2019b: A vertikális migráció szerepe a hazai szénhidrogén-felhalmozódások feltöltődésében. – *Földtani Közlöny* **149/2**, 163–173
- KONCZ I. 2020a: Az algyői telepeket övező szénhidrogén-felhalmozódások genetikája és migrációs modellje. – *Bányászati és Kohászati Lapok – Kőolaj és Földgáz*, **153/2–3**, 23–26.
- KONCZ I. 2020b: A szénhidrogének primer migrációja. – *Földtani Közlöny* **150/4**, 1–14.
- KONCZ I. 2020c: Anyakőzet-tulajdonságok és termikus átalakulások a Kösseni Formációban. – *Földtani Közlöny* **151/2**, 201–211.
- KONCZ, I. & ETLER, O. 1994: Origin of oil and gas occurrences in the Pliocene sediments of the Pannonian basin, Hungary. – *Organic Geochemistry* **21/10–11**, 1069–1080.
- MAGOON, L. B. & DOW, W. G. 1994: The Petroleum System. In: MAGOON, L. B. & DOW, W. G. (eds): The petroleum system – from source to trap. – *AAPG Memoir* **60**, 3–24.
- NAMIOT, A. J. & BONDAREVA, M. M. 1963: *Solubility of gases in water under high pressures*.
- PETERS, K. E. & MOLDOWAN, J. M. 1993: *The biomarker guide*. – Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- POLLACK M. 2009: *Galícia. Utazás egy eltűnt világban*. – Palatinus Kiadó, 244 p.
- POSEWITZ T. 1906: Petroleum és aszfalt Magyarországon. – *A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* **15/4**, 212–444.
- RONOV, A. B. 1958: Organic carbon in sedimentary rocks (in relation to the presence of petroleum). – *Geochemistry* **5**, 497–509.
- STERNE, E. J., ZANTOP, H. & REYNOLDS, R. C. 1984: Clay mineralogy and carbon-nitrogen geochemistry of the Lik and Competition Creek zinc-lead-silver prospects, DeLong Mountains, Alaska. – *Economic Geology* **79**, 1406–1411.
- SZALAY Á. 1982 : A rekonstrukciós szemléletű földtani kutatás lehetőségei a szénhidrogén-perspektívák előrejelzésében a DK-alföldi neogén süllyedékek területén. – *Kandidátusi értekezés*.
- SZUROMI-KORECZ, A., SÜTŐ-SZENTAI, M. & MAGYAR, I. 2004: Biostratigraphic revision of the Hód–I well: Hungary’s deepest borehole failed to reach the base of the upper Miocene Pannonian Stage. – *Geologica Carpathica* **55**, 475–485.
- VÖLGYI L., SZERECZ F., HAJDÚ D., KURUCZ B., MÉSZÁROS L., NÉMETH G., FÖLDEÁK P.-NÉ, SZENTGYÖRGYI K.-NÉ, HORVÁTH R., KOVÁCS ZS., TORMÁSSY NÉ VARGA É., DALLOS E.-NÉ, NAGY M.-NÉ & SZÜCS L. 1985: Magyarország kőolaj- és földgáz-előfordulásai (1935–1985). – *Kutatási jelentés*, GEOS, Budapest. — Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár.

Kézirat beérkezett: 2021. 10. 25.

