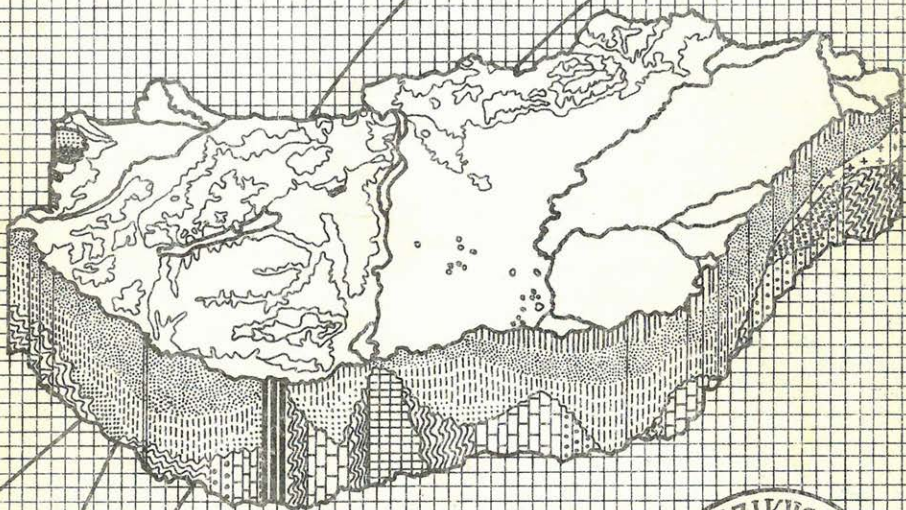


# MAGYAR 4-5 GEOFIZIKA

BEKÉSI MEDENCE



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA  
BUDAPEST, 1989. XXX. ÉVFOLYAM, 4-5. SZÁM

M. Eged

## MAGYAR GEOFIZIKA

a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

XXX. évfolyam

4—5. szám

HU ISSN 0025 — 0120

Főszerkesztő: Zelei András

Szerkesztőbizottság: Deres János, Kilényi Éva, Meskó Attila, Rádlér Béla, Verő József

Szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. félemelet 17. Postafiók 240.

### TARTALOMJEGYZÉK

<i>Szentgyörgyi Károly</i> : A Békési-medence miocén korú képződményei és szénhidrogén földtani jelentőségük .....	113
<i>K. Juhász Györgyi — Molenaar C. M. — Bérczi István — Révész István — Kovács András — Szanyi Béla</i> : A Békési medence pannóniai s. l. üledékösszetételének rétegtani viszonyai .....	129
<i>Révész István — Gautier Donald L. — Schmoker James W.</i> : A Békési medence tárolóképes kőzeteinek közfizikai és közettani vizsgálata .....	146
<i>Balla Kálmán — Hajdu Dénes — Kovács András — Pap Sándor — Szalay Árpád</i> : Eredmények és elképzelések a Kelet-magyarországi rejtett csapdák kutatásában .....	155
<i>Völgy László — Pályi András — Charpentier Ronald — Crovelli Robert</i> : A Békési medence analízise során végzett készletbeeslés a FASP módszerrel .....	183

### MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Zelei András felelős szerkesztő

A szerkesztőség címe: Budapest VI., Anker köz 1. fem. 17. 1368 Telefon: 142-9754

Kiadja: a Delta Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat

Budapest IX., Közraktár u. 4. 1093

Telefon: 117-5200

Felelős kiadó: Budai Ferenc főigazgató

89.773., Állami Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Mihalek Sándor igazgató

\* \* \*

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkezelésért felelős hivataloknál és a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodáján, 1900 Budapest V., József nádor tér 1., vagy átutalással a 215 — 96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Egy szám ára: 32,50 Ft. Előfizetés félévre: 97,50 Ft, egy évre: 195. — Ft. Külföldön terjeszti a Kultúra Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, 1389 Budapest, Pf. 149. és a Magyar Média 1392 Budapest, Pf. 279. 86 — 253. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében Megjelenik évente hatszor.

Index: 26 507



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Сентдерди К.</i> : Породы миоцена Бекешского бассейна и их значение с точки зрения геологии нефти и газа .....	113
<i>Юхас Д. К.</i> — <i>Моленаар С.</i> — <i>Берци И.</i> — <i>Ревес И.</i> — <i>Ковач А.</i> — <i>Б. Сани</i> : Стратиграфия паннонской осадочной толщи Бекешского бассейна .....	129
<i>Ревес И.</i> — <i>Гаутьер Д. Л.</i> — <i>Шмокер Д. В.</i> : Петрофизический и петрографический анализ коллекторов Бекешского бассейна .....	146
<i>Балла К.</i> — <i>Хайду Д.</i> — <i>Ковач А.</i> — <i>Пан Ш.</i> — <i>Салаи А.</i> : Результаты и представления по поиску скрытых ловушек в Восточной Венгрии .....	155
<i>Велди Л.</i> — <i>Палыи А.</i> — <i>Шарпентьер Р.</i> — <i>Кровелли Р.</i> : Оценка запасов методом ФАСП, выполненная в процессе анализа Бекешского бассейна .....	183

## CONTENTS

<i>Szentgyörgyi K.</i> : Miocene formations and their reservoir conditions in the Békés-Basin ....	113
<i>K. Juhász Gy.</i> — <i>Molenaar C. M.</i> — <i>Bérczi I.</i> — <i>Révész I.</i> — <i>Kovács A.</i> — <i>Szanyi Béla</i> : Stratigraphic framework of the pannonian s. l. sedimentary sequence in the Békés-Basin .	129
<i>Gautier D. L.</i> — <i>Révész I.</i> — <i>Schmoker J. W.</i> : Petrological and petrophysical investigation of reservoir rocks of Békés Basin .....	146
<i>Balla K.</i> — <i>Hajdú D.</i> — <i>Kovács A.</i> — <i>Pap S.</i> — <i>Szalay Á.</i> : Conceptions and results in the exploration of subtle traps in the East-Hungary .....	155
<i>Völgyi L.</i> — <i>Pályi A.</i> — <i>Charpentier R.</i> — <i>Crovelli R.</i> : Petroleum resource appraisal with the FASP method in the Békés Basin .....	183

# A Békési-medence miocén korú képződményei és szénhidrogén-földtani jelentőségük

S Z E N T G Y Ö R G Y I K Á R O L Y <sup>1</sup>

A Békési-medence miocén képződményeit tengeri bádai és csökkentsősvízi szarmata üledékek alkotják. A miocén vastagsága 10—260 m közötti, átlagosan 100 m körüli. A tengeri képződményeket durva törmelékes képződmények, litorális övezetben homokkő, aleurolit és bioklasztos mészkő, nyíltvízi lerakódási övezetben pedig pélitek üledékek alkotják. A partszegélyi csökkentsősvízi rétegek konglomerátumból, homokkőből és kevés mészkőből állnak, neritikus fáciesben enyhén euizin jellegű agyagmárga és márga fejlődött ki.

A miocén képződményekben halmaztelep és sztratigráfiai csapdák alakultak ki ipari jelentőségű szénhidrogén-készletekkel elsősorban a medence pereméhez közeli helyzetben. Számos kutatófúrás miocén rétegekből ismert indikáció a medence belső területéről is.

A képződmények közetfizikai jellemzői változatosak és várhatóan változatos csapdázódási és tárolóképességi viszonyokra lehet számítani a medence további kutatása során a miocén képződményekben.

Образования миоцена Бекешского бассейна представлены морскими баденскими осадками и сарматскими осадками пониженной солености. Мощность пород миоцена меняется от 10 до 260 м, составляет в среднем 100 метров. Морские отложения представлены грубым обломочным материалом, в литоральном поясе песчаник, алевролит и биокластический известняк, в поясе же отложений открытого бассейна пелит. Прибрежные образовавшиеся в условиях пониженной солености слои состоят из конгломератов, песчаников и небольшого количества известняка, в неритической фации развились имеющие слабо эвксиновый характер глинистый мергель и мергель.

Представляющие промышленное значение стратиграфические ловушки и содержащие углеводород тела в отложениях миоцена образовались а в первую очередь в бортовых участках впадины. В нескольких разведочных скважинах известны индикации в пластах миоцена и во внутренней части бассейна.

Петрофизические свойства образований изменчивы и в процессе дальнейшего изучения бассейна надо рассчитывать на изменчивость коллекторов и форм ловушек в образованиях миоцена.

Miocene formations of Bekes-Basin are formed by marine Badenian and shallow water Sarmatian deposits. The thickness of Miocene sequences ranges between 10 and 200 meter, the average is 100 m. Badenian deposits in the littoral zone were formed by transgressive basal conglomerate, coastal sandstone and bioclastic algal limestone, and pelitic sediments (foraminifera bearing shale and marl) in the neritic zone.

The Sarmatian near-shore deposits consist of shore-line conglomerate, sandstone and a few pebbly-sandy limestone, In the inner part of this basin silty marl of anoxic character were developed.

Reservoir characteristics of Miocene formation are varied. First of all stratigraphic traps were formed in the Miocene formations.

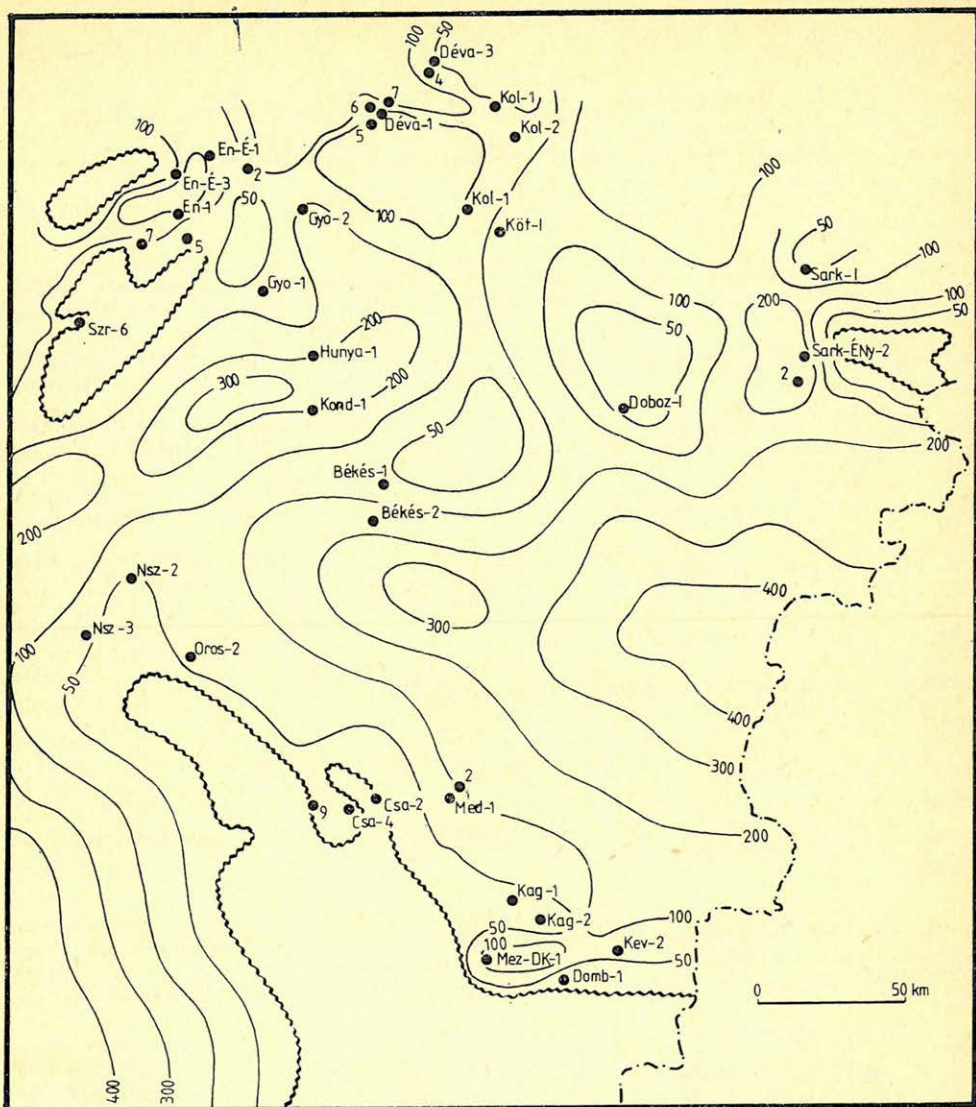
Recoverable hydrocarbon reserves are known in the zone near the margin. Some hydrocarbon indications are known from Miocene strata of numerous wildcats in the inner part of the basin too.

## Bevezetés

A medence területén a preneogén képződményekből álló medencealjzat és a pannóniai üledékösszet között általánosan elterjedt miocén képződmény-csoport helyezkedik el. A 200 m-t csak ritkán meghaladó vastagságú összlet csak a magas szerkezeti helyzetű területeken hiányzik, ezek szárazulatok voltak (1. ábra).

<sup>1</sup> Magyar Szénhidrogénipari Kutató-Fejlesztő Intezet (SZKFI) Százhalembatta, Pf: 32 2443





Geo 89/4-1

1. ábra. A miocén képződmények vastagság térképe

Рис. 1. Карта мощностей пород миоцена

Fig. 1. Isopach map of Miocene sediments

A középső-miocén végére és a felső-miocénre kiterjedő üledékképződés paleomorfológiai keretei a fáciesek térbeli elrendeződése alapján körvonalazhatók. A partszegélyi üledékek elterjedése és a fáciesek térbeli kapcsolata alapján üledékképződés-mentes terület a szarvasi szerkezet és az endródi szerkezet DNy-i része, (En-13., -21., -28) endródi szerkezet ÉNy-i része, szeghalmi szerkezet tetőzónája, Orosháza – Pusztaföldvár – Pusztaszőlős – Csanád-



apáca – Kaszaper – Tótkomlós – Mezőkovácsháza – Mezőhegyes – Dombegyháza – Battonya gerinc és Sarkadkeresztúr – Biharkeresztés – Mezőgyán környéke volt. A szárazulatok szegélye rendszerint tagolt, lejtőzónát rohamosan kivékonyodó litorális üledékek fedik.

A litorális képződmények fokozatosan szublitorális törmelékes képződményekből álló széles partközeli zónához csatlakoznak, ez az övezet a litofaciesek bonyolult összefogazódási területe.

Az üledékgyűjtő paleomorfológiai viszonyai a miocén során csak csekély mértékben változtak. Kisebb transzgresszió mindössze a felső-miocén szarmata emeletében következett be, itt a szarmata törmelékes alapképződmények közvetlenül preneogén aljzatra (pl. Csa – 2., Med – 1., Domb – 1., Kág – 2., – 3.).

### A képződmények elterjedése, vastagságviszonyai

A medencében az említett szárazulatok közötti területen a miocén képződmények általános elterjedésűek. Elterjedésük és vastagságviszonyaik – mélyfúrások alapján – a medence DK-i részétől eltekintve ismert. A miocén sorozat vastagsága általában 100 m körüli, a vastagság szélső értékei 10–260 m. A fúrások többnyire elérték a preneogén feketét, így a vastagságadatokat kielégítő mértékben megbízhatók (1. ábra). Sajnos a medence DK-i, mélyfúrásokkal még nem feltárt részén a miocén pontos vastagsága ismeretlen. Az üledékgyűjtő nyíltvízi üledékképződési területén a Hunya–1. fúrás 112 m-t, a Kond–1. fúrás pedig mindössze 9 m-t tárt fel a sorozatból. 100 m-t meghaladó a miocén összlet vastagsága a Békés–1. és Békés–2., továbbá a Fáb–1., –2., –4. fúrásokban, az endrődi területen az En–1., –16., –18., En–É–1., En–É–4. fúrások rétegsorában. Jelentősebb, 100 m-t meghaladó, maximálisan 258 m vastag miocén ismert a szeghalmi területen is szárnyhelyzetben. 275 m-nél vastagabb törmelékes miocént ismerünk a Sark–ÉNy–2. fúrásból. (Figyelemre méltó, hogy a medence belsejéhez közelebbi helyzetű Doboz–I. fúrásban mindössze 10 m körüli a miocén vastagsága.)

A kiemelt morfológiai helyzetű térszín fokozatos tengerrel borítását jól jellemzi a dévaványai területen a vastagságnak változása: 34–118 m közötti értékek a képződmények lejtő irányában történő kivastagodását mutatják.

Hasonló tendencia tapasztalható a szeghalmi területen (50–260 m) és az endrődi miocén vastagság eloszlásában (12–264 m) is. A miocén üledékek vastagsága nem valódi összletvastagság, mert számottevő üledéktömeg lepusztulásával lehet számolni; a felső-bádeni és szarmata lerakódások a legtöbb rétegsorból hiányoznak és az alsó-bádeni különböző mértékben erodálódott.

### Fekü- és fedőképződmények

A miocén sorozat a medence egész területén transzgressziósan települ különféle kőzettani kifejlődésű és rétegtani helyzetű preneogén képződmények felszínére. A fedő felé határozott és terjedelmes rétegtani hiány mutatkozik, a fekvő felszíne eróziós diszkordanciafelület.

Felső-kréta korú törmelékes formáció helyezkedik el miocén alatt Fábán-sebtyén és Békés térségében. Idősebb mezozoos karbonátos kőzetek felszínére települnek a sorozat rétegei Doboz, Endrőd, Nagyszénás, Csanádapáca, Dombegyháza, Medgyesbodzás, Köröstarcsa térségében mélyített fúrások rétegsoraiban. A miocén fekvője a többi fúrásban metamorf kőzet. Nem ismert



a preneogén medencealjzat minősége, felépítése Hunya, Kondoros környékén és a medence DK-i részén.

A fedőképződményeket mindenütt pannóniai (s. 1.) lerakódások alkotják. A medence legnagyobb részén bizonyítható rétegtani diszkordancia és különböző terjedelmű hiány van a miocén képződmények és a fedő alsó-pannóniai lerakódások között. Nem ismert egyelőre kielégítő módon a medence belső, nyíltvízi és feltételezhetően folyamatos üledékképződéssel jellemezhető részén bio- és kronosztratigráfiai adatok hiánya miatt a miocén pontos rétegtani terjedelme. Nagyban bonyolítja a képződmények rétegtani besorolását, hogy a miocén és a fedő alsó-pannon üledéksor kőzetanalízis alapján nagyon hasonló vagy éppen megegyező kőzettani kifejlődésű. Számos rétegsorban azonban bizonyítható a miocén felső, fiatalabb rétegeinek hiánya, másutt viszont rétegtanilag lényegében hiánytalan üledéksorok ismertek: mindez miocént követő erózióra utal. Nem hagyható azonban figyelmen kívül az sem, hogy egyes területeken kondenzált rétegsorok is feltételezhetők.

### A miocén képződmények rétegtani viszonyai

A Békési-medencében feltárt miocén a Középső-Paratethys területén érvényes regionális rétegtani beosztás bádeni és szarmata emeleteinek lerakódásait tartalmazza. Geokronológiai szempontból e két emelet 12–16.5 mo év időkeretet tölti ki (*Steininger, F. – Rögl, F. – Nevesskaya, L. 1985, Hámor G, et al. 1985, Vass, D. et al. 1985*). Az alsó-/felső-bádeni határ –15 mo évnél jelölhető ki ebben a régióban, ez egyben a középső-/felső-miocén határa is. A felső-bádeni/szarmata határ időregegtanilag –13.6 mo év a K/Ar módszerrel végzett kormeghatározás szerint (*Vass, D. et al. 1985*).

A medence területén kifejlődött miocén tengeri és csökkentsósvízi képződmények többnyire rétegtani értékű mikrofaunát tartalmaznak, különösen vonatkozik ez az alsó-bádeni plankton foraminifera tartalmú tengeri rétegcsoportra. Éppen e biosztratigráfiai adatok alapján tisztázódott, hogy számos területen a felső-miocén rétegek hiányoznak, másutt csak a felső-miocén vagy annak szarmata emelete fejlődött ki. A biosztratigráfiailag értékelhető és magmintavételekkel megbízhatóan ellenőrzött üledéksorok feldolgozása nyomán néhány fúrás miocén összeleteinek rétegtani tagolódását mutatja be az *1. táblázat*.

### A miocén kőzettani kifejlődése

#### *Bádeni képződmények kőzettani kifejlődése*

A bádeni emeletet sekélytengeri litorális, szublitorális és nyíltvízi üledékek képviselik. Az összletet kőzetanalízis alapján karbonátos, pszammitos és pélites kőzetek alkotják, amelyek rétegei a litorális és szublitorális övezetben kiékelődnek, összefogazódnak. A piroklasztikumok (riodácittufa) viszonylag kis tömeget képviselnek. A miocén sorozat kőzettani összetételét és a litofáciések viszonyát a *2. ábra* mutatja be.

A fő kőzettípusok az alábbiak:

#### *Alapkonglomerátum, alapbreccsa*

A miocén és ezen belül a bádeni üledékképződési ciklus bevezető képződménye durva báziskonglomerátum és/vagy breccsa. A cikluskezdő összlet



## Néhány fúrás miocén rétegsorának sztratigráfiai tagolódása

Таблица 1.

## Стратиграфическое расчленение разреза миоцена в нескольких скважинах

Table 1.

## Stratigraphic composition of the Miocene complex of some wells

Fúrás	A.-bádeni	F.-bádeni	Szarmata
Dévaványa - 2. ....	+	-	-
Dévaványa - 3. ....	+	-	-
Dévaványa - 4. ....	+	-	-
Endrőd - 1. ....	+	-	-
Endrőd - 5. ....	-	-	+
Endrőd - 15. ....	+	+	+
Endrőd - 18. ....	+	-	-
Endrőd-É - 4. ....	+	-	-
Köröstarcsa - I. ....	+	-	-
Köröstarcsa - 1. ....	+	-	-
Körösladány - 2. ....	+	-	-
Kondoros - 1. ....	+	?	?
Hunya - 1. ....	+	?	?
Gyoma - 2. ....	+	-	-
Medgyesbodzás - 1. ....	-	+	+
Medgyesbodzás - 2. ....	-	+	-
Nagyszénás - 2. ....	+	-	-
Nagyszénás - 3. ....	+	-	-
Dombegyháza - 1. ....	-	-	+
Csanádapáca - 2. ....	-	-	+

Magyarázat: + = képződménycsoport kifejlődött  
 ? = képződménycsoport kifejlődése kérdéses  
 - = képződménycsoport hiányzik

vastagsága néhány métertől rendszerint 30 m-ig terjed, de ismert ennél jóval nagyobb összletvastagság is.

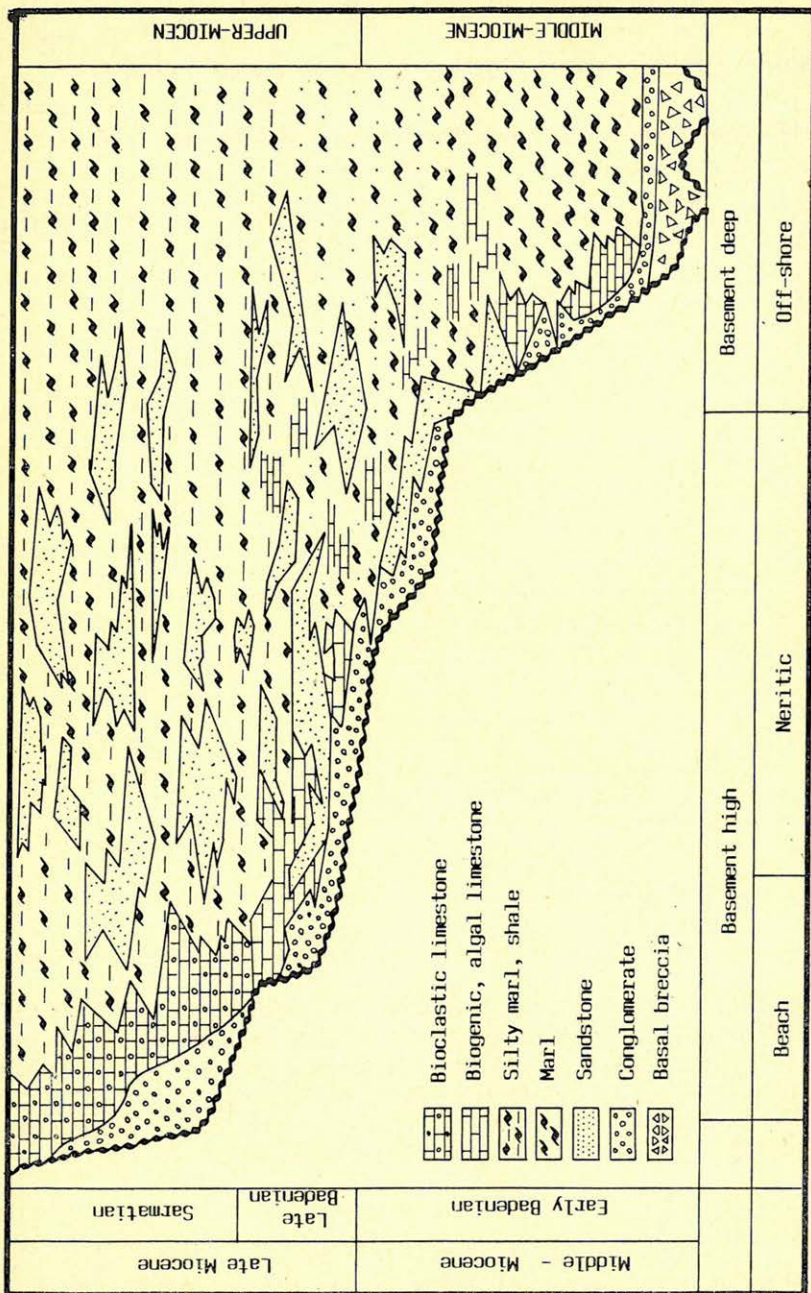
A durva törmelékes képződmény lényegében az üledékgyűjtő egész területén elterjedt.

A kőzetek polimikt durva törmelékanyagát a közvetlen fekü vagy a közelben felszínen levő preneogén kőzetek felaprózódása szolgáltatta. Az alapkonglomerátum tömött, enyhén préselt, alapanyaga rendszerint homokos, kőzetlisztes szemcsenagyságú kőzettörmelékből áll. A képződmény alacsony karbonáttartalmú, gyengén cementált. Rendszerint rétegtetlen, tagolatlan, más esetben azonban homokkő közberétegzéseket tartalmaz.

*Homokkő*

A bádeni sorozatban elterjedését és kőzettömegét tekintve egyik legfontosabb kőzettípus a homokkő. A litorális és szublitorális zónában gyakran az üledéksorok uralkodó eleme, a homokkőtestek száma és vastagsága a mély zóna, a medence belseje felé fokozatosan csökken, de még a pélyes üledékek lerakódási övezetében is előfordulnak rendszeresen finom szemű homokkő közbetelepülések. Általában a homokkövek finomabb szemű rétegekkel (ale-





2. ábra. A miocén képződmények lithofáciás diagramja

Рис. 2. Ди грама литофаций миоцена

Fig. 2. Generalized diagram of the Miocene lithofacies above basement



uroлит, agyagmárga, márga) vagy karbonáttestekkel tagoltak. A betelepült rétegek vastagsága rendszerint néhány cm vagy néhány 10 cm.

Mély szerkezeti helyzetben a kőzetek sötétszürke színű, préselt, 50° körüli dőlésű, fényes csúszási síkokkal átjártak, rendszerint rétegzettek. A réteglapokon gyakran szenesedett növényi törmelék dúsul. Gyakoriak a vékony közbetelepült aleuroлит lemezek, amelyek mentén a kőzetek lemezesen elválnak. A kötőanyag karbonát, mennyisége változó, de rendszerint 20%-ot nem haladja meg.

Néhol durva szemű alapképződmények kimaradásával homokkő, kavicsos homokkő alkotja a bádeni cikluskezdő rétegeket. A szürke, zöldesszürke, esetleg tarka elszíneződésű kőzet szórtan apró kavicsokat tartalmaz.

A homokkővek rétegzettek, rendszerint jól osztályozottak, a réteglapokon csillám és szenesedett növényi törmelék dúsul. Partközeli környezetben karbonátos a kötőanyaga. Rendszerint gazdag bentoni foraminifera tartalmúak a rétegek.

### *Aleuroлит*

Az aleuroлитok rendszerint homokkővel társulva, vékony közbetelepülés formájában, ill. a péлитес kőzettestekbe közbeiktatódva vesznek részt az öszszlet felépítésében. Homokkőbe települve rendszerint éles réteghatár jellemzi, a réteglapon a csillámtartalom feldúsul. Péлитес kőzetbe települten viszont a határ többnyire réteggközös, rétegváltakozásos, nem ritka a fokozatos átmenet sem.

A kőzetek szürke színűek, osztályozottak, enyhén préseltek és látszólag magasabb diagenézis fokúak, mint a homokkővek. Plankton és bentoni foraminiferákat egyaránt tartalmaznak.

### *Péлитес kőzetek*

A bádeni üledéköszszlet nagy kőzettömegeit finom szemű változatos karbonáttartalmú lerakódások (agyagmárga, márga, mészmárga) alkotják. A képződmények legnagyobb vastagságban a nyíltvízi üledékképződés zónájában halmozódtak fel. Fokozatosan elvékonyodva, kiékelődve csatlakoznak a szublitóralisövezet durvább szemű üledékeihez. A péлитес rétegek legnagyobb tömegét márga alkotja.

### *Agyagmárga*

Sötétszürke színű, kőzetlisztes, rétegzetlen vagy réteges elválású, néha csúszási síkokkal tagolt, szilánkos törésű. Tömött szövetű, sok esetben finom szemű homokkő rétegek vagy aleuroлит rétegek, lemezek tagolják. A réteglapok mentén szenesedett növényi maradvány és finomcsillám dúsul. Szövege tömött, a karbonátszemcsék mikrit szemcsenagyságúak. A rétegek többnyire ősmaradványtartalmúak (*Orbulina* és *Globigerina* nemzetségek fajai).

### *Márga*

Sötétszürke színű, kemény, rétegzetlen vagy réteges elválású, kőzetlisztes kőzet. Gyakran pár cm vastag világosabb színű, tömött, karbonátos homokkő csíkokat tartalmaz. Karbonát anyaga mikrit, szórtan allotigén kvareshemcséket, karbonáttörmeléket, muszkovit pikkelyeket tartalmaz a szövet. A márga nem ritkán vékony bioklasztos, biogén mészkő vagy mészmárga csíkot, ill. agyagmárga közberéteggződést is tartalmaz. Egyes helyeken szórtan glaukonitos



(Endrőd). Jellemző a gazdag foraminiferatartalom, amelynek többségét a tömeges mennyiségű planton foraminiferák alkotják. A kőzetek karbonáttartalma 20–40%.

### *Mész márga*

Barnásszürke színű, kemény, tömött szövetű, 40–60% karbonáttartalmú rétegzetlen vagy vízszintesen rétegzett, finom homokkő lencsékert tartalmazó kőzet. Szöveve diszmikrites, szörtan homok- vagy kőzetliszt szemcsékert (kvarc, csillámok) és diszperz szerves törmeléket tartalmaz. A kőzet tömegesen tartalmaz bioklasztot. Lithothamnium, bentoni foraminifera, Echinoidea maradványok, stb.). Plankton alak rendszerint kevés ezekben a rétegekben.

A mészmárga elsősorban a partközeli karbonátos kőzetekkel társul, vékony rétegei a nyíltvízi agyagmárga – márga sorozatban alárendelt szerepet játszanak

### *Biogén mészkő*

A tengeri sorozat jellegzetes litofaciális egységét biogén mészkő alkotja. A képződmény sekély, átvilágított, jól szellőzött, partközeli zónában rakódott le.

A kőzetek barnásszürke vagy világosszürke színűek, tömött rétegzetlenek. Rendszerint karbonátos homokkő, aleurolit vagy mészmárga közberétégződéseket is tartalmaz. A szövet bioklasztos. A kőzetalkotó mennyiségben felhalmozódott bentoni foraminifera és mészalga (Lithothamnium) gumók alkotják a kőzet tömegének 70–85%-át. A cementáló mészszipap változatosan kristályosodott, mikrit szemcsenagyságú.

### *Piroklasztikus kőzetek (tufa, tufit)*

A medence bádeni tengeri üledékes sorozatán belül alig számottevő kőzet-tömeget képviselnek a piroklasztikumok, kőzettani összetételbeli szerepük elhanyagolható. Jóval nagyobb jelentőséggel rendelkeznek azonban rétegtani értéküket tekintve, ugyanis elterjedésük az összleten belül viszonylag szintálló, láthatóan egy eseményhez kapcsolódik. Növeli e kőzetek jelentőségét a rétegtani tájékozódásban, hogy a felső-miocén üledékekben piroklasztikum gyakorlatilag nincsen.

A tufa vagy tufit vízbe hullott, finomrétegzett, máskor tömött, tömeges megjelenésű, bontott, agyagos anyagú. Alapanyaga tömött, kalcit- és kovacsomókból áll, a felismerhető ásványi elegyrészeket átkalcitosodott földpátok, biotit, földpát utáni kalcit pszeuromorfózáék és zeolit kristályok képviselik.

A piroklasztikus eredetű rétegek minden előfordulásban az alsó-bádeni tengeri sorozat felső szakaszán, több vékony betelepülésben jelentkeznek. Előfordulásuk az alsó-/felső-bádeni határig követhető. Fontosabb előfordulások a következő rétegsorokban vannak: Fábiansebestyén – 1., – 2., – 4., Szarvas – 6., Nagyszénás – 2., Dévaványa – 3., Endrőd – 1., – 3., – 18., Endrőd-É – 2., – 4., Kondoros – 1., Köröstarcsa – 1.

### **A szarmata képződmények kőzettani felépítése**

A felső-miocén esökkentsósvízi képződmények partközeli kifejlődési övezetben 10–30 m, nyíltvízi övezetben kb. 50 m vastagságúak. Óslénytanilag a szarmata jelenlétét kifogástalanul bizonyítani csak a litorális-szublitorális övezetben sikerült eddig.



Egyes előfordulásokban bizonyíthatóan üledékfolytonosan fejlődik ki a felső-bádeni rétegekből (En-15., Sz-9., -10., -20., -27., -38., -44., -50. fúrások), másutt transzgressziósan települ peremi helyzetben idősebb képződmények felszínére (Csa-2., Med-1., Domb-1., Kág-2., -3.). Üledékfolytonos településben is a képződmények alján rendszerint cikluskezdő konglomerátum van.

A csökkentsósvízi összlet két fáciesöv üledékeit tartalmazza:

- a) partközeli, partszegélyi képződmények
- b) sekély nyíltvízi képződmények

a) *Partközeli, partszegélyi öv kőzetei*

*Konglomerátum*

A rétegsoroknak kezdőrétegét rendszerint apró szemű, homokos konglomerátum alkotja. A kőzet többnyire laza, alacsony karbonáttartalmú, rétegzetlen, polimikt kavicsanyagú, jól osztályozott. Az alapanyag durva szemű homokkő, a kötőanyag változó mennyiségű.

*Homokkő*

A konglomerátumra települve szürke színű, közepesen kemény, gyakran porózus, rétegzett, karbonátos kötőanyagú, osztályozott homokkő rétegek fejlődnek ki ebben a fáciesövből. A réteglapok mentén szórtan szenesedett növényi törmelék és csillám dúsul fel. Kavicsos változata durva szemű, osztályozott.

*Aleurolit*

Sötétszürke színű, rétegzetlen, esetenként azonban lemezes, kőzetlisztes, homokos, préselt, kemény kőzet. Rendszerint aleurolit, finom homokkő esetleg mészmárga vékony rétegekkel tagolt („lemezes márga”).

*Mészkö*

Világosszürke, tömött, kemény, érdes törésű, többnyire rétegzetlen, biogén, bioklasztos kőzet. Tömegesen tartalmaz csökkentsósvízi (uralkodóan Miliolidae) foraminiferákat és molluska héj töredékeket. A bioklaszt kalkarenit, a kalcilutit mikrit szemesenagyságú. Gyakran nagy mennyiségű homokszemcsét vagy apró kavicsot tartalmaz a kőzet.

Endrőd környéki előfordulásban ooidos szöveti változat is ismert, bár ez a típus a Békési-medence területén gyakorlatilag hiányzik (szemben az Alföld középső részével, ahol ooidos mészkő nagy területeken fejlődött ki).

A litorális – szublitorális övezetben lerakódott képződmények három rétegsor típus szerint fejlődtek ki:

1. alapkonglomerátum és homokkő (Csa-2., Med-1., En-15.)
2. alapkonglomerátum és mészkő (Domb-1., En-5.)
3. alapkonglomerátum és meszes homokkő és márga, mészmárga, mészkő (Sz-10., -20., -38., -27., -44., -9., -50.)



## b) *Sekély nyíltvízi övezet képződményei*

A medence belső, nyíltvízi üledékképződési területein néhány fúrásban (Hunya - 1., Kond - 1., Köt - I.) a biosztratigráfiailag bizonyítható alsó-bádeni és alsó-pannóniai képződménycsoport között 60–90 m vastag, ősmaradványmentes összlet helyezkedik el, amely üledékfolytonos kifejlődésű.

A rétegcsoport sötétszürke, rétegetetlen, kőzetlisztes, finomcsillámos halpikkelyes márgából, közberétegzett mészmárgából áll. Az elválási lapokon gyakoriak a szórt szenesedett növényi maradványok, piritgumók, A rétegek redukív közegben leülepedett lerakódásokat képviselnek. Ősmaradvány eddig ezekből a rétegekből nem került elő.

A fedőhöz és a fekükhöz való viszony alapján a redukív pélites összlet valószínűleg a teljes felső-miocén (felső-bádeni + szarmata) képviseli. A felső-miocén partszegélyi üledékei ugyanis a medence peremi részén több ponton azonosíthatók, míg nyíltvízi felső-miocén csökkentsósvízi üledékek őslénytanilag eddig sehol nem voltak bizonyíthatók mélyfúrási rétegsorokban.

### Fáciések

A miocén képződmények bádeni sorozatát sósvízi üledékek alkotják. Az üledékképződés bevezető rétegei alapkonglomerátumból és breccsából állnak. A durva törmelékek felhalmozódása a tenger előrenyomulásával fokozatosan magasabb szerkezeti helyzetű területek felé tolódott el, ezért gyakorlatilag ez a képződmény a preneogén aljzatot lepelszerűen fedi. Az üledékgyűjtő legmélyebb részein a durva törmelékes összlet egy része esetleg folyóvízi, szárazföldi eredetű, a paleomorfológiai hátságok lejtőjén azonban már abrázios konglomerátum települ.

A nyíltvízi üledékfelhalmozódási övezetben az alapképződményekre homokkő közbeiktatásával vagy hiányával plankton foraminifera tartalmú, euryhalin márga és kőzetlisztes agyagmárga következik. Az ősmaradványokban gazdag pélites összlet jellegzetes plankton alakja az *Orbulina suturalis* Brönn. A plankton mellett nagy alakgazdagságú bentoni foraminifera társaság is előkerült ebből a képződménycsoportból. Az ökológiai igény és a litofáciés alapján a víz jól szellőzött, normális sótartalmú, meleg vizű volt. Az üledékgyűjtő önálló, kialakult áramlási rendszerét a homokkőrétegek megjelenése bizonyítja. A vízmélység maximálisan 200 m lehetett.

A nyíltvízi és partközeli üledékképződési zóna közötti széles lerakódási övezet a bonyolult, többszöri és ismételt fáciés összefogazódások területe. Itt a partvonal morfológiáját követve lassú áramlások övezetében uralkodóan homokos üledékek képződtek. A homokkőbe a tengerszint oszcillatív változása nyomán márga és kőzetlisztes agyagmárga, aleurit rétegek iktatódnak és fogazódnak be. A partszegély irányában a homokkőtestek széttagolódnak és mészmárgával, ill. bioklasztos mészkővel fogazódnak össze. Az üledékgyűjtőnek kialakult áramlási rendszerrel rendelkező zónája széles sávot képvisel a medence területén. A vízmélység 30–100 m közötti lehetett.

A partszegélyen a litofáciések fokozatos változása, ill. eltolódása tapasztalható. A 0–30 m vízmélység övezetében homokkő és agyagmárga, ill. széles övezetben karbonátos üledékek (biogén mészkő) rakódtak le.

A sík partszegélyen meleg vizű és terrigén anyag beszállítástól mentes partszakaszokon övezetszerűen gazdag élővilágú algaszőnyeg (*Lithothamnium* sp.) képződött. Ebben a zónában az üledékképződést mikrites, kalcilitos



mésziszap-lerakódás jellemzi (Szeghalom, Dévaványa). A mészalga és az ös-maradványok pusztulása nyomán bioklasztos mésziszap halmozódott fel, tömött szövetű mészkő képződött. A mészalgák számára kedvezőtlen ökológiai szakaszokon foraminifera tartalmú mészmárga ülepedett le.

A mészkő képződése az alsó-bádeni végén és a felső-bádeni során általános volt a partszegélyi övezetben. Az üledékgyűjtő fokozatos elsekélyesedése miatt a karbonátos rétegek, közberétegződések a nyíltvízi üledékképződés területén is – bár nem összefüggő szintet alkotva – megjelennek.

A szarmata emelet idején folytatódott a vízmélység és a sótartalom csökkenése. A mészalgák kipusztultak és a tengeri foraminiferák döntően nagyobb hányada ugyancsak eltűnik. A helyi transzgressziós jelenségek a szárazulatok peremén apró szemű konglomerátum és homokkő felhalmozódását eredményezték. Figyelemre méltó, hogy a Békési-medence területén meglepően kis elterjedésű – az Alföldön egyébként általános – ooidos mészkő fácies.

Bár a medence belső, nyíltvízi üledékképződési területén a szarmata rétegek őslénytanilag nem bizonyíthatók, a partszegélyi lerakódások alapján, továbbá az (alsó)bádeni és alsó-pannóniai rétegek közötti egyező kőzettani kifejlődésű és láthatóan megszakítatlan üledéksorokból a száramata emeletbeli üledékképződésre lehet következtetni.

### Miocén fejlődéstörténet

A medence területe a felső-krétától (szenon) a neogén bádeni emeletéig szárazulat volt. Az üledékképződés morfológiai keretei a fiatalabb stájer orogén fázis eseményei nyomán alakultak ki, az ekkor megkezdődött aljzatsüllyedés lényegében jelentősebb megszakítás nélkül a jelenkorig tart. A medence kialakulásával egyidejűleg az alsó-bádeniben erőteljes tengeri transzgresszió kezdődött meg és a terület részévé vált a sekély, szigettenger jellegű, kisebb szárazulatokkal tagolt, lazán összefüggő részmedencék rendszeréből álló üledékgyűjtőnek, a Középső-Paratethysnek. Az alsó-bádenit normál sósvízi körülmények és folyamatos transzgresszió jellemzi, amelynek fáciесеi időben és térben fokozatosan egymást követő, egymásra települt sorozatot alkotnak. Az alsó-bádeni rétegcsoport biosztratigráfiailag kielégítő módon korrelálható. Segítségét nyújt a rétegtani tájékozódásban az alsó-bádeni felső részén észlelhető max. néhány méter vastag riodacittufa, melynek kiszórási centruma jóval távolabb, feltételezhetően a Hajdúsági-medence területén lehetett.

Az alsó-/felső-bádeni határon kezdődött a felső-miocén egészére kiterjedő regionális regresszió. A lajtai orogén fázissal összefüggésben a Középső-Paratethys üledékgyűjtői rohamosan elvesztették mediterrán ősföldrajzi kapcsolataikat, majd a szarmata emelet elejétől a Pannon-medence izolálódott a Keleti-Paratethystől is, fejlődése önállósult.

A regresszió a vízmélység és a sótartalom csökkenésében, endemikus fauna kialakulásában nyilvánult meg. A süllyedés sebessége a felső-miocénben a medencerész területén jelentősen mérséklődött, a szarmata emelet végén a Békésgyulai süllyedés kivételével esetleg stagnált.

A pannóniai (s. I.) üledékképződési ciklust közvetlenül megelőzően, a szedi-mentációs ütem nagyon lecsökkent, sőt az üledékképződést több területrészen (vízalatti) lepusztulás váltotta fel; számos rétegsorban az alsó-pannóniai lerakódások alsó-bádeni képződmények felszínére következnek.



A medence mély, folyamatosan süllyedő DK-i részén feltételezhetően folyamatos az üledékfelhalmozódás a miocén során. A felső-miocénben a sótartalom csökkenése talán csak a felső-bádeniben érvényesült, a szarmatában – feltételezzük – a sótartalom emelkedését, amit esetleg a lokális izoláció idézett elő. Elképzelhető azonban az is, hogy nem hiperszalinitás, hanem egyszerűen rosszul szellőzöttség, pangó víz, euxin környezeti tényezők okozzák az ősmaradványmentes, pirites képződmények létrejöttét. Úgy látszik azonban, hogy a környezeti körülmények a felső-bádenitől az alsó-pannon elejéig hasonlóak voltak és a 3 millió év körüli időkeretet izopikus lerakódások töltik ki.

### A miocén képződmények szénhidrogén-földtani jelentősége. Szénhidrogén-előfordulások és indikációk a miocén összletben

A medence területén ismertek ipari értékű szénhidrogén-előfordulások és számos kutatófúrás miocén képződményei kivizsgálása során mutatkoztak szénhidrogénnyomok (3. ábra). A medence miocén képződményei tehát szénhidrogén-felhalmozódás és -tárolás szempontjából reményteljesnek tekinthetők. A csapdázódás és a csapdaképző elemek bonyolult kombinációi miatt a miocén tárolók kutatása várhatóan összetett feladatnak ígérkezik.

A dévaványai terület ÉK-i részén (Déva–3.) kőzetlisztes homokkőtárolóban gázcsapadéktelep ismert (5 mm-es fúvókán 54 100 m<sup>3</sup>/d éghető gáz és 73,4 m<sup>3</sup>/d csapadék).

Bádeni partszegélyi kavicsos homokkő éghető gázt tárol a Déva–3., és Déva–4. fúrásokban. Ez utóbbi rétegvizsgálata során 10 mm-es fúvókán 17 400 m<sup>3</sup>/d gáz, 1,68 m<sup>3</sup>/d csapadék és 4,08 m<sup>3</sup>/d víz volt a hozam.

A telepek litológiai, ill. sztratigráfiai csapdában alakultak ki.

A medence É-i szegélyén további és nagyobb jelentőségű szénhidrogén-előfordulás a *szeghalmi*. Itt a fő tárolórész a bádeni homokkő és konglomerátum (Halom–1. dúsgázsapkás kőolajtelep). A tároló hidrodinamikailag összefügg a repedezett preneogén alaphegységgel. A tároló 30%-át alkotja miocén durva törmelék és mészkő. A miocén tároló litológiai változékonysága 0,76.

*Endrőd* térségében a viszonylag vékony homokkő és konglomerátum kivizsgálásakor éghető gáznyomos sósvíz beáramlás volt több fúrásban tapasztalható. Beszáradt kőolajnyomok ismertek az En–7. és En–É–4. fúrások miocén rétegeiből (Gajdos I. – Pap S. – Szentgyörgyi M. 1982).

A *Gyoma–I.* fúrásban 3435–3450 m közötti homokkőből CO<sub>2</sub> gázos (0,9 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, olajnyomos sósvíz beáramlás történt.

A *Hunya–I.* fúrás miocén rétegei a rétegvizsgálat során éghető gáznyomos (éghető rész: 0,89 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) vízbeáramlást adtak.

Ugyancsak éghető gáznyomos (éghető rész: 0,93 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) vízbeáramlás volt a *Kondoros–I.* fúrás 3610–3620 m közötti, lyuktalpi nyitott szakaszából.

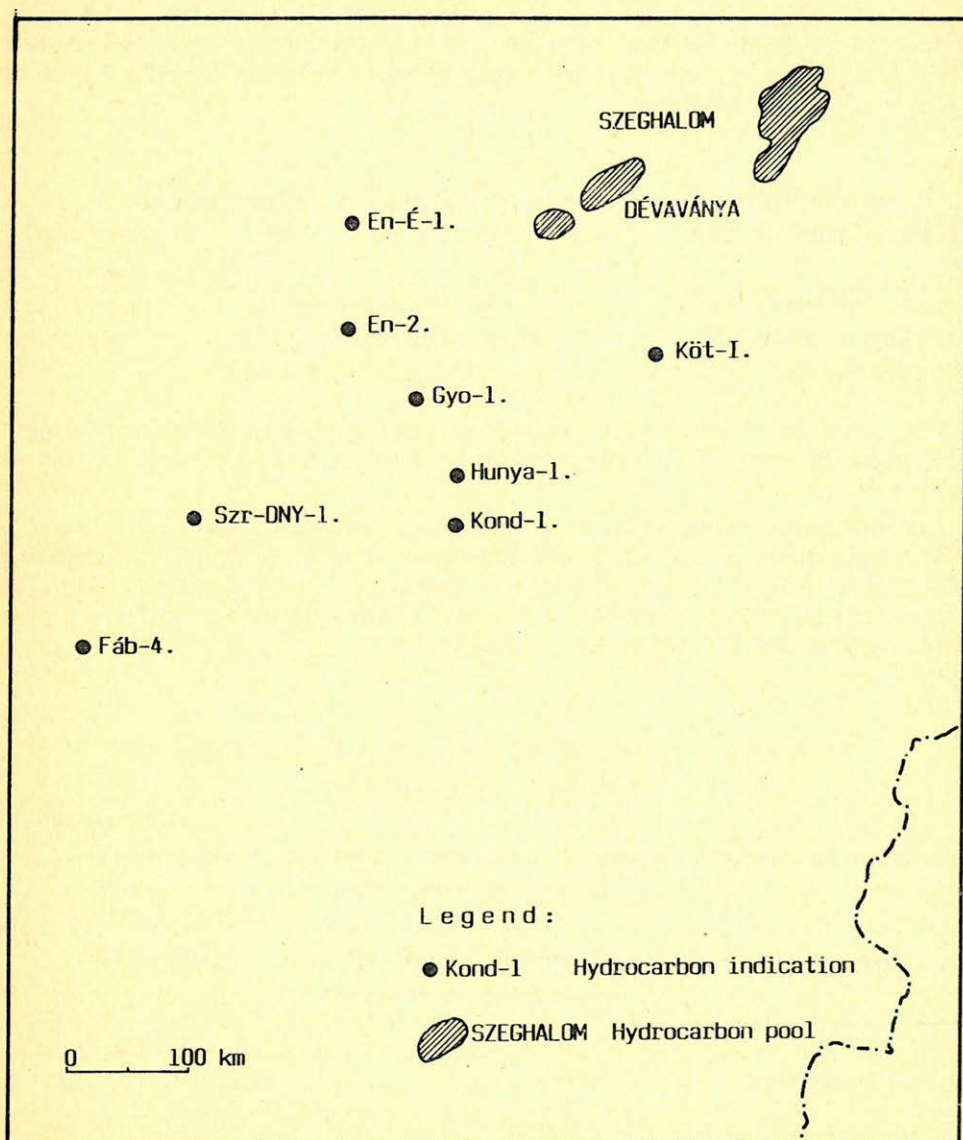
A *Köröstarcsa–I.* fúrásban a miocén sorozat tetején (3295–3302 m) evő mészkőből a rétegvizsgálat 44 000 m<sup>3</sup>/d éghető kevertgáz és 6 m<sup>3</sup>/d párlat beáramlást eredményezett.

A gáz 0,33 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> éghető szénhidrogént, 0,62 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>-ot és 0,045 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> N<sub>2</sub>-t tartalmazott.

A miocén összlet 3395–3401 m közötti szakaszából 3000 m<sup>3</sup>/d CO<sub>2</sub> és 76 m<sup>3</sup>/d vízbeáramlás történt a rétegvizsgálat során.



A *fábiánsebestyéni* területen korábban mélyített három fúrásában fúrás közben szénhidrogénnyomok mutatkoztak. A *Fáb-4.* fúrásban a 2955–2987 m mélységek között származó furadékminták acetone és ultraibolya vizsgálata pozitív volt. 2980–2988 m közötti szakaszon az öblítőiszapból leválasztott gáz kromatogramja szénhidrogénre utalt.



Geo 89/4-3

3. ábra. Szénhidrogén-előfordulások és indikációk a miocén képződményekben  
 Рис. 3. Месторождения углеводородов и индикации их в породах миоцена  
 Fig. 3. Hydrocarbon occurrences and indications in the Miocene deposits



## A miocén képződmények kőzetfizikai jellemzői

A miocén kőzetek tárolófizikai jellemzői elsősorban a feltárt telepek térségében ismertek, a medence különböző részein telepített kutatófúrásokból egyelőre csak szórványos információk állnak rendelkezésre. A nagyobb medencezegélyi előfordulások kőzetfizikai viszonyainak a medence belsejébe történő vetítésénél tekintetbe kell venni, hogy a miocén viszonylag egyöntetű litofációs öveget alkot, azzal azonban számolni kell, hogy a mélyebb medencerészben a kompaktió és a diagenetikus jelenségek a kisebb értékek irányába tolják el a kőzetfizikai paramétereket.

### Porozitás

A miocén tárolókőzetek (mátrix) porozitása 5,1–18,6% közötti. A kőzetmintákon mért porozitás főbb kőzettípusonként az alábbi (Szentgyörgyi M. 1987):

Törmelékes kőzetek:	2,5–15,9% (max. 29,6%)
Biogén mészkövek:	5,0–19,3% (max. 29,0%)
Aleurolitok:	1,1–8,3% (max. 5,1%)

A szeghalmi (Halom–1.) uralkodóan homokkőből és konglomerátumból álló tároló porozitás kőzettípusok szerinti eloszlását a 4. ábra mutatja be (Szentgyörgyi M. 1985, 1987).

A tároló átlagos porozitása – kútgeofizikai szelvényből számolva – 10,1%. A kőzetmintákon mért érték ennél magasabb; 12,9%. A tároló olajfázisában 6,5–19,4% (átlag: 14,2%), gázfázisban pedig 8,8–19,3% (átlagosan 12,4%) a porozitás. A különböző módszerrel mért porozitásadatokat a tároló és a nem tároló szakaszra a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A porozitás értékei különböző méréstípusok alapján a szeghalmi tárolóban  
Szentgyörgyi M. 1985, 1987 után

Таблица 2.

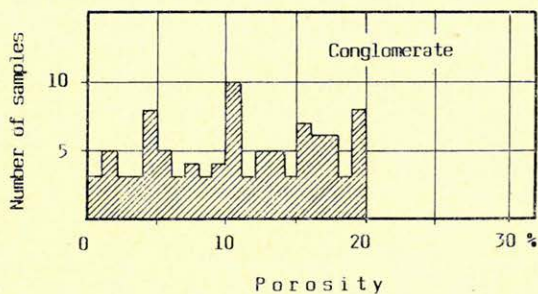
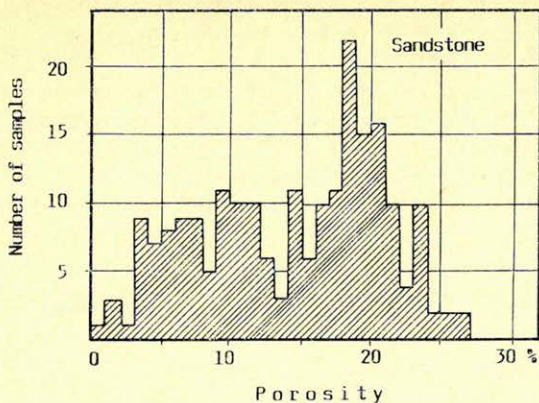
Значения пористости Сегхаломского коллектора на различных типах измерений  
(по М. Сентдёрди 1985, 1987 гг.)

Table 2.

Values of porosity based on different types of measurements in the Szeghalom field  
(after Szentgyörgyi M. 1985, 1987.)

Mérés módszere	Tároló		Nem tároló	
	Szélsőérték (%)	Átlag (%)	Szélsőérték (%)	Átlag (%)
Teljes szelvényű mintán . . . . .	0,34–25,80	(11,7)	0,07–16,88	(6,89)
Higanybesajtolással . . . . .	3,89–25,90	(13,7)	5,36–10,97	(7,10)
N <sub>2</sub> -árammal kismintán . . . . .	2,79–30,90	(14,7)	1,68–20,32	(11,27)
Centrifugával kismintán . . . . .	2,50–24,01	(15,0)	3,72–23,03	(15,65)
S z á m t a n i á t l a g . . . . .	13,57		11,94	





Geo 89/4-4

4. ábra. A porozitás eloszlása a szeghalmi tároló konglomerátum és homokkő rétegeiben (Szentgyörgyi M. 1985, 1987 után)

Рис. 4. Распределение пористости в пропластках конгломерата и песчаника Сегхаломского коллектора (по М. Сентдёрди 1985, 1987 гг.)

Fig. 4. The porosity distribution in sandstone and conglomerate part of Szeghalom reservoir (after Szentgyörgyi, M. 1985, 1987)

A dévaványai miocén kőzetlisztes homokkő tárolóból vett minta (Déva – 3. 2. magfúrás) porozitás 4–17% közötti értékeket mutat, a telep átlagporozitása 11%.

Mélyebb szerkezeti helyzetben feltárt miocén konglomerátum porozitása 2,01–4,96%, homokkőé pedig 8,78–9,06% közötti érték (Oros – 2. 2798–2870m).

Alacsony porozitás jellemzi a biogén mészköveket az eddig megismert előfordulásokban. A szeghalmi területen 9–10% porozitású a mészkő, a fábián-sebstyéni területen (Fáb – 4.) 1,4–2,0% közötti a kőzet mátrix porozitása.

#### Áteresztőképesség

A szeghalmi miocén telep tárolókőzetei 20%-ának kisebb az áteresztőképessége  $0,01 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$ -nél.

A tárolószakaszban ugyancsak 20% az ilyen alacsony áteresztőképesség-érték. A tárolóban a szélső értékek:  $0,01 - 2039 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$  (200 db mérés alapján)



az átlag:  $80 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ). A nem tároló szakaszból származó 96 db minta 30%-a gyakorlatilag impermeabilis. 68 db minta alapján az átlagos áteresztőképesség:  $19 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$  (Szentgyörgyi M. 1987.).

A nem tárolókból származó szórványos áteresztőképesség-adatok a miocén – főleg törmelékes – kőzetek kedvezőtlen tulajdonságaira világítanak rá. A Fáb – 4. fúrás mionén mészkő és homokkő rétegei  $0,001 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$  áteresztőképességűek, vízzel és petróleummal mérve egyaránt.

Az Oros – 2. fúrásban 2798 – 2870 m közti szakaszból származó minta homokkő részének vízszintes irányban mért permeabilitása  $2,14 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , függőleges irányban folyadékkal mérve  $1,59 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$ .

A konglomerátumból álló másik magrész áteresztőképességi adatai dinamikus kizorítás alapján:

$$k_{g\text{eff}} : 0,011 - 0,908 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$$

$$k_w : 0,009 - 0,474 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$$

$$k_{\text{petr.}} : 0,098 - 2,457 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$$

Dévaványai miocén kavicsos homokkőben  $0,07 - 182 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$ , kőzetlisztes, tömöttebb szakaszán  $0,009 - 122,3 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$  a kőzetmintán mért áteresztőképesség.

Az általában szélsőséges porozitás és permeabilitás értékkel rendelkező biogén mészkő kedvező kifejlődésére példa a Déva – 4. fúrás 2223 – 2252 m közti szakaszának alsó-bádeni bioklasztos kőzete. A 22,1 – 24,1% porozitású kőzet permeabilitása  $14,8 - 72 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$  közötti.

## IRODALOM

- Balogh K. – Pécskay Z. – Árváné Sós E. (1986): Kelet-Magyarország földtani fejlődéstörténetének pontosítása vulkanitok abszolút korának meghatározásával. – MTA ATOMKI jelentés
- Gajdos I. – Pap S. – Szentgyörgyi M. (1982): Észak-Békés szénhidrogén-kutatási eredményei és a továbbkutatás lehetőségei. – Földtani Kutatás, 25., pp. 32 – 48.
- Gajdos I. – Pap S. – Szentgyörgyi M. (1983): Exploration methodological results of the comprehensive hydrocarbon – geological interpretation of the North-Békés region – Acta Geol. Hung., 26., pp. 251 – 275.
- Hámor G. (1983): The quantitative methods of palaeogeographical reconstruction – MÁFI Special Papers, 2. p. 69.
- Hámor G. et al. (1987): The bio-, litho- and chronostratigraphy of the Hungarian Miocene. – MÁFI Évkönyve, 70. pp. 351 – 354.
- Hámor G. et al. (1987): Dating of Miocene acid intermediate volcanic activity in Hungary. – MÁFI Évkönyv, 70. pp. 149 – 154.
- Hámor G. et al. (1985): The biostratigraphy of the Hungarian Miocene. – Abstracts of VIIIth Congr. of RCMNS, pp. 252 – 256.
- Steininger, F. et al. (1985): Neogene of the Mediterranean Tethys and Paratethys. – IGCP, №25 Project, Vienna.
- Szentgyörgyi, K. (1978): The Sarmatian Formations in the Tiszántúl area (East-Hungary) and their Stratigraphic Position. – Acta Miner. – Petr. Szeged, 23. pp. 279 – 297.
- Szentgyörgyi, K. (1981): A preneogén aljzat és a miocén képződmények regionális mélyföldtani vizsgálata a Tiszántúl középső zónájában. – Kézirat, kutatási jelentés OKGT részére, p. 72.
- Szentgyörgyi, K. (1983): Lithostratigraphic Units of the Epicontinental Senonian in the Great Plain. – Acta Geol. Hung., 26. (3 – 4) pp. 197 – 211.
- Szentgyörgyi, M. (1985): Miocene Hydrocarbon Reservoirs and Pools in the Eastern Part of Hungary. – Abstr. VIIIth CRMNS Congr. Symp. on European Late cenozoic Miner Resources.
- Szentgyörgyi, M. (1987): Miocene hydrocarbon reservoirs and pools in eastern Hungary. – Ann. Inst. Geol. Publ. Hung., LXX., pp. 645 – 652.



## A Békési-medence pannóniai s. l. üledékösszletének rétegtani viszonyai

K. JUHÁSZ GYÖRGY<sup>1</sup>, MOLENAAR C. M<sup>2</sup>, BÉRCZI ISTVÁN<sup>1</sup>,  
RÉVÉSZ ISTVÁN<sup>1</sup>, KOVÁCS ANDRÁS<sup>3</sup> SZANYI BÉLA<sup>4</sup>

A Békési-medence komplex feldolgozásában jelentős szerepet kap az a törekvés, amely megpróbálja korrelálni a szedimentológiai, litosztratigráfiai és szeizmosztratigráfiai feldolgozásokból nyert információkat. Jelen munka mindezek segítségével megpróbálja fölvázolni azt a sztratigráfiai keretet, amely megvilágítja a pannóniai s. l. üledékösszlet főbb jellegzetességeit, törvényszerűségeit a kutatási területen, különös tekintettel a szénhidrogén-kutatásban fontos csapdázódási lehetőségekre, a homokkő fáciesek eloszlására, kiterjedésére.

В комплексной обработке данных по Бекешскому бассейну важную роль играет стремление найти корреляцию информации седиментологического, литостратиграфического и сейсмостратиграфического анализа. С помощью этой информации настоящая работа представляет ту стратиграфическую основу, которая осветит главные характерные особенности паннонской осадочной толщи, закономерности разведочной территории, обращая особое внимание на важные в разведке углеводородов возможности образования ловушек и условия распределения и размещения песчаниковых фаций.

The investigation which tries to correlate the lithostratigraphic, seismic stratigraphic and sedimentological informations, plays an important role in the complex analysis of the Békés basin. This paper describes the stratigraphic framework of the basin, which sketches out the main characteristic features and regularities of the Pannonian s. l. sedimentary sequence, with special regard to the sandstone facies distribution and entrapment perspectives within the hydrocarbon exploration.

### Bevezetés

A Békési-medence, amely a Pannon-medence DK-i részén helyezkedik el, egy óharmadidőszaki süllyedék, amelyet több mint 6500 m vastag neogén törmelékes üledéksor tölt ki. (1. ábra) Ez az összlet a medenceperemeken körben szerkezeti típusú szénhidrogéncsapdákat tartalmaz. A DK-alföldi pannon sorozat általános rétegtani és szeizmikus jellemzőit tárgyalja számos korábban megjelent tanulmány Jámbor et al. (1987), Pogácsás – Révész (1987), Pogácsás (1987). Jelen munka a Békési-medence kőzeteinek rétegtani, ősföldrajzi kereteivel, a homokkőfáciesek térbeli eloszlásával foglalkozik, szeizmikus és földtani szelvények korrelálásának segítségével.

A pannon sorozat üledékképződési környezetei a mélymedencebelitől a medencelejtőn keresztül a sekélytavi és deltasíkság környezetekig változnak, az üledéksort alluviális síkságüledékek zárják. Az üledéksor lényegében egy üledékképződési ciklust képvisel. E hatalmas üledéktömeg lerakódásában döntő szerepet azok a delta-rendszerek játszottak, amelyek ÉNy-i és ÉK-i irányból gyors progradációval érték el a medence területét. Ennek következtében a különböző fáciesek nagymértékben diakrónok. A gyors felhalmozódás és a tavi leülepedési környezet miatt azok a korábbi próbálkozások, amelyek megkísérelték a vastag üledékes összlet biosztratigráfiai zónákra való tagolását, sikertelennek bizonyultak. A rendelkezésre álló nagy mennyiségű sok csatornás

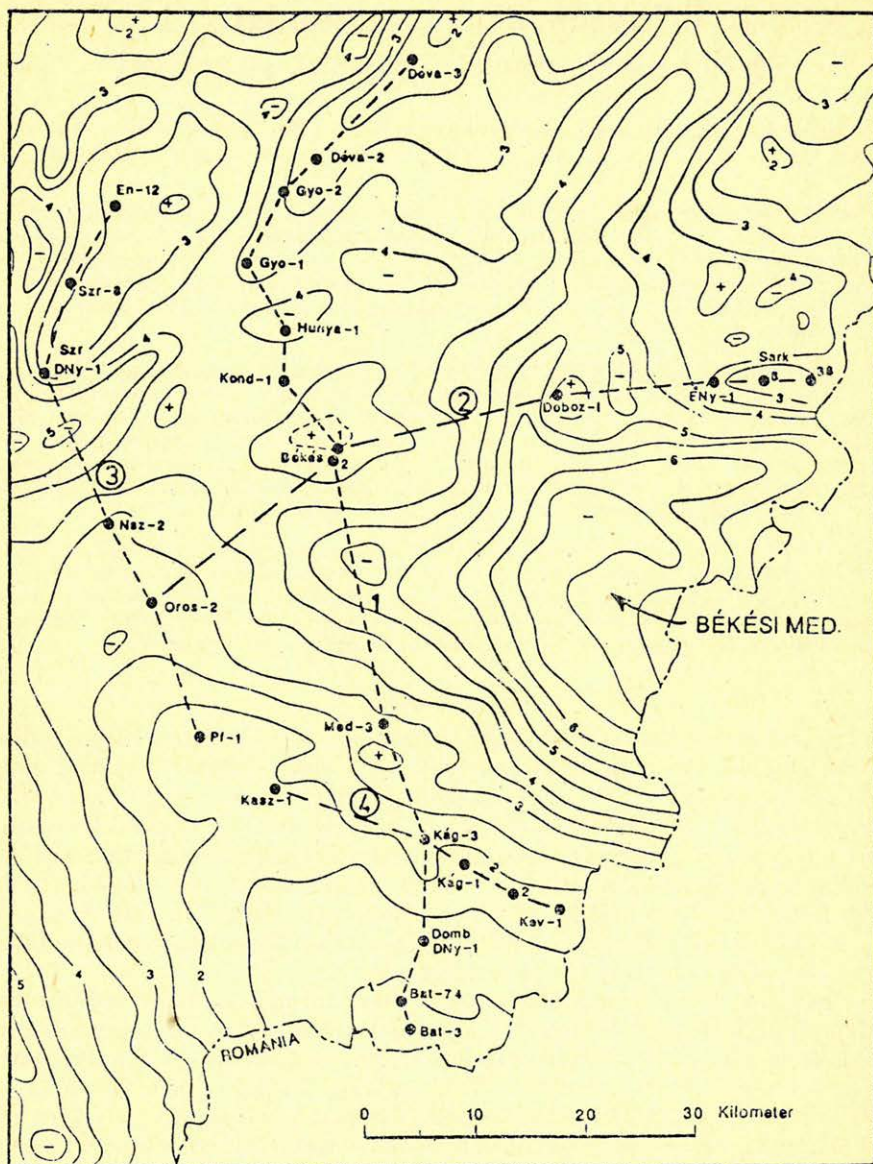
<sup>1</sup> Magyar Szénhidrogénipari Kutató-Fejlesztő Intézet, 2443 Százhalombatta, Pf. 32.

<sup>2</sup> U. S. Geological Survey, Box 25046, MS 940, Denver, Colorado.

<sup>3</sup> Kőolajkutató Vállalat, 5001 Szolnok, Munkásőr út 43.

<sup>4</sup> Geofizikai Kutató Vállalat 1068 Budapest Gorkij fs. 42.





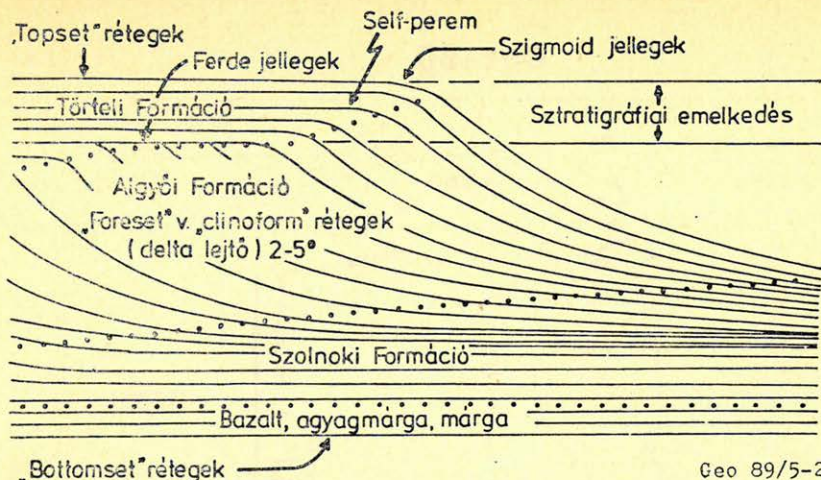
Geo 89/5-1

1. ábra. A Békési-medence pannonai s. l. összetének vastagságtérképe. (Az értékek km-ben).  
A szaggatott vonalak a közölt szelvények nyomvonalait jelzik

Рис. 1. Карта мощности пannonской толщи в Бекешском бассейне (значения в км).  
Штриховые линии показывают расположение представленных профилей

Fig. 1. Isopach map of the Pannonian s. l. sedimentary sequence in the Békés basin (values in km)  
Dashed lines are directions of cross sections





2. ábra. A szeizmikus reflexiók, a leülepedési körülmények és a litosztratigráfiai egységek kapcsolatának sematikus ábrázolása

Рис. 2. Схематическое изображение связи между сейсмическими отражающими горизонтами, условиями осадконакопления и литостратиграфическими единицами

Fig. 2. Schematic diagram showing the relationship between the lithostratigraphic units and the depositional patterns indicated by seismic reflections

CDP szeizmikus adat azonban lehetővé teszi a kutak között a szeizmikus időszelvények korrelálását és információkkal szolgál a leülepedési környezetek térbeli kiterjedésére vonatkozóan.

A területről 21 darab geológiai szelvény készült, amelyek behálózzák az egész Békési-medencét, de fúrásos adatok főleg a medenceperemi zónákról álltak rendelkezésre. A szelvényeken elkészült a pannóniai s. 1. sorozat litosztratigráfiai tagolása, a különböző leülepedési környezetek azonosítása. Ezenkívül, a peremi területeken, ahol a fúrásúrúség ezt lehetővé tette, a különböző genetikájú homokhótestek szelvényalakozása (elektrofációs elemzése), és korrelációja ezek térbeli eloszlására, kiterjedésére enged következtetni. (3–6. ábra)

A pannon sorozat rétegtani kereteit ábráztuk 4 kereszt-szelvényen, melyeken a karotázs és geológiai értelmezés adatait összevetettük a szeizmikus szelvények adataival. (9–12. ábra).

A laterális sebességváltozások miatt fontos, hogy a kutak és a szeizmikus reflexiók korrelálásához megbízható sebességadatokat álljanak rendelkezésünkre. Az ábrázolt szelvényeken 12 fúrásban mért sebességadatokat használtunk fel, így maximum 50 m lehet az idő és mélységvonalak eltérése. Ezek a szelvények adják azt a rétegtani keretet, amely az egész medence geológiai felépítésére jellemző.

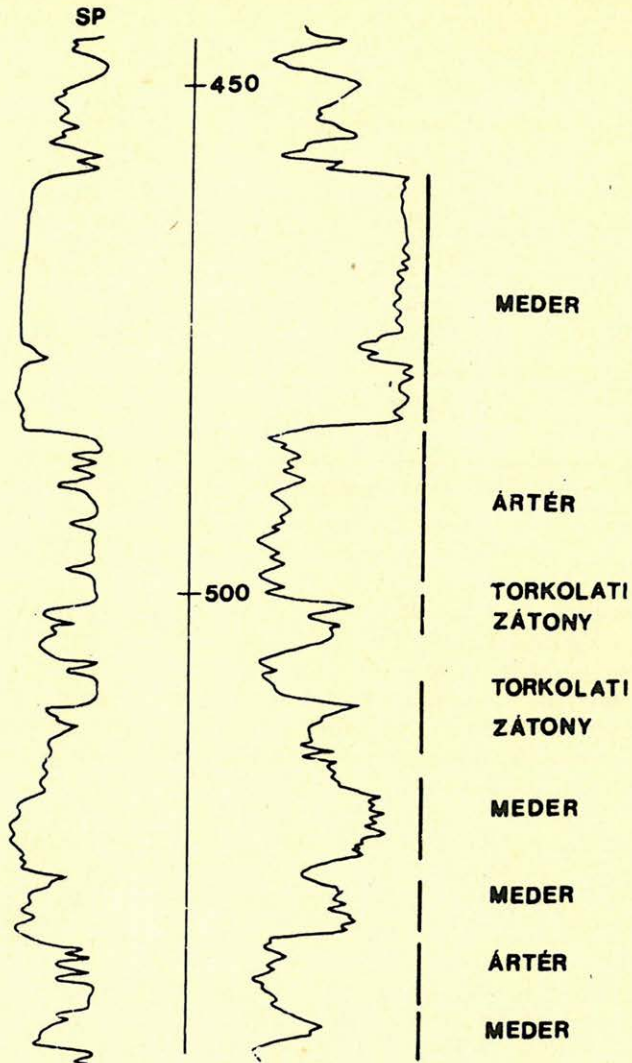
### A pannóniai s. 1. összlet üledékképződési viszonyai

A kutatási terület üledékképződési viszonyainak tisztázása a karotázs adatok, a geológiai információk, valamint a szeizmikus szelvények komplex feldolgozásával történt.

A felhalmozási környezetek, litosztratigráfiai egységek jól megfeleltethetők az egymástól jellegükben különböző szeizmikus reflexiók egységeivel. Ezért a szeizmikus jellegek tárgyalásával kezdjük jelen tanulmányunkat.



## Bat - 60



### LEÜLEPEDÉSI EGYSÉGEK, DELTA SÍK

Geo 89/5-3

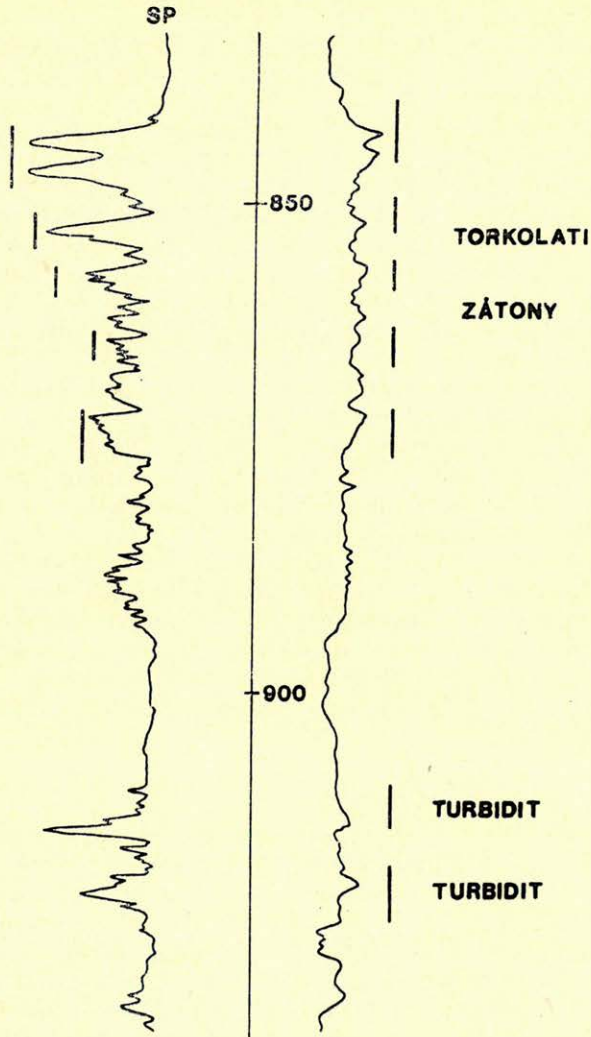
3. ábra. A deltasíkság leülepedési egységeinek jellegzetes karotázsszelvény alakjai (SP és ellenállás görbék)

Рис. 3. Характерные для отложений равнины дельты формы каротажных кривых (ПС и сопротивления)

Fig. 3. Typical well log shapes in the delta plain (SP and resist.)



## Bat-60



### TORKOLATI ZÁTONYSOR + TURBIDIT

Geo 89/5-4

4. ábra. Torkolati zátony és turbidit üledékritmusok a delta front-delta lejtő környezetében (SP és ellenálás görbék)

Рис. 4. Ритмы осадконакопления отмелей устья дельты и турбидитов в условиях фронта и склона дельты (кривые ПС и сопротивления)

Fig. 4. Mouth bar and turbidite deposits in the delta front and delta slope environments (SP and resistivity)



A szeizmikus szelvények reflexiói majdnem mindig időfelületet jelentenek. A Békési-medencében a reflexiók három vertikálisan elkülönülő csoportra oszthatók, melyek a – megfelelő magyar terminológia híján – “topset”, “foreset” és “bottomset” rétegek. (2. ábra).

A három fő reflexiós csoport mindegyike olyan jellegzetességeket tartalmaz, melyek a geológiai adatokkal való korreláció alapján litológiához vagy leülepedési környezethez köthetők.

“Topset” reflexiók (sekélytavi, deltasíkság, alluviális síkságüledékek).

A “topset” reflexiók 1000–2000 m (1000–1900 ms beérkezési idő) vastag szelvényének alsó 300–450 m-e (200–300 ms) általában közepesen nagy amplitúdójú, és közepesen folytonos reflexiókból áll. A karotázs szelvényeken ez az összlet homokkő és agyagmárga sűrű változásából áll, melyben az egyes homokkőtestek 10–50 m vastagok. A rétegsorban a homokkő üledékek dominálnak. Az összlet deltasíkság, deltafront, illetve sekélytavi fáciesű, amely torkolati zátonyokat, medencekitöltést, illetve elosztócsatorna homokkő üledékritmusokat tartalmaz. (3–4. ábra)

E sorozat fölötti reflexiók folytonosabbak, közepes és változó amplitúdójúak, sok közülük buckás-hullámos megjelenésű. A karotázs szelvények alapján a rétegsor igen sűrűn rétegzett, vékonypados, a vastagabb homokkő-betelepülések száma és vastagsága erősen lecsökken, maximum 5–10 m lehet. Ez az összlet delta háttér vagy alluviális síkság üledékeket tartalmaz. Szárazföldi mocsári üledékek jelenléte is valószínű.

A “topset” reflexiók az ún. felső-pannóniai üledékeket reprezentálják, melyek fölfelé haladva a következő formációkra tagolhatók: Törteli, Zagyvai és Nagyalföldi Formáció. Ezen formációk szeizmikus elkülönítése gyakorlatilag megoldhatatlan. Miként a 9–12. ábrán láthatók, ezen egységek kapcsolata nem mutat szükségképpen progradáló fáciesre utaló jegyeket.

A topset reflexiók a Szalay–Szentgyörgyi-féle (1979) Pa<sub>2</sub> litogenetikai egységeket képviselik.

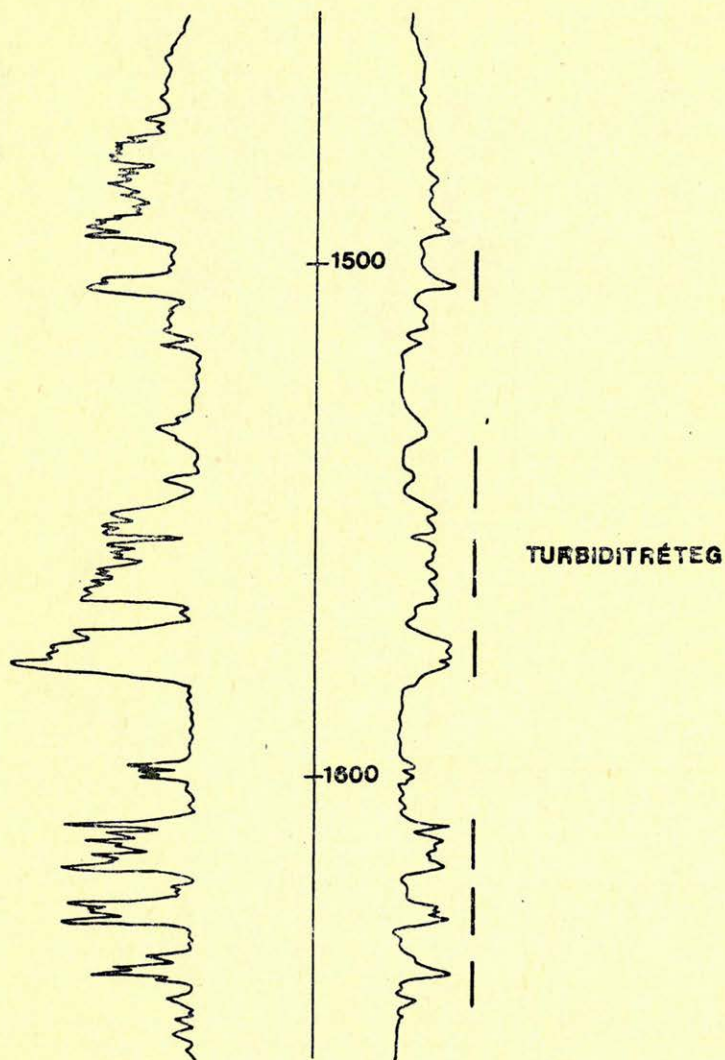
### “Cliniform” (deltalejtő) reflexiók

A cliniform vagy deltalejtő reflexiócsomagok a 300–600 ms (500–900 m vastag) beérkezési időintervallumot fedik le. A vékonyabb intervallumok az aljzat kiemelkedésein jelennek meg, vastagságuk tehát az aljzatomorfológiához kapcsolódik. Ezek a reflexiók közepes, illetve alacsony amplitúdójúak, a folytonostól a kaotikusig változhatnak. A felhalmozódási iránnyal közel párhuzamos szelvényeken határozott dőléssel jelentkeznek a cliniformok. A felhalmozódásra merőleges szelvényeken a reflexiók közel párhuzamosak a fedő “topset” és a fekü “bottomset” rétegekkel. Jellegük szerint nem folytonos, hullámos-buckás reflexiók. A “cliniform” rétegek meredeksége főnről lefelé csökken, és fokozatosan simulnak az alattuk levő bottomset reflexiókba.

Karotázs szelvények alapján az összlet élesen elkülönül a föltte levő képződményektől. A felső határ (L<sub>1</sub> marker) mélységének szintvonalas térképe látható a 7. ábrán. A medence nagy részén az agyagos kifejlődés dominál a rétegekben, amelyekbe csak ritkán települnek vékonyabb-vastagabb, általában turbidit genetikájú homokkőtestek. Néhány területen azonban, mint például Szarvas, ill. Pusztaföldvár, vagyis főleg az alaphegységi kiemelkedések fölött, ezen deltalejtő-képződmények is erősen homokos kifejlődésűek, vízalatti meder (Szarvas), ill. turbidit homokkő üledékritmusok (5. ábra). Ez utóbbiak főleg az összlet alsó részén jelennek meg.



Pf-22



## TURBIDITTESTEK, DELTA LEJTŐ

Geo 89/5-5

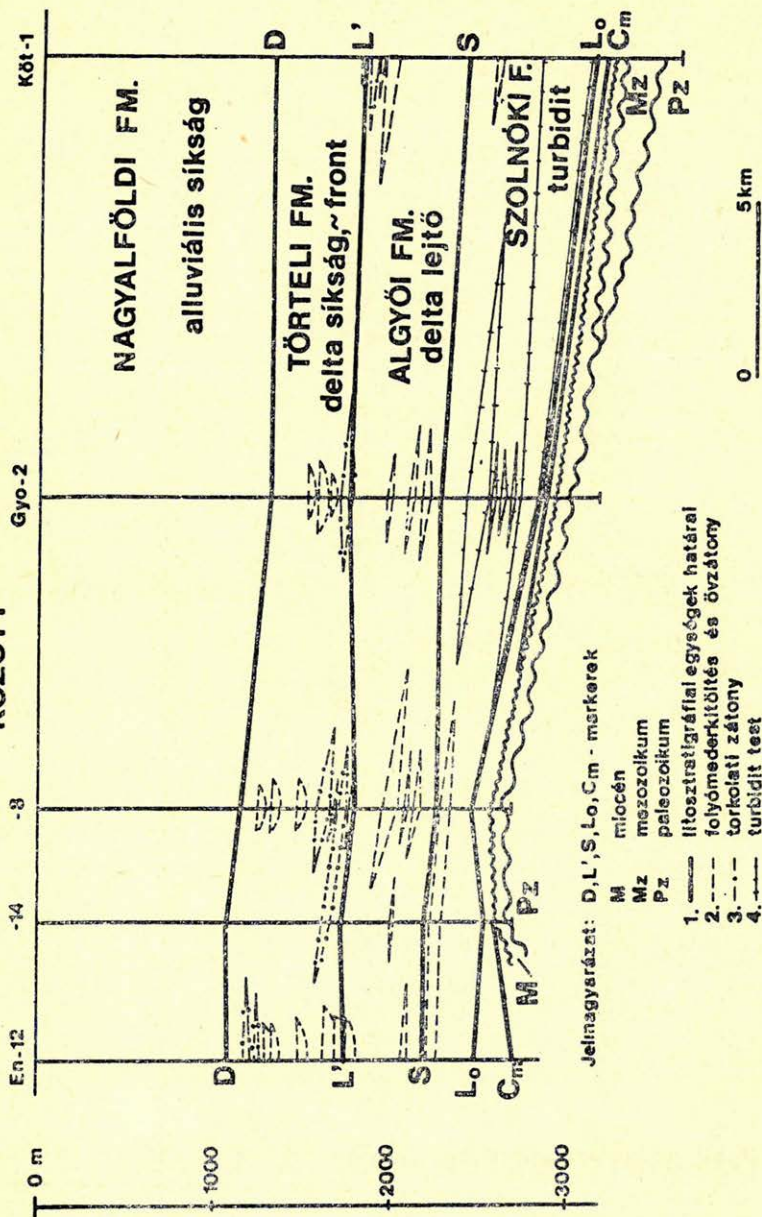
5. ábra. Turbidittestek a deltalejtő lábánál

Рис. 5. Турбидитные тела у подножья склона дельты

Fig. 5. Turbidites at the bottom of the slope



VÁZLATOS SZEDIMENTOLÓGIAI SZELVÉNY ENDRÓD – KÖRÖSTARCSA  
KÖZÖTT



6. ábra. Vázlatos szedimentológiai szelvény Endrőd – Köröstarcsa között

Рис. 6. Схематический седиментологический профиль между Эндрөдом и Көрөштárcsа

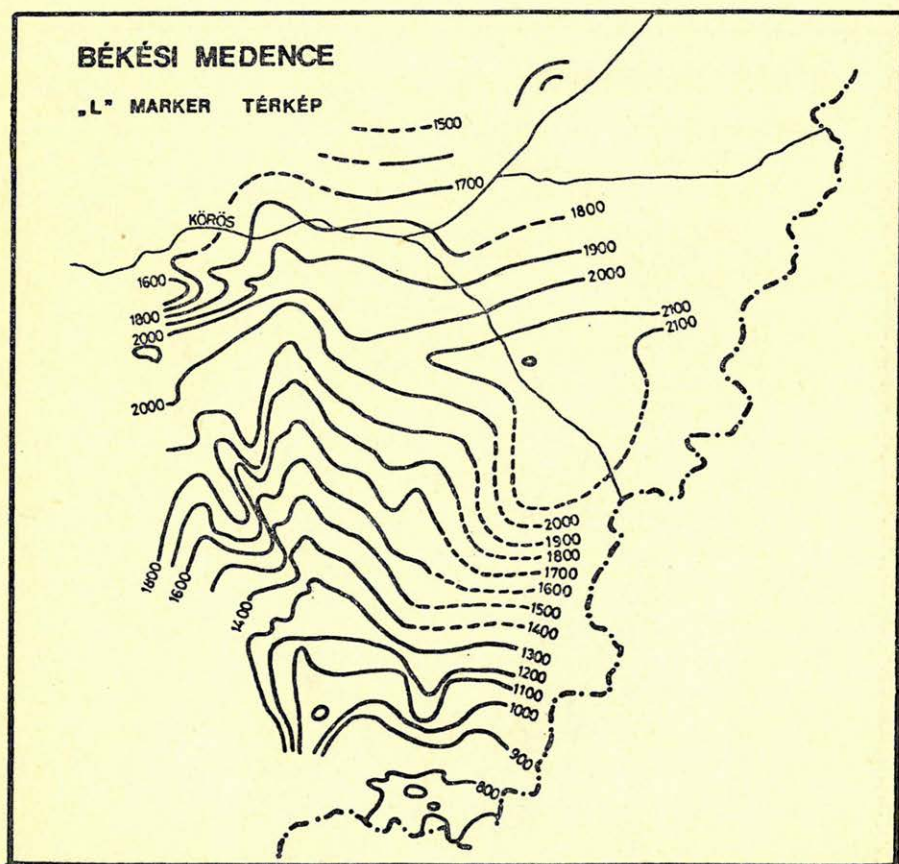
Fig. 6. Sedimentological cross section between Endrőd and Köröstarcsa



A "clinoform" rétegek tehát a deltalejtő túlnyomóan agyagos képződményeit foglalják magukba. A meredek lejtőkön a homokkő üledékek mobilizálódtak, és a lejtő alján halmozódtak fel. A kaotikus vagy szakadozott reflexiók a lecsúszott üledékekkel azonosíthatók.

A "clinoform" egység tehát az Algyői Formáció képződményeit foglalja magába, amely a Pannóniai s. str. felső részén helyezkedik el. Ez az egység megfelel a Szalay – Szentgyörgyi-féle (1979) litogenetikai osztályozás Pa<sub>1</sub> egységének.

Sok helyen a reflexiók hirtelen változást mutatnak a felső "topset" rétegektől az alatta levő "foreset" rétegekig. Ez a típusú bélyeg az ún. ferde (oblique) progradációs konfiguráció és a delta gyors kiépülését reprezentálja. (Mitchum and others, 1977. p. 128). A Békési-medencében mindkét konfiguráció jellemző.



Geo 89/5-7

7. ábra. Az Algyői Formáció tetőtérképe (L' marker)

Рис. 7. Карта кровли Алдейской Формации (маркер Г)

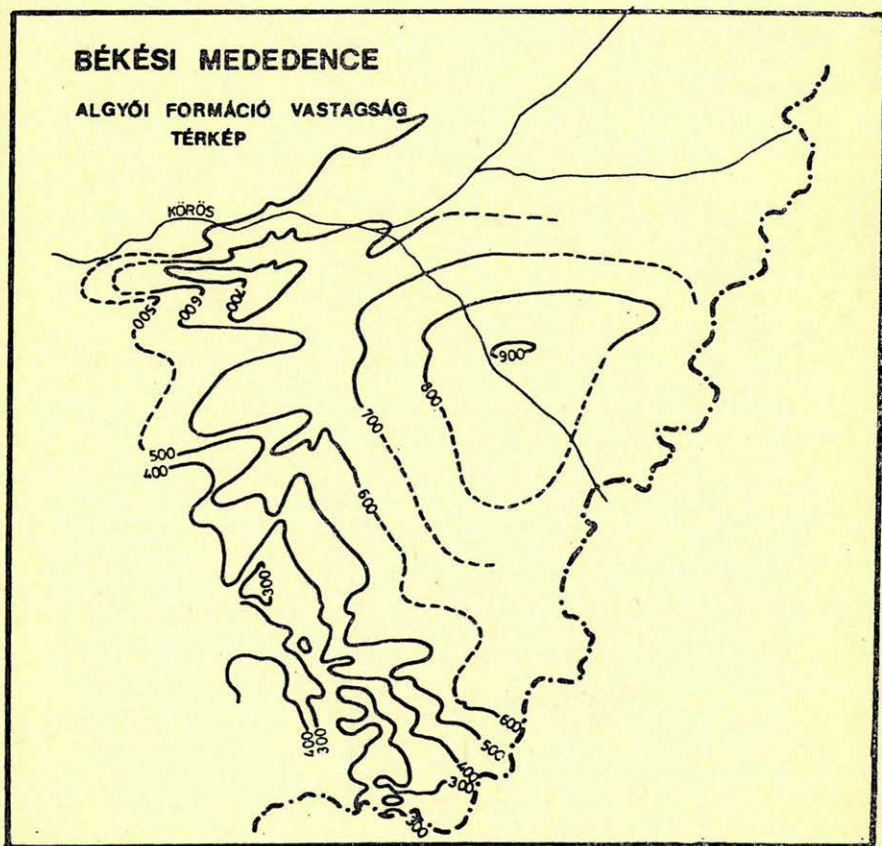
Fig. 7. Contour map of the L' marker, top of Algyó Formation

## A selfperem jelentősége

A "topset"-ből a "clinoform" reflexiókba való átmenet helye az ún. selfperem. Ez a hatás azért jelentős, mert a selfperem vízmélységfüggő, ezenkívül nagy valószínűséggel függ a víztest hullámzási és áramlási energiájától. A beltóban levő korlátozott széljártástól és egyéb áramlások hiányából következően, a Pannon tenger self pereme nem lehetett nagyobb 35 m-nél. A selfperem a sekélytavi és felszíni körülmények között képződött üledékeket (Törteli Formáció) választja el a vízalatti partközeli és mélyebb medencebéli lerakódásoktól (Algyői Formáció).

A selfperem fölötti homokkőtestek leülepedése folyókban vagy egyéb medrekben a vonzó áramlások hatására, ill. sekélytavi környezetben torkolati zátonyként és lepelhomokkőként történt.

A clinoform alatti homokok csúszás, suvadás, rogyás, ill. turbiditáramlások formájában ülepedtek le. Így a selfperem alatti és fölötti homokkőtestek geometriája igen eltérő lehet.



Geo 89/5-8

8. ábra. Algyői Formáció vastagságtérkép

Рис. 8. Карта мощности Аллэйской Формации

Fig. 8. Isopach map of Algyő Formation



A szeizmikus szelvényeken kijelölt selfperem a Törteli Formáció aljával (ill. Algyői Formáció tetejével, azaz L'markerrel) azonosítható a vizsgált fúrásokban, ill. kevéssel az alatt helyezkedik el (az L'marker térképe látható a 7. ábrán). Az eltérés azzal magyarázható, hogy az átmenet a két környezet között fokozatos, a karotázs görbéken nem jelölhető ki egyértelműen pontos határ, de előfordulhat, hogy a karotázs görbék minősége, ill. a selfperem fölötti self-agyagnak a normálnál vastagabb kifejlődése okozza az eltérést.

A mélyzónák irányában a clinoforrétegek vastagodása (8. ábra), ill. a selfperem „emelkedése” figyelhető meg, ezt sztratigráfiai emelkedésnek nevezzük. Ez valójában nagyobb vízmélységet és aljzatsüllyedést jelent. A hirtelen éles emelkedések kisebb transzgressziót jelezhetnek. Ezek a változások megfigyelhetők a formációhatárok tekintetében is, megerősítve ezzel azok diakrón jellegét. (9–12. ábra)

A tengerektől eltérően a tó szintje egy telítési ponttal kontrollált (hacsak nem teljesen zárt), amit befolyásol az erózió, a helyi tektonikai események, vulkáni tevékenység vagy akár az üledékzátanyok kialakulása is. További tényezőkként említhetők a tektonikus, ill. klimatikus változások a vízgyűjtőben, vagy a nagy tömegű törmelékes beáramlás a medencékbe. A vízszint tehát sok, egymástól függő vagy független tényező függvényeként alakul ki, és az idővel változik.

### *Vízmélységmérések*

A clinoforréflexió felső része általában a legmeredekebb. Néhány mérés azt mutatja, hogy a legnagyobb dőlés ma 3–4,5° körül van. A kompaktiót is figyelembe véve azonban az eredeti dőlés ennél egy vagy több fokkal nagyobb lehetett.

A „clinoforrétegek szintkülönbsége azt a vízmélységet indikálja, amelyben a delta progradált. Méréseket végezve a szeizmikus szelvényeken, a legvastagabb clinoforréteg 475 m volt. Bekalkulálva a kompaktiót és a selfperem fölötti vízmélységet, megállapítható, hogy a vízmélység valószínűleg meghaladta az 500 m-t, a mélyebb zónákban 600 m-t is elérhette.

A medence mélyebb zónáiban elhelyezkedő turbiditek és bazális márga leülepedésének idején a vízmélység ennél jóval nagyobb lehetett, de ennek meghatározása nem áll módunkban. Ezen rétegek „clinoforrétegeinek” helye a Békési-medencén kívül, attól északra található.

A deltalejtő fáciesű Algyői Formáció (amely nagyjából megegyezik a „clinoforrétegekkel”) vastagságtérképe látható a 8. ábrán, amely így a delta progradáció időszakában jellemző mindenkori vízmélység térbeli eloszlására utal.

### *Bottomset reflexiók (mélymedence fácies, turbiditek)*

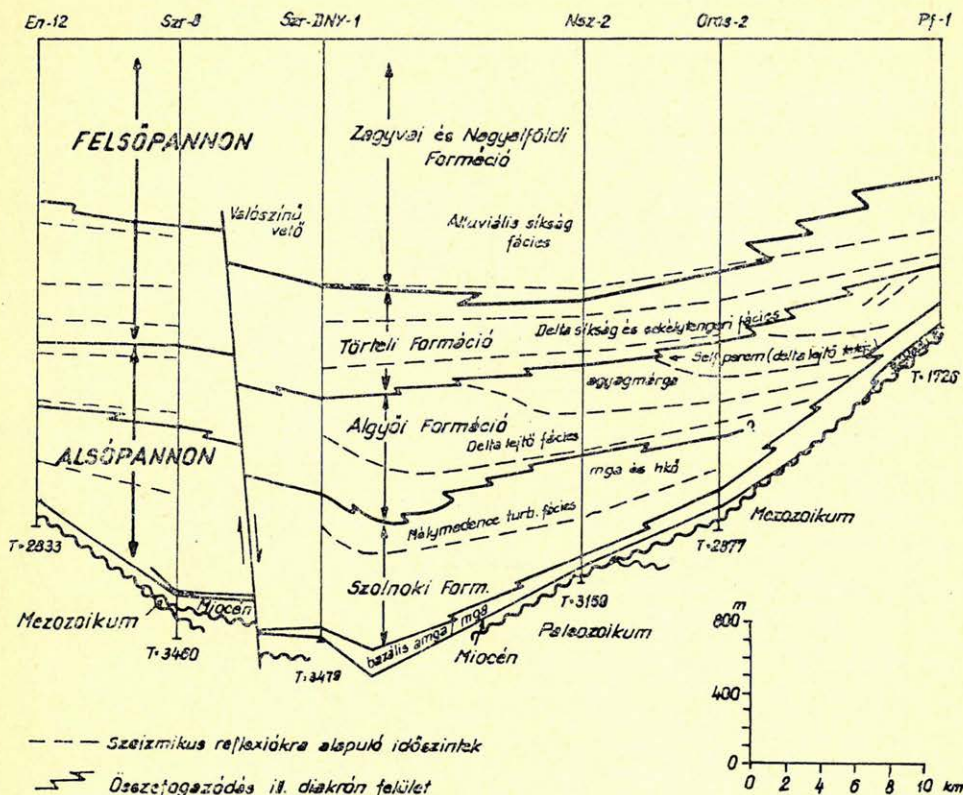
A „bottomset” reflexiók a karotázsszelvények és a geológiai értelmezés alapján a mélymedencebeli turbidit képződményeknek feleltethetők meg. Ezen összlet vastagsága a fúrások adatai szerint 0–1200 m között változik. A szerkezeti magaslatok irányában elvékonyodik, ill. kiékelődik. Legvastagabb a mélyzónákban, ahol azonban fúrással még nem tárták fel. Ebben a tartományban a reflexiók párhuzamosak, amplitúdójuk a kicsitől a nagyig változhat, és bár az amplitúdó változik, több kilométer távolságon nyomon követhetők.

A sorozat legalsó része rendszerint egy vagy két nagy amplitúdójú reflexióból áll, amelyet általában agyagmárga, márga épít fel. Ez azonosítható a Nagyköri









Geo 89/5-10

10. ábra. A lito- és szeizmosztratigráfiai, valamint a fáciesviszonyok alakulása a Békési-medence különböző területein

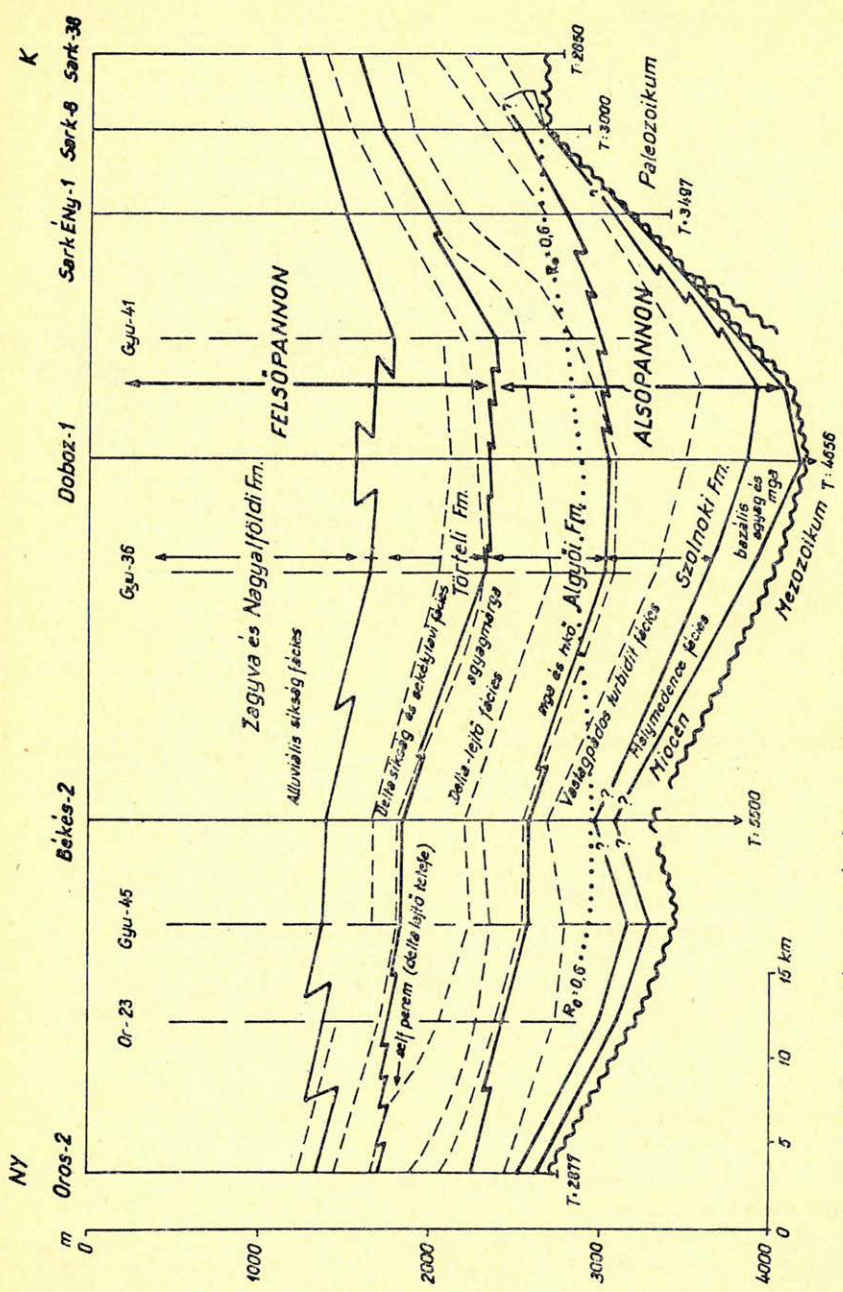
Рис. 10. Лито-, сейсмоstrатиграфические и фациальные условия в различных частях Бекешского бассейна

Fig. 10. Cross sections across the different parts of the Békés basin, showing depositional relations of the Pannonian s. 1. sequence (lines in fig. 1), on the basis of time lines (dashed) and diachronous contact

vagy a Tótkomlói Formáció mélyvízi üledékeivel. Vastagsága 50–300 m közötti lehet.

Az e fölött települő "bottomset" reflexiók alacsony amplitúdójúak az alsó, nagyobb amplitúdójúak a felső részen.

A karotázsszelvények alapján ez az összlet egy homokkő és agyagmarga váltakozásából álló turbiditosorozat, amelyben a homokkő részaránya 50–70%, az egyes homokkőtestek vastagsága pedig 10–30 m között váltakozik. E homokkőpadokat vékony, többnyire finomszemcsés homokkőcsíkok építik fel. (ld. Révész – Phillips, jelen kötet).



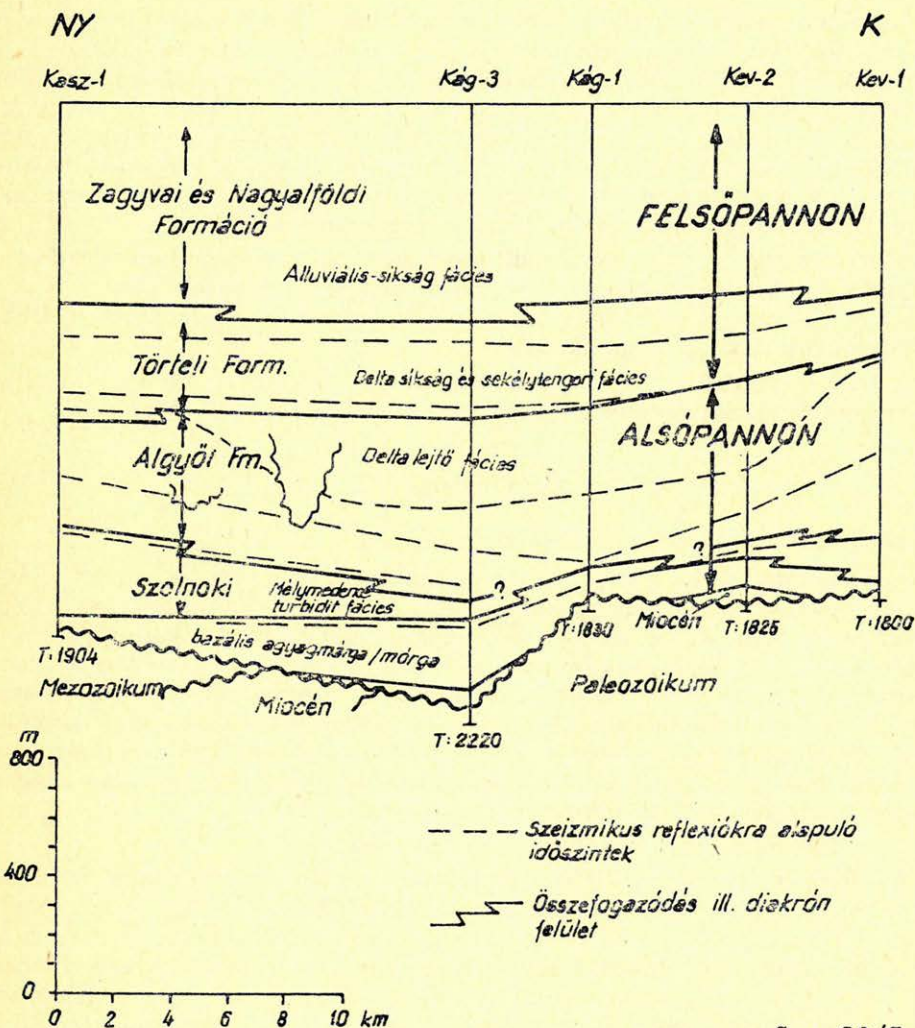
Geo 89/5-11

11. ábra. A lito- és szeizmosztratiográfiai, valamint a fáciesviszonyok alakulása a Békési-medence különböző területein  
 Рус. Лито-, сейсмостратиграфические и фациальные условия в различных частях Бекешского бассейна  
 Fig. 11. Cross sections across the different parts of the Békés basin, showing depositional relations of the Pannonian s. l. sequences (lines in fig. 1), on the basis of time lines (dashed) and diachronous contact



A turbiditek proximális és disztális prodelte képződményei a Szolnoki Formációba sorolhatók. A formáció vastagsága a kutatás területen eléri a 900 m-t, de ezt meg is haladhatja a fúrással fel nem tért részekben. (6., 9–12. ábra)

A homokkövek a karotázsszelvényeken nagy ellenállásúak, a rétegvizsgálatok és magvizsgálatok azonban azt igazolják, hogy a porozitás és permeabilitás értékek kicsik, kis mennyiségű vízbeáramlás és gáznyomok jellemzik az esetek túlnyomó részében.



12. ábra. A lito- és szeizmosztratigráfiai, valamint a fáciesviszonyok alakulása a Békési-medence különböző területein

Рис. 12. Лито-, сейсмостратиграфические и фациальные условия в различных частях Бекешского бассейна

Fig. 12. Cross sections across the different parts of the Békés basin, showing depositional relations of the Pannonian s. 1. sequence (lines in fig. 1), on the basis of time lines (dashed) and diachronous contact



## *Bazális agyagmárga, márgaképződmények*

A bazális agyagmárga, márga jelentősége a szénhidrogén-képződés szempontjából igen nagy, mivel jó olajgeneráló anyag-kőzet. Ez az egység is diakrón, és megtalálható az alaphegységi kiemelkedések tetőzónájában is. Azokon a területeken, ahol a Szolnoki Formáció kiékelődik és a bazális márga összletre közvetlenül a delta lejtő fáciesű üledékek települnek, a karotázsszelvényeken elkülönítésük nem megoldható.

A pannon üledékképződés kezdetekor az üledékek karbonáttartalma magas volt, az Alföld nagy részén mészmárga, márgaképződés indult meg. (Tótkomlói Mészmárga Formáció) fölfelé haladva a rétegsorban azonban a karbonáttartalom fokozatosan csökkenő tendenciát mutat, az agyagmárga üledékek dominálnak. (Nagykőrüi Formáció). A medence mélyebb részein a mészmárga, márga kőzetek színe fekete, amely sz oxigénszegény cirkulációmentes euxin környezet következménye, míg a kiemeltebb területeken, a sekély vízmélységben, oxigén-dúsabb környezetben zöldesszürke, világos-sárgászürke a színük.

A miocén szigettenger partközeli területein konglomerátum képződés folyt, ami folytatódott a pannon elején is, míg a szigetek víz alá nem kerültek. A battonyai alaphegységi kiemelkedésen a konglomerátumra települnek a Tótkomlói Formáció mészmárga üledékei.

A bazális márga képződmények vastagsága 50–300 m között változik, elterjedésük általános az egész Békési-medencében. (6., 9–12. ábra).

## Összefoglalás

### *A homokkőtestek fáciesviszonyai és eloszlásuk*

A pannóniai s. 1. rétegsorban a homokkőrétegek, -padok előfordulása általános, mégis, legnagyobb gyakorisággal a mélyvízi tudbiditekben, valamint a sekélytavi, delta síkság és alluviális síkság felhalmozódási környezetekben fordulnak elő. A cikluskezdő bazális márga nem, vagy csak igen vékony síkokban tartalmaz homokkő betelepüléseket. A deltalejtő sorozatban (egy-két peremi zóna kivételével) szintén igen kevés, de már jelentősebb vastagságú homokkőtest található. Ez természetes is, hiszen a deltalejtő mobilizálta a leülepedő, még konszolidálatlan kőzeteket, amelyek a medence legmélyebb részeibe csúszás, suvadás, gravitációs, ill. turbiditáramlások útján jutottak el.

A medencében két fő felhalmozódási irány jellemző.

Az ÉNy-ról érkező és DK irányban progradáló deltarendszer nyomán erősen homokos üledéktömeg áramlott a medencebelsőkre. Az a deltarendszer, amely ÉK-i irányból érte el a Pannon-medencét, jóval finomabb szemcsés, pelites üledékanyaggal töltötte föl az útjába eső területeket. Ennek hatosa érvényesül a békési-medence ÉK-i zónáiban (Szeghalom) ahol a Szolnoki Formáció homokkőtestjei összefogazódnak az ÉK-ról érkező deltarendszer pelites prodelta képződményeivel. Ezen a területen az Algyői Formáció üledék-összlete tartalmazza mind a deltalejtő, a prodelta és a bazális márga képződményeket, mivel ezek közzettanilag és karotázsszelvények segítségével nem különíthetők el egymástól.

A Szolnoki Formáció prodelta turbidit összletének vastagsága meghaladja az 1000 m-t is a mélyzónákban, míg az alaphegységi kiemelkedések irányában és ÉK-i irányban elvékonyodik, ill. kiékelődik. Az egyes homokkő üledék-



ritmusok vastagsága 10–30 m, de ezek az egységek is belsőrétégzettek, kisritmusok építik fel.

A nagyobb ritmusokat elválasztó, a nyugalmi periódusokban képződött agyagmárga rétegek vastagsága 5–30 m is lehet. A kisritmusokat néhány cm vastag agyagmárga-rétegek választják el. Az egyes homokkőrétegek térbeli kiterjedése, bár feltehetően elég nagy, a rendelkezésre álló fúrássűrűség mellett, és a szeizmikus reflexiók alapján sem követhető. Kivételt képez a peremeken néhány sűrűn megkutatott terület.

Az Algyői Formáció képződményei erősen pelites kifejlődésűek, azonban főleg a deltalejtő alsó harmadában, gyakran találhatók 10–20 m vastag homokkő-betelepülések. Ezen rétegek az elektrofácies-elemzés alapján víz alatti mederkitöltések, ill. torkolati zátony eredetűek lehetnek a formáció felső szakaszán, míg áthalmazott homokkőtest, turbidit, ill. turbiditlebeny genetikájúak a formáció alján. A medence ÉNy-i részén, a szarvasi területen a formáció (eltérően a többi területtől) erősen homokos kifejlődésű, vastag víz alatti mederkitöltés homokkő üledékritmusok építik fel az alaphegységi kiemelkedés gerincvonalaiban. Az átlagosnál több homokkőbetelepülés található a Battonya–Pusztaföldvár gerincvonulat fölött is.

A Törteli Formáció delta síkság és delta-front környezetben képződött üledékeit homokkő- és agyagmárga-rétegek sűrű váltakozása jellemzi, a homokkő túlsúlyával. Az egyes homokkőbetelepülések 10–20 m vastagok, amelyekben agyagmárga, ill. aleurit közberétegzések gyakoriak. Tárolótulajdonságaik sokkal jobbak a turbiditénél, területi kiterjedésük azonban laterálisan korlátozottak. A torkolati zátony üledékritmusok üledékes csapásirányú kiterjedése a tápcsatorna közelségétől függ. Az elosztócsatorna, ill. mederkitöltések szintén kisebb kiterjedésűek oldal irányban, lejtő irányban azonban elnyúltak lehetnek. Ezt befolyásolhatják az időben később bevágódó, azután pedig elhagyott medrek agyagos kitöltései. Ezeket a változásokat mind karotázs-, mind szeizmikus szelvények segítségével nehéz nyomon követni.

Az alluviális síkság üledékeiben a homokkővek részaránya erősen lecsökken. Kiszámú és vékonyabb mederkitöltés és övzátony üledékritmusok figyelhetők meg. Tárolótulajdonságaik azonban a kis eltemetési mélység miatt igen jók.

## IRODALOM

- Bérczi I. – Phillips R. L., 1985: A Pannon-medence neogén tavi üledékeiben megnyilvánuló üledék-képződési folyamatok és üledékfelhalmozódási-környezetek (ELGI Geofizikai Közlemények külön kiadás, 1986.)
- Jámbor Á. et al. 1987: General characteristics of Pannonian s. 1. deposits in Hungary (8th RCMNS Congress, Budapest, 1985. Sept., MÁFI évkönyv. 1987. p. 155–167.)
- Mitchum, R. M. – Vail, P. R. – Sangree, J. B. 1977: Stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences (AAPG Memoir 26. p. 117–133.)
- Pogácsás Gy. – Révész I., 1987: Seismic stratigraphic and sedimentological analysis of Neogene delta features in the Pannonian Basin (8<sup>th</sup> RCMNS Congress, Budapest, 1985. Sept., MÁFI évkönyv, 1987. p. 267–273.)



# A Békési medence tárolóképes kőzeteinek kőzetzikai és kőzettani vizsgálata

RÉVÉSZ ISTVÁN\*, DONALD L. GAUTIER\*\*  
JAMES W. SCHMOKER\*\*

*A Békési medence szénhidrogén tárolásra alkalmas kőzetei elsősorban a Pannóniai és Miocén homokkővek, konglomerátumok, tágabb értelemben a repedezett metamorfítok, vulkanitok és üledékes kőzetek, valamint biogén mészkővek vehetők számításba. A tároló kőzetek eloszlásának és minőségének előrejelzése kiemelt fontosságú a kőolaj és földgáz kutatása és a perspektívák felbecslése szempontjából. Különösen az alsópannóniai homokkővek és a repedezett kőzetek tárolótulajdonságainak előrejelzése jelent nehéz feladatot. Jelen dolgozatban ezért a hangsúlyt az alsópannóniai turbidit homokkővek és a repedezett mezozoós karbonátos kőzetek vizsgálatára helyeztük.*

*В Бекешском бассейне породами-коллекторами могут быть в первую очередь песчаники Паннона и Миоцена, конгломераты, в широком понимании трещиноватые метаморфиты, вулканиты и осадочные породы, а также биогенные известняки. Прогноз распределения коллекторов и их качества имеет важное значение в разведке нефти и газа и оценке перспектив. Особо трудной задачей является прогнозирование коллекторских свойств песчаников нижнего паннона и трещиноватых пород. В этой работе особое внимание сосредоточено на изучение турбидитных песчаников нижнего паннона и трещиноватых карбонатных пород мезозоя.*

*Reservoirs for oil and gas in the Bekes basin include Pannonian and Miocene sandstones of widely ranging quality and of fractured volcanic, metamorphic, and sedimentary rocks. Prediction of the distribution and quality of reservoirs is of particular concern in oil and gas exploration and resource assessment of the Bekes basin. In particular, prediction of reservoir quality in the lower Pannonian sandstones and in the fractured "basement" lithologies poses particular challenges for the explorationist. In order to address the problem of predicting reservoir properties, a petrologic investigation has been undertaken by a joint team of USGS and OKGT personnels. The principal focus of this investigation is turbidite sandstones of the lower Pannonian sequence and fractured Mesozoic carbonate rocks of the "basement" complex.*

## Bevezetés

Munkánk során kezdetben kiválasztott reprezentatív mintákat tanulmányoztunk, majd az így szerzett tapasztalatok alapján újabb mintákat gyűjtöttünk ki a felmerült speciális problémák vizsgálatára. A petrográfiai vizsgálatokat a pórus rendszerre, a szemcsék közötti kötőanyagra, valamint a pórus rendszer geometriájának és összetételének a tároló tulajdonságokra való hatására koncentráltuk.

A vékonycsiszolatok a Texaco Denver Sedimentology Laboratóriumban C. W. Spencer irányításával kifejlesztett kék epoxi gyantás módszerrel készültek. Ez a technika a vékonycsiszolatok készítéséhez alacsony viszkozitású, intenzív sötétkék színezőanyagot tartalmazó epoxi gyantát használ. Az alacsony viszkozitású kékre színezett műgyantát vákum segítségével a pórusokba juttatták a csiszolat készítésekor. Az így készült csiszolaton a kék anyag segítségével a pórusszerkezet, a pórusrendszer geometriája könnyen megfigyelhető, a pórus-hálózat eredete és fizikai tulajdonságai pedig becsülhetők.

\* Magyar Szénhidrogénipari Kutató Fejlesztő Intézet

\*\* US Geological Survey



## A reprezentatív minták leírása

*Fáb* – 4. (8/1) 3795 – 3798 m

A minta triász korú cukorszövetű dolomit. A kőzet sok repedést tartalmaz, melyek többsége földpáttal és karbonáttal teljesen ki van töltve. Reziduális és autigén pirit telerek nagyobb mennyiségben figyelhető meg a mintában. A kőzet modális porozitása 5–10%. A porozitás legnagyobb része repedések formájában jelentkezik, amit helyenként a dolomit oldódás növel. A legnagyobb pórusok könyvlap szerkezetű autigén kaolinitet, és valószínűleg kötőanyagként is kaolinitet tartalmaznak.

*Békés* – 2. (17/1) 5403 – 5409 m

A magfúrás Kréta korú mészkövet tárt fel. A vizsgált minta egyöntetű finomszemcsés karbonátkőzetből áll, mely számos kalcittal kitöltött repedést tartalmaz. Egy nagy repedés rózsaszínű karbonát kitöltést tartalmaz, melyben sok kétfázisú folyadék zárvány van. A vékonycsiszolatban a karbonáttal kitöltött repedéseket, és nyomási oldódásra utaló sajátságokat – többnyire sztílititokat – tartalmaz. Ezeket a sztílititokat repedéskitöltő karbonát kiválások vághatják át. Jóllehet a csiszolatban a kék epoxival kitöltött repedések láthatók, nincs bizonyítva a nyitott repedések jelenléte. A porozitás gyakorlatilag nulla.

*Köt* – 1. (2/3) 3264 – 3265 m

A minta a közepes mélységű homokkő tárolók diagenezisének kiváló példája a Békési medencében.

A kőzet világos szürke színű, jól osztályozott Miocén korú homokkő. A minta 73%-ban kvarcból, 17%-ban áthalmozott kőzet szemcséből (beleértve egy fontos komponenst, a törmelékes karbonátot), muszkovit lemezekből (fontos frakció), nagymértékben oldódott és illitesedett plagioklászokból és kis mennyiségű reliktum káliföldpátból áll, melyek lényegében az oldási maradékot képviselik.

Habár a minta becsült porozitása 10–25%, valójában ez nem pontos, mert pórusrendszere erősen módosult. Nagyon kicsiny a változatlan, elsődleges pórustér. A pórushálózat nagyon szögletes, szabálytalan és komplex: a szomszédos kvarc szemcsék kvarccal történt összecementálódásának, valamint a homokkő egyéb alkotóinak szemcséi pl. a K-földpát részleges vagy teljes kioldódásából származó szabálytalan pórusoknak köszönhetően. Sok szemcse csak vázként maradt meg és/vagy autigén illit helyettesíti őket. A szemcseközi pórusokban is gyakori az illit. A mikroporozitás és az oldódásos porozitás dominál a mintában. A pórusrendszer nagyon összetett.

*Gyoma* – 2. 2923 – 2930 m

A minta Miocén korú. Sötétszürke, barnásfekete színű aleuritós márga. Vékonycsiszolat alapján főleg agyag szemcsenagyságú alkotók és szervesanyag építik fel a mintát, amely mellett nagyobb mennyiségű aleurit szemcseméretű karbonátot is tartalmaz. A pirit csomók gyakoriak. A kőzet igen magas szervesanyag-tartalmú.



A minta jó példa a relatíve kis mélységben levő pannóniai homokkövekre. A kőzet mérsékeltlen osztályozott, jó permeabilitású litoarenit.

A homokkő körülbelül 54% kvarcból, 24% áthalmazott kőzet szemcséből és jelentős mennyiségű karbonát szemcséből, valamint muszkovitből áll. A porozitás viszonylag magas és nagyjából elsődleges. Ez az éretlen homokkő kötőanyagként kevés karbonátot valamint kvarcot, kaolinitet és valószínűleg más agyagásványt tartalmaz. A földpátokon és kőzet szemcséken kezdeti oldódás nyomai láthatók. A porozitás csökkenésének kezdeti stádiuma figyelhető meg.

Nsz — 2. 2942 — 2950 m

Ez a minta pannóniai korú prodelta márga. Sötétszürke, sötét-szürkés-barna, finom szemcsés, karbonátos kőzet ásásnyomokkal és lemezességgel. Csiszolatban a mintát nagyrészt barna mikrites karbonát anyag alkotja. A kőzet vékony (0,5 mm) lemezekből áll, amelyekben lényegesen nagyobb karbonát kristályok vannak. Ezek a kristályok a felhalmozódáskor ülepedhettek ki a víz-oszlopból, mivel euhedrálisak, subhedrálisak vagy anhedrálisak. A minta egy része mikro méretű ásásnyomokat tartalmaz. A pirit, többnyire csomók formájában, szétszórtan helyezkedik el a mintában.

Rétegződéssel párhuzamos orientációban ritka, elnyúlt szervesanyag törmelék található a kőzetben, szórtan előfordul néhány kvarc szemcse.

### A repedezett kőzetek értékelése

A repedezett minták egy része mészkő és dolomit. Kőzettanilag tömött intrapelmikrit, peloopatit, fossilia tartalmú mikrit, pelopatit és cukor szövétű dolomit fordult elő. Repedezett metamorf kőzeteket és repedezett kvarcarenitet szintén vizsgáltunk. Az összes karbonát minta erősen átkristályosodott, így az eredeti üledékes szerkezet jelentős változást szenvedett. Ráadásul a nyomásos oldódás hatása minden mintában megfigyelhető sztiolitok formájában. Ezen hatások következtében a mezozoós aljzat karbonát kőzetei gyakorlatilag nem rendelkeznek matrix porozitással vagy permeabilitással. A sztiolitok mentén pirit fordul elő.

A repedések gyakoriak és legalább három eseményt reprezentálnak. A repedések többségét pátos kalcit vagy dolomit kötőanyag tölti ki teljesen. Ez a kitöltőanyag szakaszosan alakult ki, erős zonalitás figyelhető meg benne és gyakran tartalmaz folyadék zárványt. A legtöbb zárvány vízből áll, de lokálisan (Pl. Fáb — 4) metán is alkothatja. Sok zárvány kétfázisú a környezet állapotától függően.

A vizsgált repedezett karbonátos kőzetek többségében a vékonycsiszolatok teljes effektív porozitása nagyon alacsony. A Fáb — 4. sz. fúrás 3800 m körüli mélységből származó mintáiban nagyon érdekes kivételek fordulnak elő. Ezeket a mintákat vizsgálva megállapítható, hogy cukorszövetű és pátos dolomitok alkotják őket. A kőzet erősen repedezett, sok sztiolitos nyomási oldódással, mely az oldható anyagokhoz (pirithez is) kapcsolódik. Az elsődleges porozitás nulla. Sok a karbonát anyaggal teljesen kitöltött repedés, de sok a nyitott is. Bizonyos repedések mentén a keskeny részek jellegzetes pórusokká tágulnak, melyeket a dolomit oldódása nyilvánvalóan eredeti méretük többszörösére növelt. A matrix porozitás nulla, de a teljes porozitás 5 — 10%.



A nagyobb másodlagos pórusokban kaolinit kötőanyag vált ki, átalakítva a repedezett porozitást mikroporozitásra. Ez a kaolinit fontos, mivel kitámasztást nyújt, hogy a pórus nyitott maradjon a felszín alatt. A kaolinit azt is mutatja, hogy a folyadék átáramlásnak a felszín alatt elég hatékonynak kellett lennie.

A kaolinit jelenléte az ilyen karbonát kőzetekben kulcsot adhat a felszín alatti folyamatok átértékeléséhez. Nyilvánvaló, hogy a kaolinit olyan állapotok között képződik, ahol a vízáttáramlás jelen van és ahol alumínium és szilícium kationokon kívül nincs más jelen olyan mennyiségben, amely ahhoz szükséges, hogy kémiai komplex ásványok, mint pl. az illit vagy a klorit csapódjanak ki.

A kaolinit képződése a karbonát oldódással keletkező másodlagos porozitással együtt valószínűsíthető, de nem bizonyítja, hogy a Fáb – 4. területén a felszín alatti vizek csökkent pH-val rendelkeztek/vagy rendelkeznek. Mindez a CO<sub>2</sub> képződés, vagy a szerves sav anionok működése következménye. Mégis, mivel a Fáb – 4. e mintájának matrix anyaga inkább dolomit, mint mészkő, a porozitás kifejlődésének pontos okai bizonytalanok maradtak.

A porozitást eredményező folyamatok közül a kémiaiak fontosabbak, mint a mechanikaiak. Tehát a porozitás oldódási eredetű. Az alaphegységi karbonátokban a repedések mindenütt jelen vannak, de az oldódás szempontjából csak ott kiemelt fontosságúak, ahol az effektív porozitáshoz kapcsolódnak.

A másodlagos porozitás eloszlásának és eredetének megoldására a jövőben nagyobb figyelmet érdemes fordítani.

### Az alsópannóniai homokkővek petrológiája

Az anyakőzettel való kapcsolat, a csapdázódási lehetőség és zárókőzet szempontjából a turbidit rétegsor alaphegységi kiemelkedések oldalán történő kiékelődési helyeit tekintik az egyik legperspektivikusabb szénhidrogénkutatósi objektumnak a Békési medencében. A legfontosabb probléma ezen rétegsorral a tároló minőség kérdése. A turbidit homokkővek sok litikus alkotót tartalmaznak. Mindezt kombinálva a potenciális turbidit tárolók mélységében levő magas hőmérséklettel, valószínűleg gyenge tárolóminőséget várhatunk e homokkővekben.

Az alsópannóniai homokkővek egészét tekintve látható, hogy a porozitás és permeabilitás növekvő mélységgel és hőmérséklettel jellegzetesen csökken (2. ábra). Az ábrán megfigyelhető trend kb. exponenciális. 2250 m mélységben a porozitás csökkenés eléri a 25%-ot, míg 3400 m mélységben az 5% körüli értéket. Mélységközönként a porozitás értékek jellegzetes intervalluma figyelhető meg. A pannóniai rétegsor alsó részén azonban csak a mélységköz maximum értékei nyújtanak némi lehetőséget hasznosítható kőolaj tárolására.

A porozitás értékek mélységközönként jellemző intervalluma részben a turbidit homokkővek felhalmozódási körülményeivel van kapcsolatban, azonban a minőség változás nagyobb része a diagenezis, illetve a diagenezis változékonyság hatása.

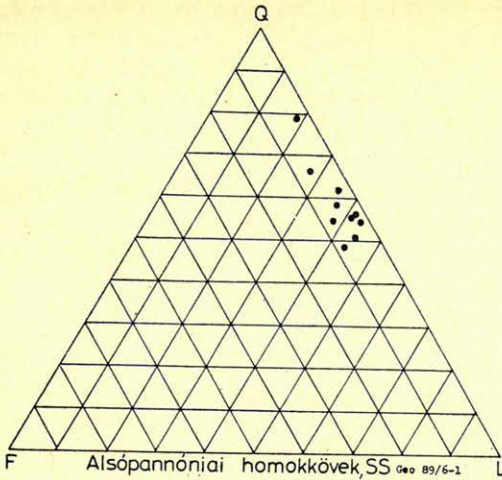
Az alsópannóniai homokkővek többsége mérsékelten osztályozott, nagyon finomszemcsés-csillámos litoarenit (1. ábra). Az alsópannóniai homokszemcsék ásványos összetételét kvarc, karbonát és metamorf kőzettörmelék szemcsék, valamint csillámok és relatíve kis mennyiségű földpát alkotják. Ez az összetétel tükrözi a kőzet eredetét, egyezve a preneogén alaphegység összetételével.



1. ábra

Рис. 1.

Fig. 1



### Az alsópannóniai homokkövek diagenézise

A diagenézis hatása sekély mélységben.

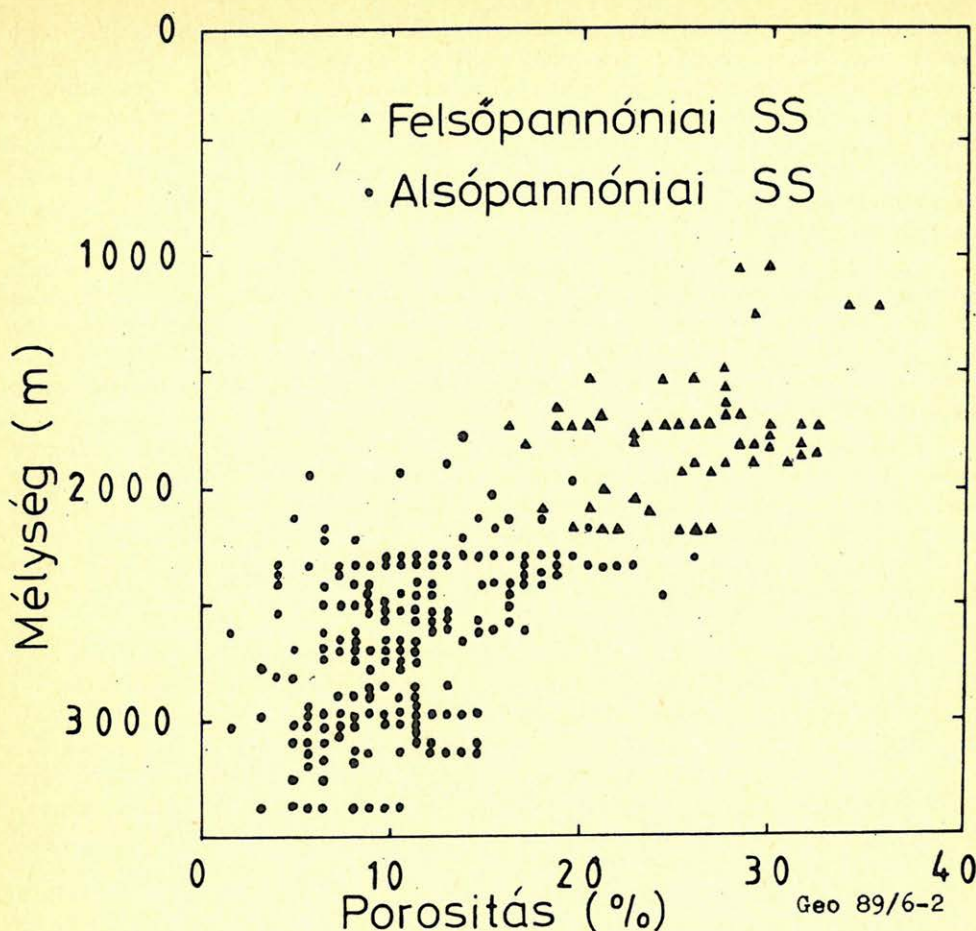
Az eltemetődési diagenézis a minták tanúsága szerint mélységközönként jellegzetesen változik a kutatási területen. A sekélyebb (2000–2500 m) mintákban a pórushálózat általában nyitott és a szemcséközi porozitás a domináns. Értéke kb. 25%. A mintákban nagyon kevés a kötőanyag. Csupán kevés karbonát kötőanyag, a szemcsék egy kis hányadán szétszórva kvarc hozzánövés, valamint a nagyobb szemcséközi és esetleg szemcsén belüli térben kaolinit könyvszerkezet található. A kötőanyag mennyisége a mintákban maximum a kőzet térfogat 5%-a. Kezdődő szemcse oldódás figyelhető meg a plagioklászoknál, káli földpátoknál, valamint egyes karbonát szemcséknél. A kaolinit a mintákon belül helyileg a részben feloldott szilikát szemcsékhez kapcsolódik. A karbonát kötőanyag-cementáció mintánként változó. Néhány minta erősen cementált, s látszólag a teljes porozitás megszűnt bennük (2. ábra).

### A mélységtől függő porozitás csökkenés

A különféle közismert folyamatok hatására a mélység növekedésével az átlagos porozitás jellegzetesen csökken (karbonát cementáció, szemcse deformáció, kvarc cementáció/nyomási oldódás). Úgy tűnik, hogy a karbonát cementáció nagyon hasonló módon történik a sekély mélységben megfigyelthez. A karbonát anyag kitölti a legtöbb elsődleges szemcséközi pórusteret. Az alsópannóniai rétegsor nagyobb mélységeiből származó karbonáttal cementált mintákat, hasonlóságuk miatt, csak nagy nehézségek árán lehet megkülönböztetni a sekély mélységből származóktól. Ezt a nehézséget a homokkövek egyik nagy frakciója a törmelékes karbonát szemcsék mennyisége okozza. A karbonát kiválás hatására létrejövő porozitás csökkenés vonatkozásában két általános megállapítás tehető.

1. A legtöbb karbonát kötőanyag azokban a mintákban van, amelyek a legtöbb törmelékes karbonát szemcsét tartalmazzák, illetve a lemezesen rétegzett homokkövekben. Ez a megfigyelés azt sugallja, hogy a karbonát





2. ábra

Рис. 2.

Fig. 2

kötőanyag helyi eredetű. Valószínűleg a nyomás oldódás révén a törmelékes karbonát szemcsék egy részének feloldódásából származik. Másrészt eredhet hasonlóan nyomásos oldódás következtében a közeli bazális márgából.

2. Bár a karbonát cementáció módja hasonló a sekélyebb és mélyebb helyekről származó mintákban, a karbonáttal erősen cementált minták száma a mélységgel erőteljesen nő. Az az általános benyomás alakult ki a vizsgálatok alapján, hogy ha egyszer egy homokkő erősen cementálva van karbonáttal, az úgy is marad, nem oldódik ki a karbonát belőle, valamint, hogy az erősen cementált minták (vagy kőzettömegek) száma – gyakorisága – a mélységgel egyre nő.

Ez az eredmény nagyon eltér attól a szemlélettől, hogy a cementáló anyag fokozatosan növekszik a mélységgel az összes minta és az összes intervallum vonatkozásában.



Azokban a homokkő mintákban, melyekben a karbonát cementáció még kisebb mértékű, a porozitás csökkenés főleg a szilikát és karbonát szemcsék mechanikai deformációja, valamint a kvarc cementáció és nyomásos oldódás eredménye. A szemcsék ezen mechanikai deformációja, összezúzódása úgy tűnik, hogy majd mindenütt egyöntetően jelen van a potenciális alsópannóniai tároló homokkövek intervallumában. A porozitás csökkenés ezen mechanizmusa a maximális porozitás értékek növekvő mélységgel való csökkenését nagyrészt megmagyarázhatja.

Bizonyos minták olyan diagenetikus átalakulásokon mentek keresztül, mely jellegzetesen a fentebb említett általános séma szerint történt. Például a Köt-1. sz. fúrás mintája 3265 m-ből nagyon kicsi karbonát cementációt tartalmaz, de erősen illitesedett. Láthatóan minden póruster sok szálas illitet tartalmaz. Mindez átalakította az eredeti pórushálózatot és a mikroporozitás ösztönözött rendszerét hozta létre.

Az alsópannóniai mintákban általában kevés az agyagásvány. Közülük a kaolinit könyvlap szerkezet figyelhető meg leggyakrabban a nagyobb szemcseközi, vagy másodlagos szemcseközi pórusokban. Általánosságban az agyagásvány kiválás hatásai elhanyagolhatók a porozitás vonatkozásában, mégis azokban a mintákban, melyek intenzíven illitesedtek, a permeabilitás extrém alacsony értékekre csökkent. A karbonát kiválás ezekben az illitesedett mintákban eleve kizárt.

A teljes alsópannóniai rétegsor leírható úgy, hogy karbonátos, csillámos litoarenitek építik fel. Ezen belül a szemcseösszetétel, osztályozottság és ásványos összetétel jelentős változásokat mutathat.

Mindez feltehetően a kőzetek eredetének és a sajátságos szállító és felhalmozó mechanizmusnak a hatását tükrözi. Általánosságban a vastagabb turbidit meder, legyező üledékek durvább szeműek, jobban osztályozottak és kevesebb karbonát kötőanyagot tartalmaznak, mint a vékonyabb turbidit lebeny homokkövek. A porozitás csökkenés legfontosabb mechanizmusát ezek a felhalmozódásbeli és szemcseméretbeli eltérések erősen befolyásolják. Tendencia jelleggel elmondhatjuk, hogy a nagyobb mennyiségű karbonát törmelékszemszt tartalmazó mintákban az erős karbonát cementáció lehetősége nagyobb, míg a kvarcban gazdagabb és durvább szemcsés homokkövekben a szilícium cementáció és a nyomásos oldódási folyamatok uralkodnak. Ez utóbbiakban a megmaradt pórusokban az illit kiválása tekintélyes lehet.

### A porozitás növekedése a mélységgel

Lokálisan néhány mechanizmus növeli a porozitást. Ezek a folyamatok a következők: a szilikát szemcsék oldódása (különösen a káliföldpát, plagioklász), kevésbé gyakori a metaszediment szemcsék, valamint a karbonát szemcsék és karbonát kötőanyag oldódása. A szemcsék oldódása a mélyebbről származó mintákban egyre gyakoribb. Azokban a mintákban, amelyek kb. 3000 m mélység alól származnak, ezen folyamatok következetesen megfigyelhetők és a pórusrendszert a másodlagos porozitás uralja. Kb. 3300 m mélység alatt már csak másodlagos porozitás figyelhető meg.

Azokban a mintákban, amelyekben a porozitás csökkenés kvarc folyamatokon keresztül történt, és emellett erőteljes bennük az agyagásvány kiválás a másodlagos porozitás majdnem teljesen a szemcsén belüli, vagy moldikus

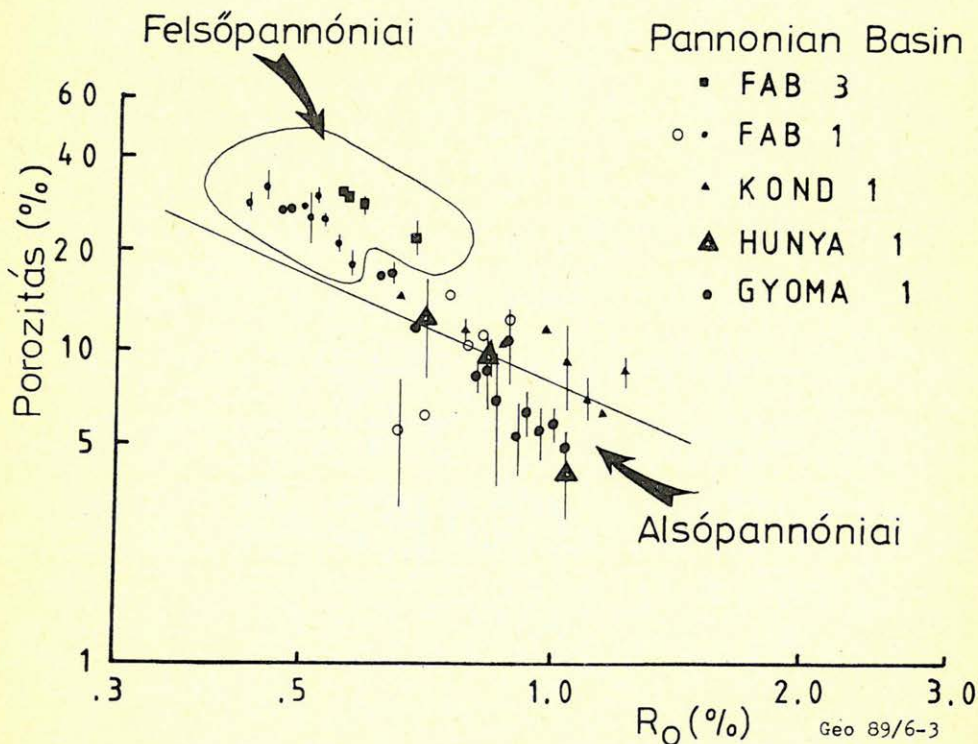


porozitásra korlátozódik. Ez a homok szemcsék részleges vagy teljes oldódásával fejlődik ki. A folyamatot azután vagy követi illit kiválás, vagy nem.

Azokban a mintákban, ahol a porozitás csökkenés karbonátos diagenetikus folyamatok eredménye – különösen ott, ahol a karbonát szemcsék uralkodó komponensek – a másodlagos porozitás foltok formájában jelentkezik a mintán belül szabálytalanul eloszolva. Ez a karbonát szemcsék és kötőanyag oldódásával jön létre. A kettő hatása megkülönböztethetetlen. A változás ezen sorát jól példázzák a Békés – 5. sz. fúrás 3150 m alatti mintái.

**A porozitás és mélység, valamint a termikus érettség viszonya (J. W. Schmoker és D. L. Gautier nyomán)**

A Békési medence tároló képes kőzetei a növekvő mélységgel világosan csökkenő porozitást mutatnak (2. ábra). Más üledékes medencékhez hasonlóan ez a porozitás-mélység kapcsolat itt is leírható egy exponenciális egyenlet segítségével. Mint azt az előzőekben már tárgyaltuk, ez a porozitás csökkenés a főleg kémiai reakciókon alapuló diagenetikus folyamatok komplex sorozatának a következménye. E reakciók közé tartozik a kvarc oldódása és kicsapódása, a karbonát kötőanyag kiválása, a szilikát és karbonát vázszemcsék oldódása. Ezek a reakciók a diagenetikus környezet fő alkotói, ezért a porozitás csökkenést nem szabad egyszerű mechanikai kompaktációs folyamatok viszonylatában nézni.



3. ábra  
Puc. 3.  
Fig. 3



A diagenetikus környezetben fontos diagenetikus reakciók nagy részének előrehaladása az idővel lineáris kapcsolatban van, ezzel szemben a hőmérséklettel exponenciális a kapcsolata. Mivel a hőmérséklet általában lineárisan nő a mélységgel, az exponenciálisan hőmérséklet függő folyamatok a mélységgel szintén exponenciális kapcsolatot fognak mutatni.

Így a mélységgel exponenciálisan csökkenő porozitás kifejezheti a porozitás csökkentő reakciók hőmérséklet függését.

Az eltemetődési diagenézis következtében létrejövő porozitás csökkenés a  $P = a(Ro)_b$  képlettel fejezhető ki, ahol a  $P$  a porozitás,  $Ro$  a termikus érettség. A termikus érettséget vitrintit reflexió mérésével követhetjük. Az  $a$  magában foglalja az összes felhalmozódási és diagenetikus paraméter tiszta hatását. A  $b$  exponens visszatükrözi az elsődleges porozitást csökkentő folyamat hőmérséklettől való függésének mértékét. A  $b$  kitevő változása a tároló kőzet hőtörténet változásának a függvénye. Az  $a$  kitevő változásai a különböző üledékföldtani, vagy olyan diagenetikus folyamatok hatásai, melyek az üledékes medence eltemetődéstörténetének váratlan epizódjai. Az  $a$  koefficiens medencéről medencére jellegzetesen változik, így elméletileg nem jósolható meg. A  $b$  exponens azonban előre jelzi a porozitás értéket a nagyon különböző korú, hőtörténetű és eltemetődés történetű tároló kőzetekben.

A 3. ábrán a porozitás és termikus érettség kapcsolatát ábrázoltuk. Log-log léptékben a Békési medence azon mintáira, amelyekből mind a porozitás, mind a vitrintitreflexió adatok rendelkezése álltak. Az ábra tartalmazza a Denveri medence  $J$ . homokkőve trend egyenesét is összehasonlítás képpen. A  $J$ . homokkő kvarc homokkő, jól értelmezhető porozitás-termálás érettség kapcsolattal. A Békési medence adatai azonban olyan mértékű szórást mutatnak, mely teljesen szokatlan. Ez eredhet abból, hogy a grafikon az alsópannóniai, adatok mellett a felsőpannóniaiakat is tartalmazza, mely alapvetően eltérő litológiák összehasonlítását eredményezi.

A porozitás csökkenés termális érettséggel való kapcsolata meglepően meredek trendet mutat. Jelenleg azonban még nem áll rendelkezésünkre elegendő adat a jelenség okának pontos kiderítésére.

#### IRODALOM

- K. L. Gardner (1980): Impregnation technique using colored epoxy to define porosity in petrographic thin sections Canadian Journal of Earth Sciences. vol. 17. n. 8.
- D. L. Gautier – I. Revesz – J. W. Schmoker (1988): Petrology and porosity distributoin in selected Bekes Basin Reservoirs. Kézirat. OKGT – USGS együttműködés.



# Eredmények és elképzelések a kelet-magyarországi rejtett csapdák kutatásában

BALLA KÁLMÁN\* – HAJDÚ DÉNES\* – KOVÁCS ANDRÁS\* – PAP SÁNDOR\* – SZALAY ÁRPÁD\*

*Rejtett csapdákat direkt módon a kokaditól és a sárándi felső földgáztelepektől eltekintve Kelet-Magyarországon eddig nem kutattunk. Szerkezeti indikációk kutatása során azonban tártunk fel olyan telepeket, amelyek csapdái ebbe a típusba tartoznak. A kutatás jelenlegi állapotában célszerűen öt csoportba soroltuk őket:*

1. *Mezozoos- prekambriumi kőzetanyagú medencealjzat belsejében levő telepek.*
  2. *A neogén medencealjzat felszínén és a rátelepülő miocénpannóniai rétegekben levő telepek.*
  3. *Miocén rétegekben és a pannóniai összlet Marosi Formációjában levő litológiai és hidrodinamikai záródású telepek.*
  4. *A pannóniai s. l. Szolnoki- és Algyői Formációjában levő telepek.*
  5. *A pannóniai s. l. Törteli Formációjában és Hevesi Formációjában levő telepek.*
- Cikkünkben mind az 5 csoport csapdáira (telepeire) példákat mutatunk be, vázoljuk kutatási és értelmezési lehetőségeiket, nehézségeiket.*

*До настоящего времени вскрытие ловушек непосредственным путем в Восточной Венгрии не было исследовано, за исключением газовых залежей Кокад и Шаранд Верхняя. Однако в ходолойских работ по структурным проявлениям были найдены залежи, которые можно отнести к этой группе ловушек. Учитывая настоящее состояние поисковых работ на эти ловушки, по своему характеру можно выделить 5 типов:*

1. *Залежи располагающиеся внутри низа мезозойного и прекембрийского бассейна.*
2. *Залежи находящиеся на поверхности неогенного низа бассейна, и в залегающих над ним миоценово-паннонских горизонтах.*
3. *Литологически и гидродинамически изолированные залежи в миоценовых породах и Марошской формации паннонской толщи.*
4. *Залежи в формациях Сольнок и Альдэ паннона (по его старому понятию).*
5. *Залежи в формациях Тёртел и Хевеш паннона (по его старому понятию).*

*В настоящей работе приводятся примеры по всем 5 типам ловушек (залежей), коротко освещаются возможности и трудности поисковых и интерпретационных работ.*

*Subtle traps have not been explored directly in the east part of Hungary, except the upper gas reservoirs of Kokad and Sáránd. Nevertheless, during the exploration of seismic structures some hydrocarbon reservoirs of this type have been discovered. At present status of the exploration these reservoirs are divided expediently into five groups:*

1. *Reservoirs inside of the Mesozoic – Praecambrian formations of the basement.*
2. *Reservoirs being on the surface of Neogene basement and inside the Miocene – Pannonian formations settled to the basement directly.*
3. *Reservoirs inside of Miocene strata and Maros Formation of the Pannonian sequence, which are closed lithologically and hydrodinamically.*
4. *Reservoirs in the Szolnok Formation and Algyó Formation of the Pannonian s. l. sediments.*
5. *Reservoirs in the Törtel and Heves Formations of the Pannonian s. l. sediments.*

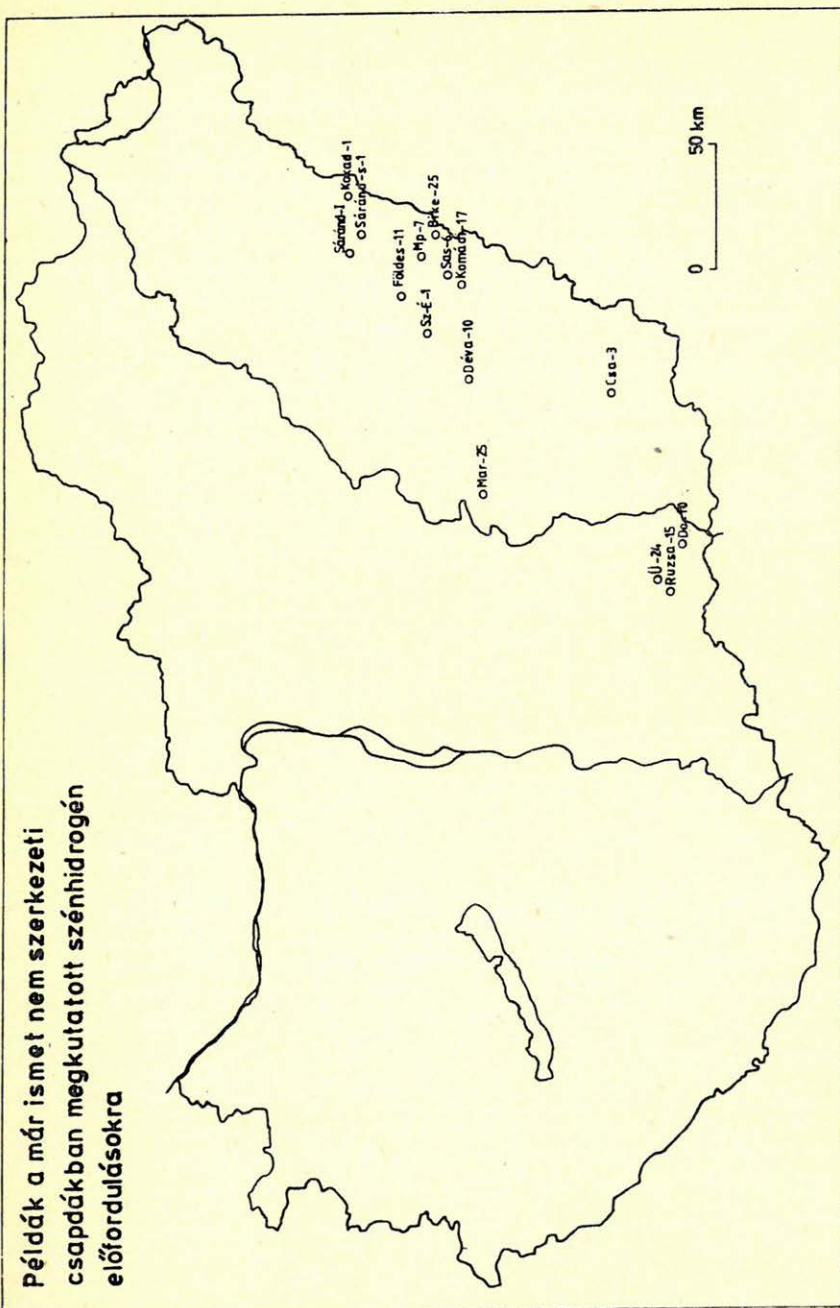
*In our presentation examples of all the five types will be shown, and the difficulties and possibilities of the interpretation and exploration will be outlined.*

Rejtett csapdákat direkt módon a kokaditól és a sárándi felső földgáztelepektől eltekintve Kelet-Magyarországon eddig nem kutattunk. Szerkezeti indikációk kutatása során azonban tártunk fel olyan telepeket, amelyek csapdái ebbe a típusba tartoznak (*I. ábra*). A kutatás jelenlegi állapotában öt csoportba soroltuk őket.

\* Kőolajkutató Vállalat, 5001, Szolnok, Munkásór u. 43.



**Példák a már ismét nem szerkezeti  
csapdáknak megkutatott szénhidrogén  
előfordulásokra**



Geo 89/7-1

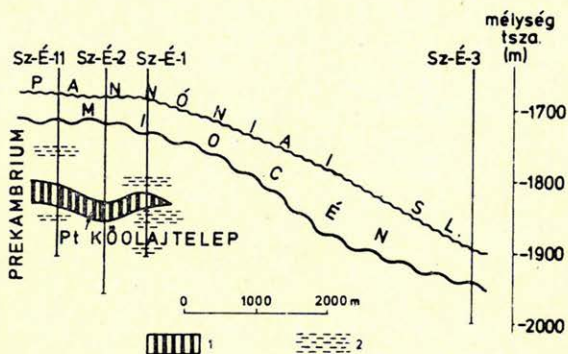
1. ábra. A bemutatott, nem szerkezeti csapdáknak megismert szénhidrogén előfordulások földrajzi helye  
Рис. 1. Географические места разведанных проявлений в показанных неструктурных ловушках

Fig. 1. Location map of hydrocarbon occurrences connected with subtle traps



## 1. Mezozoós-prekambriumi kőzetanyagú medencealjzat belsejében levő telepek

Ilyenek az álmosdi földgáz és a Szeghalom-észak – 1. fúrás környékén feltárt kőolajtelep. Mindkét esetben medencealjzati szerkezeti indikációt kutattunk és a medencealjzat belsejében, annak felszínétől 100–150 m-re tártuk fel a telepeket. Példaként a Szeghalom-északit mutatjuk be (1.1. ábra). Ennek érdekessége még, hogy a metamorf medencealjzat magasabb részéből víz-beáramlást kaptunk. A telepek valószínűleg tektonikus övhöz kapcsolódnak.



Geo 89/7-1.1

1.1. ábra. Vázlatos földtani metszet a Sz-É-11-2 1-3. fúrásokon keresztül. Jelmagyarázat: 1. kőolajtelep, 2. vízbeáramlás. Szerkesztette: Dr. Szentgyörgyi Károlyné

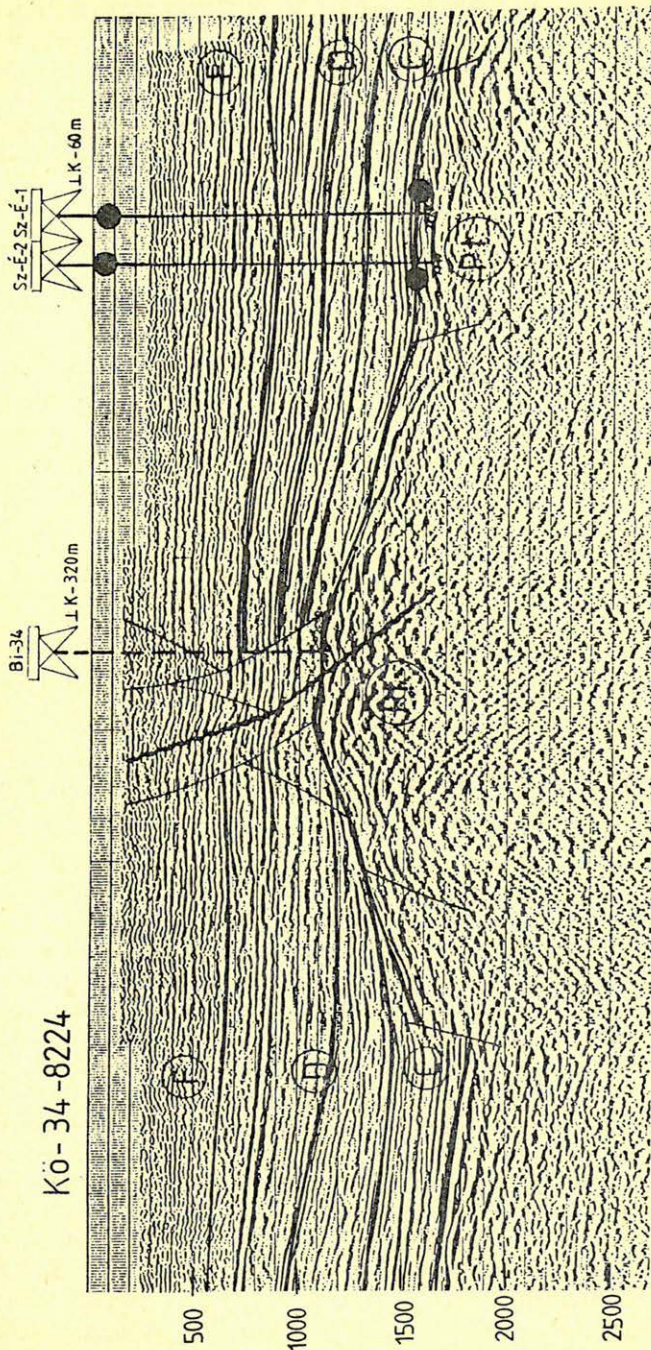
Рис. 1.1. Схематический геологический разрез по скважинам Sz-É-11, -2, -1, -3. Легенда: 1 – нефтяная залежь, 2 – приток воды. Составила: Dr. Szentgyörgyi Károlyné

Fig. 1.1. Schematic geological section across Sz-N-11, -2, -1, -3. boreholes. Legend: 1. Oil reservoir 2. Water inflow Compiled by Maria Szentgyörgyi

A biharnagybajomi maximum délkeleti előterében, vetőkkel határolt szerkezet (Szeghalom-É) képét szemlélteti a Kö-34-8224 szeizmikus szelvény (1.2. ábra). A szerkezet kutatására mélyített fúrások közül a Sz-É-1. fúrásban a prekambriumi metamorfít belsejéből, annak felszínétől 80 m-re, az 1907,5–1913,5 m közötti szakaszból 10,4 m<sup>3</sup>/nap kőolaj és 0,3 m<sup>3</sup>/nap vízbeáramlás volt. E fölött 21,5 m-rel 58,5 m<sup>3</sup>/nap vízbeáramlás volt a gneisz-amfibolit kőzetanyagú prekambriumi medencealjzattól. A Sz-É-2. fúrásban a metamorf medencealjzat felszíne alatt 120–150 m-re kaptunk kevert rétegtartalmú – kőolaj és sósvíz – beáramlást. A szeizmikus szelvényen a medencealjzat diszkordancia felülete jól követhető. A kőolajtelep a diszkordancia felület alatt egy hullámhossznyi távolságon belül van. Helyzetére a szeizmikus hullámképből nem lehet következtetni. A továbbkutatáshoz használt közelítő modell szerint a tároló követi a diszkordancia felületet.

Mezősáson a metamorf aljzat tetőrészén levő kőolajtelep alatt, attól víznával elválasztva találunk kőolajtelepet (1.3. ábra). A két telep közötti függőleges távolság 430 m. A Sas-6. fúrásban a paleozoós metamorfít felső





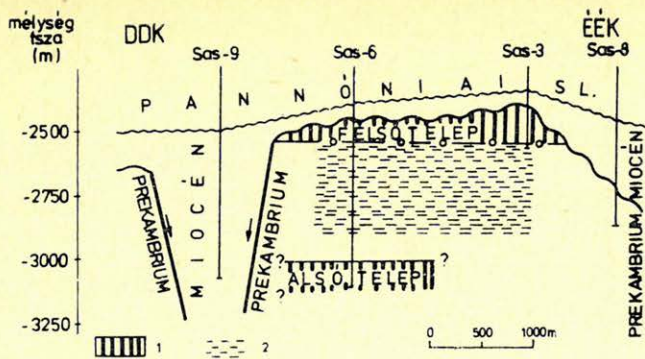
Geo 89/7-1.2

1.2. ábra. Kő-34-8224 szeizmikus szelvény. A medencüledékek szeizmikus fáciesei (F folyóvízi tavi üledékek, D deltafront, deltalejtő, képződmények), tektonikai elemei. A medencealjzat képződményei és tektonikai elemei.  
A Sz-É-1-2. fúrások által feltárt teler rétegvizsgálati eredményei és kűtminősítése

Рис. 1.2. Сейсмическая карта Кő-34-8224. Сейсмические фаши осадков бассейна (F — осадки рек и озер, D — образования дельта-фронта и дельта-склона, C — образования продельта), их тектонические элементы. Образование и тектонические элементы низа бассейна. Результаты опробования скважин Sz-É-1, -2 в залежи и их аттестация

Fig. 1.2. Seismic profile No Kő-34-8224. Structural elements and seismic facies of the sedimentary sequence (F: fluvio-lacustrine sediments, D: formations of the delta front and delta slope, C: prodelta formations). Formations and structural elements of the basement. Results of production tests and qualifications of the discovered hydrocarbon pool penetrated by the Sz-N-1, -2. wells





Geo 89/7-1.3

1.3. ábra. Vázlatos földtani metszet a Sas-9-6-3-8. fúrásokon keresztül. Jelmagyarázat: 1. kőolajtelep, 2. vízbeáramlás. Szerkesztette: Lawson A. Stanislas.

Рис. 1.3. Схематический геологический разрез по скважинам Sas-9, -6, -3, -8. Легенда: 1 - нефтяная залежь, 2 - приток воды. Составил: Lawson A. Stanislas

Fig. 1.3. Schematic geological cross-section across Sas-9, -6, -3, -8 boreholes. Legend: 1. Oil reservoir, 2. Water inflow. Compiled by Lawson A. Stanislas

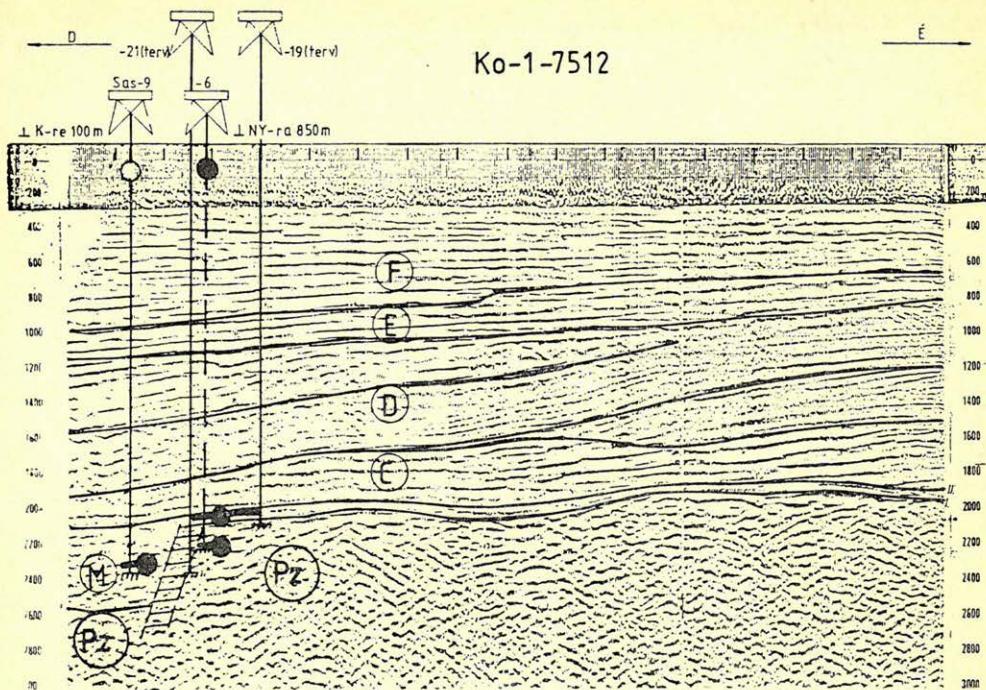
málott részének 2537–2570 m közötti szakaszából 10 mm-es fúvókán 1,2 m<sup>3</sup>/nap kőolaj beáramlást kaptunk. Alatta, a metamorfit belsejének 3000–3200 m közötti szakaszából 4 mm-es fúvókán 7,2 m<sup>3</sup>/nap kőolaj beáramlás volt.

A Komádi-észak és Mezősas között húzódó közel K–Ny irányú miocén árok É-i szárnyát mutatja a Ko-1–7512 szeizmikus szelvény (1.4. ábra). Az árkot igazoló Sas-9. fúrásban a miocénösszlet 3139–3160 m közötti szakaszából 1,8 m<sup>3</sup>/nap dugattyúzható 20% víztartalmú kőolajbeáramlást kaptunk.

Az alsó telep markáns reflexióhoz nem kapcsolódik. A rendelkezésre álló szeizmikus szelvények alapján nem tudjuk becsülni a telep kiterjedését. A szelvények a modell alkotásban nyújtottak jelentős segítséget. Az árokban képződött miocén kori kőolaj a metamorf kristályos kőzet fellazult zónáiban migrált. A fellazult zónák jelenlegi helyzete közel szintes, É-i irányban enyhén emelkedőek. A csapadézáradásban a fölötté levő kompaktabb száلبanálló metamorfit játszhatta a főszerepet. A permeábilis zónát észak felé vető, vagy litológiai – kőzetfizikai változás zárja.

Az 1.5. ábra az üllési szerkezet IV. blokkjának földtani felépítését és rétegtartalom eloszlását mutatja. A heterogén kifejlődésű anizuszi képződmények alsó dolomit rétege földgázt, felső dolomit, dolomitmárga rétegei vizet tárolnak. A IV. blokkon átmenő Ke-42–7924 szeizmikus szelvény (1.6. ábra) a mezozoikum belső szerkezetét és tektonikai viszonyait jól tükrözi. A víztároló és az alatta elhelyezkedő földgáztároló rétegek a szelvényen markáns reflexiós felülettel jelentkeznek. A környező fúrások földtani adatainak felhasználásával értelmezett szelvényrészlet értékes információt szolgáltat a szerkezet feltöltődéséről. A vízfázisú felső és a földgázfázisú alsó szakasz részben diszkordáns településsel, részben tektonikus eltérő rétegtartalmú mezozoos, miocén és pannóniai rétegekkel érintkezik.





Geo 89/7-1.4

1.4. ábra. Ko-1-7512 szeizmikus szelvény. A medence üledékek szeizmikus fáciesei (F tavi-folyóvízi üledékek, D deltalejtő és deltafront képződményei, C prodelta képződmények, M nagyvastagságú miocén törmelékesszerű összlet). A medencealjazat képződményei. A Komádi-6-9. fúrások által feltárt telep rétegvizsgálati eredményei és a kutak minősítése

Рис. 1.4. Сейсмическая карта Ко-1-7512. Сейсмические фации осадков бассейна (F – осадки рек и озер, D – образования дельта-склона, и дельта-фронта, C – образование продельта, M-миоценовая обломочная толща высокой мощности). Образования низа бассейна. Результаты опробования скважин Ко-6, -9 в залежи и их аттестация

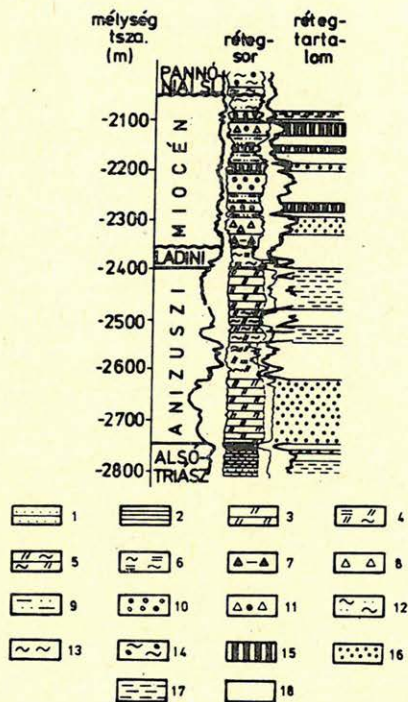
Fig. 1.4. Ko-1-7512 seismic section. The seismic facies of the basin filling sediments (F: fluvio-lacustrine sediments, D: formations of the delta slope and delta front, C: prodelta formations, M: Miocene clastic sediments of great thickness). Formations of the basement. Results of the well tests and qualifications of wells belonging to the reservoir penetrated by the boreholes Komádi-6, -9

A szeghalom-északi, a mezőszasi és az üllési példák felhívják a figyelmet arra, hogy a neogén fekvőn belül elkülönülő hidrodinamikai egységek lehetnek. Kutatási szempontból ez azt jelenti, hogy a neogén fekvő tetőrészből, vagy belsejéből kapott vízbeáramlás nem jelenti az összlet meddőségét, mert a mélyebb részeken szénhidrogén telepek lehetnek.

## 2. A medencealjazat felszínén és a rátelepülő miocén-pannóniai rétegekben levő telepek

A medencealjazat felszínén és a rátelepülő miocén rétegekben litológiai, tektonikai és sztratifráfiai záródással monoklinálisan és árokban is csapdázódhat szénhidrogén. Ilyen a komádi telepek egy része. Az itt bemutatott prekambriumi-miocén telep „árokban” helyezkedik el, a prekambriumi diszkordancia felület





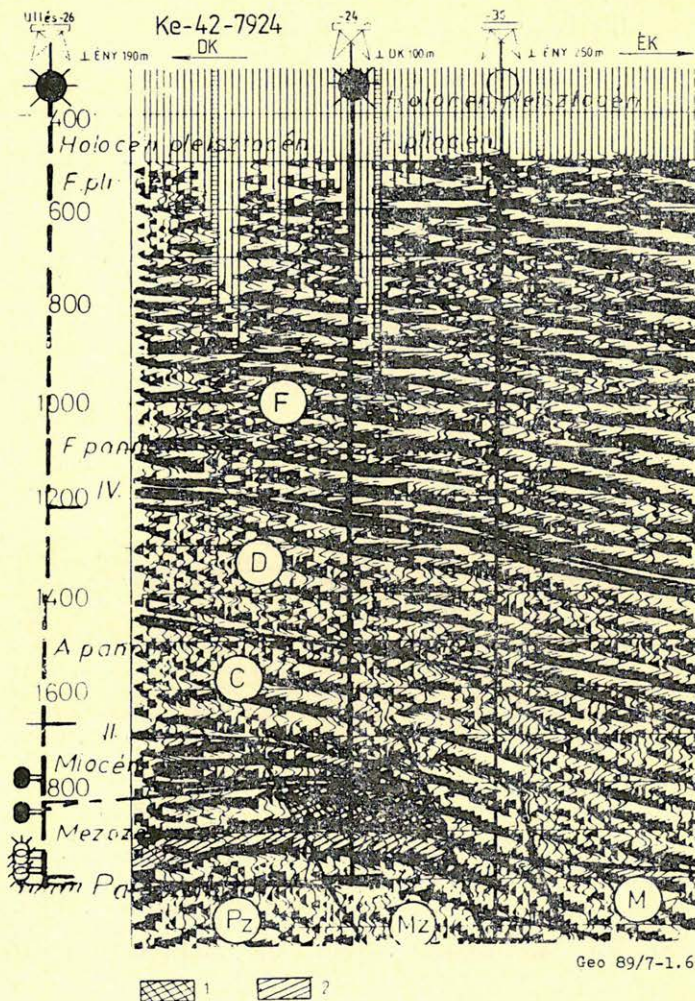
Geo 89/7-1.5

1.5. ábra. Az üllési szerkezet IV. blokkjának miocén és preneogén rétegeiben levő eltérő rétegtartalmú tárolók. Jelmagyarázat: 1. homokkő, 2. agyagpala, 3. dolomit, 4. márgapala, dolomitmárga, 5. dolomitmárga, 6. agyagpala, dolomitmárga, 7. vörösayagos breccsa, 8. dolomitbreccsa, 9. aleurolit, agyagmárga, 10. konglomeratum, 11. polimikt breccsa, konglomerátum, 12. márga, aleuritós márga, 13. márga, mészmárga, 14. kavicsos márga, 15. kőolaj, 16. földgáz, 17. víz, 18. impermeabilis réteg. Szerkesztette: Pap Sándor

Рис. 1.5. Залежи содержащие различные флюиды в миоценовых и пренеогенных горизонтах IV блока структуры Юлеш. Легенда: 1- песчаник, 2- глинистый сланец, 3- доломит, 4- мергелистый сланец, 5- доломитовый мергель, 6- глинистый сланец, доломитовый мергель, 7- брекчия с красной глиной, 8- доломитовая брекчия, 9- авлерит, глинистый мергель, 10- конгломерат, 11- полимиктовая брекчия, конгломерат, 12- мергель, авлериновый мергель, 13- мергель, известковый мергель, 14- гравийный мергель, 15- нефть, 16- природный газ, 17- вода, 18- непроницаемый горизонт. Составил: Papp Sándor

Fig. 1.5. Reservoirs of different formation fluids in the Miocene and Prae-Neogene strata of IV. block of the Üllés structure. Legend: 1. Sandstone, 2. Shale, 3. Dolomite, 4. Schistose marl, dolomarl, 5. Dolomarl, 6. Shale, dolomarl, 7. Breccia with red shale matrix, 8. Dolomite breccia, 9. Siltstone, shale, 10. Conglomerate, 11. Polymict breccia, conglomerate, 12. Marl, argillaceous marl, 13. Marl, calcareous marl, 14. Pebbly marl, 15. Crude oil, 16. Gas, 17. Water, 18. Impermeable layer. Compiled by Sándor Pap



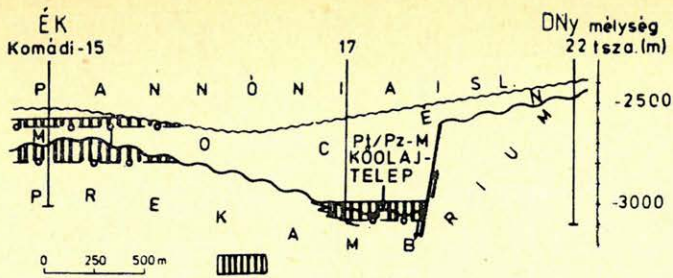


1.6. ábra. Ke-42-7924 szeizmikus vonalrészlet. A medenceüledékek szeizmikus fáciesei (F, D, C, M) és tektonikai elemei. A medencealjazat képződményei (Mz, Pz) és tektonikai elemei. Az Üllés-24, -26, -35. fúrások rétegvizsgálatai adatai és kútminősítése. Jelmagyarázat: 1. vízfázis, 2. gázfázis

Рис. 1.6. Сейсмолинейный фрагмент Ке-42-7924. Сейсмические фаши осадков бассейна (F, D, C, M) и тектонические элементы. Образования низа бассейна (Mz, Pz) и тектонические элементы. Результаты опробования скважин Юлеш-24, -26, -35 и аттестация скважин. Легенда: 1- водная фаза, 2- газовая фаза

Fig. 1.6. A part of the Ke-42-7924 seismic section. Seismic facies (F, D, C, M) of the basin filling desiments and tectonic elements. Formations (Mz, Pz) and tectonic elements of the basement, results of the production tests of Üllés-24, -26, -35 wells and qualification of the wells. Legend: 1. Water zone, 2. Gas zone



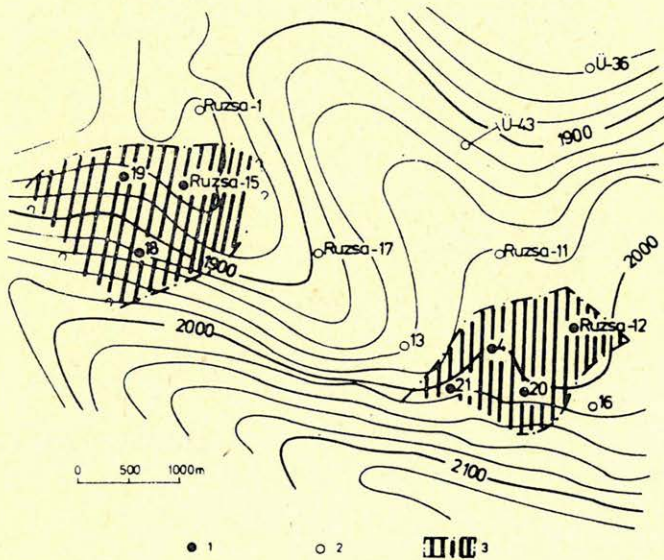


Geo 89/7-2.1

2.1. ábra. Földtani metszet a Komádi-15-17-22. fúrásokon keresztül. Jelmagyarázat: 1. kőolajtelep, Szerkesztette: Lawson A. Stanislas

Рис. 2.1. Геологический разрез по скважинам Комádi-15, -17, -22. Легенда: 1- нефтяная залежь. Составил: Lawson A. Stanislas

Fig. 2.1. Geological cross-section across Komádi-15, -17, -22. boreholes. Legend: 1. Oil reservoir. Compiled by Lawson A. Stanislas



Geo 89/7-2.3

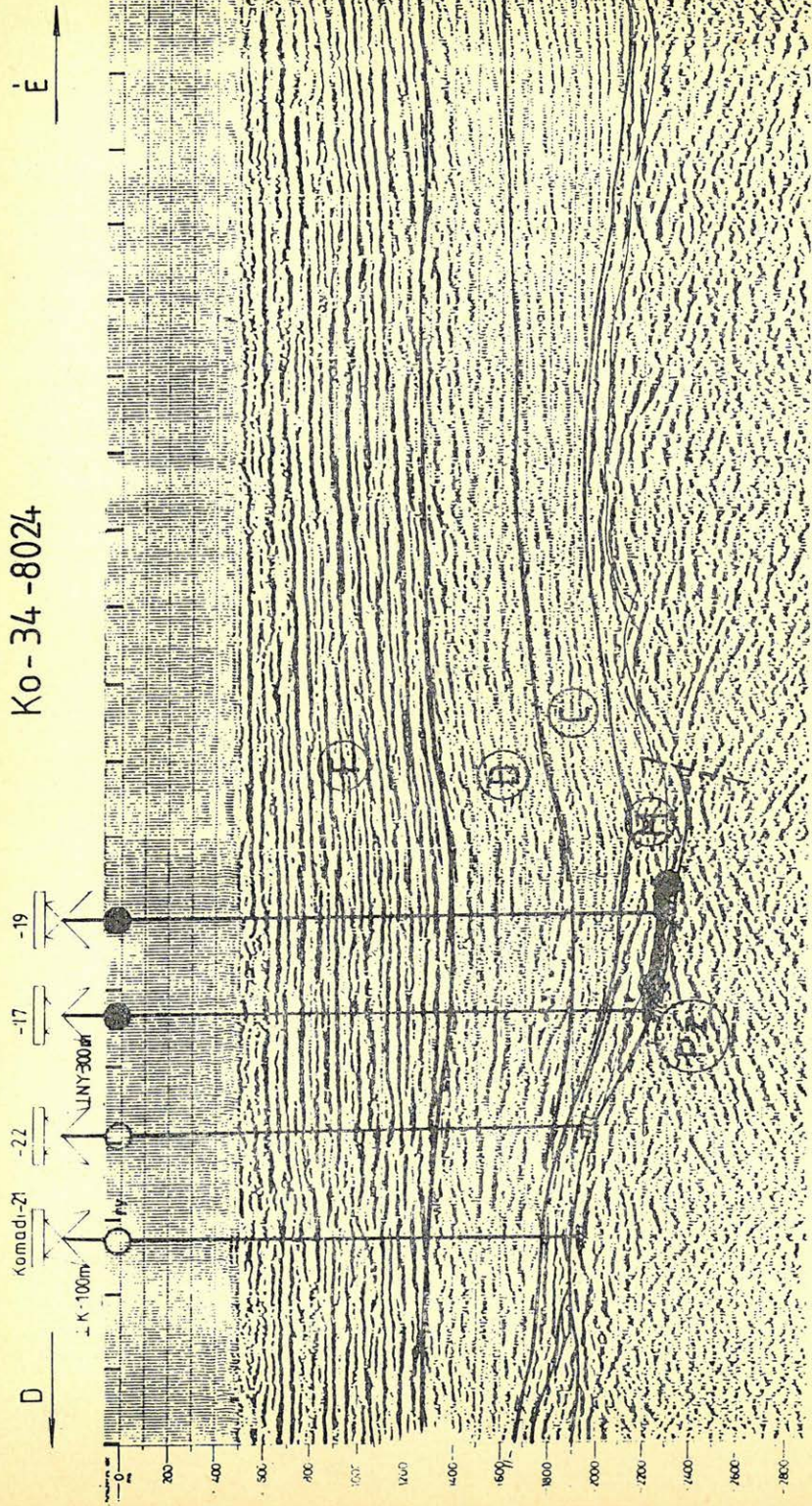
2.3. ábra. Ruzsa-Bordány: alsópannoniai fekü közeli szint szeizmikus időtérképe. Jelmagyarázat: 1. a miocén összletből kőolajtermelő fúrás, 2. a miocén összletből meddő fúrás, 3. miocén kőolajtelep

Рис. 2.3. Сейсмическая карта времени отражения близкого горизонта нижнепаннонской постели месторождения Ружа-Богданы. Легенда: 1- нефтяная скважина из миоценовой толщи, 2- непродуктивная скважина из миоценовой толщи, 3- миоценовая нефтяная залежь

Fig. 2.3. Ruzsa-Bordány: Seismic reflection time map of the level near the base of Lower Pannonian sediments. Legend: 1. Well producing oil from Miocene formation, 2. Non-producer well in Miocene complex, 3. Oil reservoir in Miocene complex



Ко-34-8024



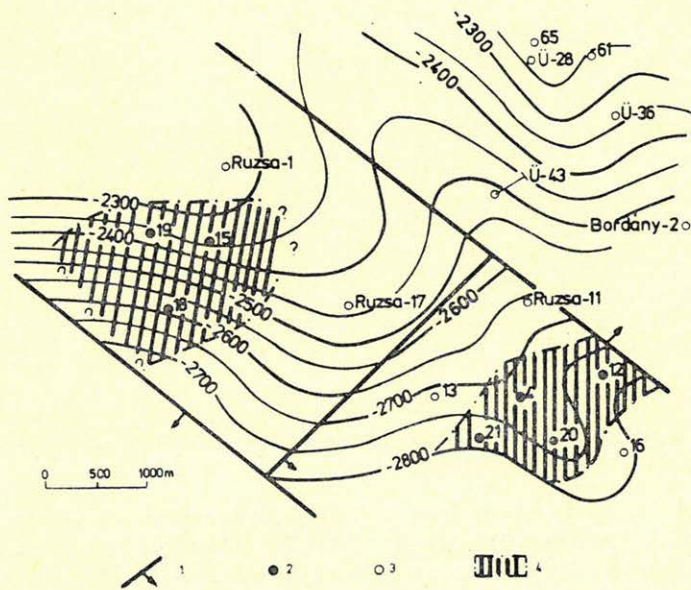
Geo 89/7-2.2

2.2. ábra. Ko-34-8024 Szeizmikus szelvény. A medencetüledékek szeizmikus faciesei (F, D, C, M), A medencelajzat képződésényei (Pz). A Komádi-17-19-21-22 fúrások rétegvizsgálatai adatai és kétrminősítése  
 Рис. 2.2. Сейсмическая карта Ко-34-8024. Сейсмические фации осадков бассейна (F, D, C, M).  
 Образования низа бассейна (Pz). Результаты опробования скважин Комádi -17, -19, -21, -22 и аттестация скважин  
 Fíg. 2.2. Seismic profile No Ko-34-8024. Seismic facies (F, D, C, M) of the basin filling sediments.  
 Formations of basement (Pz). Production test data and qualification of Komádi-17, -19, -21, -22. wells



mállott, repedezett részében és a rátelepült rétegben (2.1. ábra). A Komádi – 17., – 19. fúrásokkal 3000 m alatt a metamorf kőzetanyagú medencealjzat lejtőjén és a rátelepülő törmelékes miocén összletben tártunk fel kőolajfelhalmozódást. Ezt tanulmányozhatjuk a Ko-34-8024 szeizmikus szelvényen (2.2. ábra). A diszkordancia felület mállott repedezett részéből és a rátelepülő törmelékes miocén rétegekből a Komádi – 17. fúrásban a 3121 – 3132 m közötti szakaszból 4 mm-es fúvókán 2,1 m<sup>3</sup>/nap kőolajat és 2,5 m<sup>3</sup>/nap vizet, a Komádi – 19-ben a 3115 – 3126 m közötti szakaszból 3,5 m<sup>3</sup>/nap dugattyúzással kiemelhető kőolajat és 1 m<sup>3</sup>/nap vizet kaptunk. A kőolaj a miocén és a pannóniai rétegekből jelenlegi helyére migrálhatott. A kőolaj a kompaktabb, impermeabilis lejtős medencealjzati szakasz és a miocén márgák által leárnyékolta tárolóban csapdázódott. A telep továbbkutatását a szeizmikus szelvényeken meghatározható medencealjzat hasonló szerkezeti helyzetű részeinek mélyfúrások feltárásával végezhetjük. A kutatás eredményességét növelheti a migrációs szintek kijelölése.

Hasonló a helyzet a Ruzsa – 15. fúrás környékén, ahol a miocén összletben feltárt kőolajtelep nem kötődik az alsópannóniai fekvő közeli gyenge szerkezeti



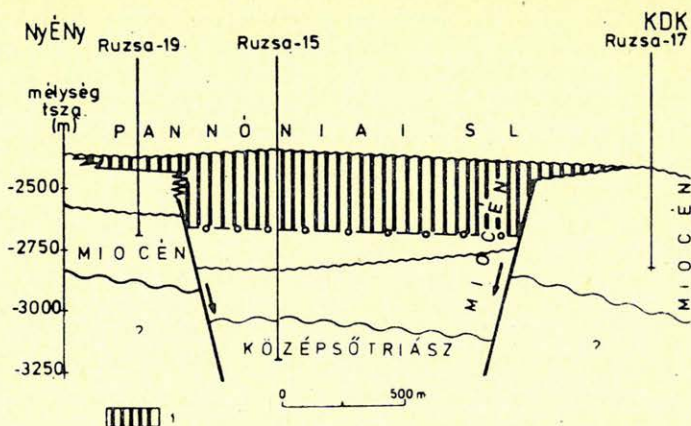
Geo 89/7-2.4

2.4. ábra. Ruzsa – Bordány: miocén képződmények tetőtérképe. Jelmagyarázat: 1. törés elvetési iránnyal, 2. kőolajtermelő fúrás a miocén összletből, 3. a miocén összletből meddő fúrás, 4. miocén kőolajtelep. Szerkesztette: Tatár Andrásné

Рис. 2.4. Карта кровли миоценовых образований месторождения Ружа – Богдань. Легенда: 1- тектонический сдвиг с направлением сброса, 2- нефтяная скважина из миоценовой толщи, 3- непродуктивная скважина по миоценовой толще, 4- миоценовая нефтяная залежь. Составила: Tatár Andrásné

Fig. 2.4. Ruzsa – Bordány: Contour map of the top of Miocene formations. Legend: 1. Fault with the direction of movement, 2. Producer well oil from Miocene formations, 3. Non-producer well from Miocene formations, 4. Miocene oil reservoir. Compiled by Eva Tatár





Geo 89/7-2.5

2.5. ábra. Vázlatos földtani metszet a Ruzsa-19-15-17. fúrásokon keresztül. Jelmagyarázat: 1. kőolajtelep. Szerkesztette: Tatár Andrásné

Рис. 2.5. Схематический геологический разрез по скважинам Ружа - 19, - 15, - 17. Легенда: 1 - нефтяная залежь. Составила: Tatár Andrásné

Fig. 2.5. Schematic cross-section across Ruzsa-19, -16, -17. boreholes. Legend: 1. Oil reservoir, Compiled by Eva Tatár

indikációhoz (2.3. ábra). A miocén tetőtérképen ábrázolva kimondottan monokli nálison helyezkedik el (2.4. ábra) és részben kitölti a miocén süllyedéket (2.5. ábra).

### 3. Miocén rétegekben és a pannóniai összlet Marosi Formációjában levő litológiai és hidrodinamikai záródású telepek

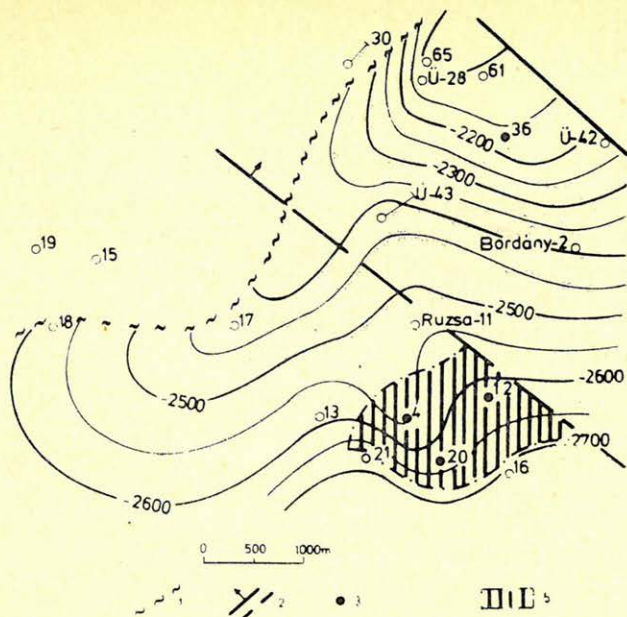
A Ruzsa-4. fúrás környékén a miocén törmelékes összletben és a Keceli Bazalt Formációban ismerünk egy-egy telítetlen kőolajtelepet. A telepek ugyan egy prekambriumi medencealjzati gerinc fölött helyezkednek el, záródásuk azonban litológiai és tektonikus (2.4, 3.1. és 3.2. ábrák).

Dorozmán a miocén és a pannóniai képződmények határán levő kőolajtelepnek a Tótkomlósi Mészmarga Formációban levő része a szerkezet ÉK-i szárnyán helyezkedik el (3.3. és 3.4. ábra).

Martfűn a Mar-25. fúrásban a miocén összleten belül olyan litológiai záródású kőolajtelepet ismerünk, amely a szeizmikus időtérképen egyértelműen szárnyhelyzetben van (3.5. ábra). A vázlatos földtani metszet a telep elhelyezkedését és a tároló litológiai záródását mutatja (3.6. ábra). A telep tárolója egy szeizmikus hullámhossznál vékonyabb miocén összleten belül kiékelődő homokkő, kutatása a rendelkezésre álló szeizmikus szelvények alapján nem lehetséges.

Ezt láthatjuk a Ti-4-7712 szeizmikus szelvényen (3.7. ábra).





Geo 89/7-3.1

3.1. ábra. Ruzsa – Bordány: a Keceli Bazalt Formáció tetőtérképe. Jelmagyarázat: 1. a Kecel Bazalt Formáció elterjedésének határa, 2. törés elvetési iránnyal, 3. kőolajtermelő fúrás a Kecel Bazalt Formációból, 5. meddő fúrás a Keceli Bazalt Formációból, 4. kőolajtelep. Szerkesztette: Tatár Andrásné

Рис. 3.1. Карта кровли Базальтовой формации Кецель месторождения Ружа-Богданы. Легенда: 1- контур Базальтовой формации Кецель, 2- сдвиг с направлением сброса, 3- нефтяная скважина по Базальтовой формации Кецель, 5 – нефтяная залежь. Составила: Tatár Andrásné

Fig. 3.1. Ruzsa – Bordány: Contour map of the top of Kecel Basalt Formation. Legend: 1. The boundary of the extension of Kecel Basalt Formation, 2. Fault with the direction of movement, 3. Well producing oil from Kecel Basalt Formation, 4. Dry well in Kecel Basalt Formation, 5. Oil reservoir. Compiled by Eva Tatár

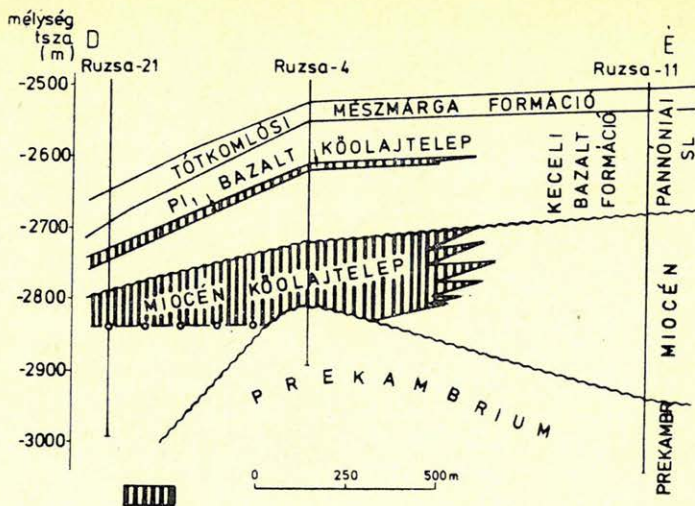
Hasonló a helyzet a Földes – 11. fúrásban levő kőolajtelep esetében is (3.8. ábra).

Csanádapácán a Békési Konglomerátum Formációban levő kőolajtelep a tároló szerkezeti maximumától keletre helyezkedik el (3.9. ábra). Feltehetően hidrodinamikai csapdázódású telep.

#### 4. A pannóniai s. l. Szolnoki- és Algyői Formációjában levő telepek

Ezek a telepek kiékelődő homokkövekhez kötődnek. Többnyire paleogeomorfológiai dóm szárnyán helyezkednek el. Már régóta kutatjuk őket és csak részben, illetve csak egy részük sorolható a rejtett csapdákhoz. Kutatásukban a fő probléma egyrészt az, hogy a szerkezet tetőzónájától milyen távolságra





Geo 89/7-3.2

3.2. ábra. Vázlatos földtani metszet a Ruzsa-21-4-11. fúrásokon keresztül. Jelmagyarázat: 1. kőolajtelep. Szerkesztette: Tatár Andrásné

Рис. 3.2. Схематический геологический разрез по скважинам Ружа-21, -4, -11. Легенда: 1- нефтяная залежь. Составила: Tatár Andrásné

Fig. 3.2. Schematic cross-section across Ruzsa-21, -4, -11. boreholes. Legend: 1. Oil reservoir. Compiled by Eva Tatár

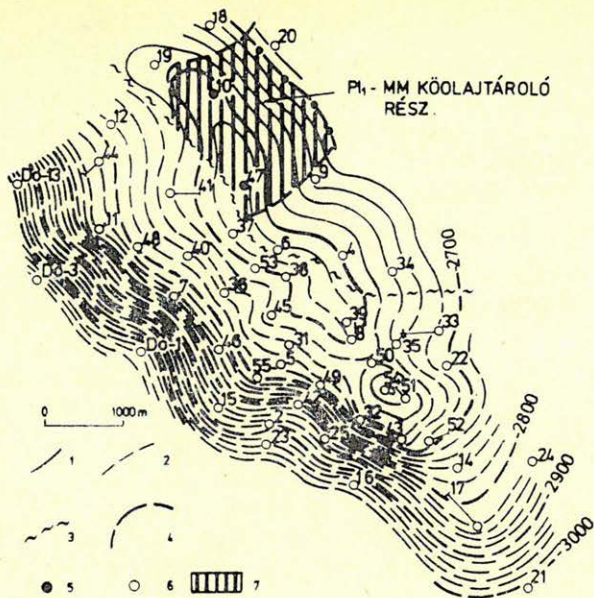
válík a homokkő tárolóképesse, másrészt a kiékelődésen kívül milyen csapdázó tényezők érvényesülnek még, melyek azok a delta fáciesek, amelyek leginkább tárolók és csapdaalkotók, és ezek mennyire mutathatók ki felszíni módszerekkel. Biharkeresztesen a földgáztároló homokkőszinttáj szeizmikus időtérképén levő maximumokhoz viszonylag közel, azok ÉNy-i oldalán, részben a maximumok közötti „nyergekben” vannak a földgáztelepek (4.1. ábra). A szeizmikus szelvényeken a kiékelődő, elmárgásodó, a deltalejtő aljához és a prodelta-hoz tartozó földgáztároló homokkövek viszonylag jól követhető reflexiókhoz kapcsolódnak (4.2. ábra). A szinttájak szeizmikus szelvények alapján jól kutathatók. Seislog szelvények birtokában a gáz-víz határ kijelölésére is kísérletet tehetnének a szeizmikus adatok alapján.

Mezőpeterden az alsópannóniai fekvő szeizmikus időtérképén levő maximumokhoz viszonyítva már távolabb jelentkeznek az alsópannóniai földgáztelepek (4.3. ábra).

Dévaványán a települt boltozatnak csak a DK-i oldala tárol és a szerkezet még töréssel is kombinálódik (4.4. és 4.5. ábra). Ez a vető a szeizmikus szelvényen is jelentkezik (4.6. ábra).

A Sáránd-I. alapfúrásban a tektonikai deformációt szenvedett deltalejtő fácies homokköveiben éghető gázt és kondenzátumot tartalmazó telepet ismerünk meg. Az 1975,0-2000,0+2007,0-2020,0 m között megnyitott homokkő





Geo 89/7-3.3

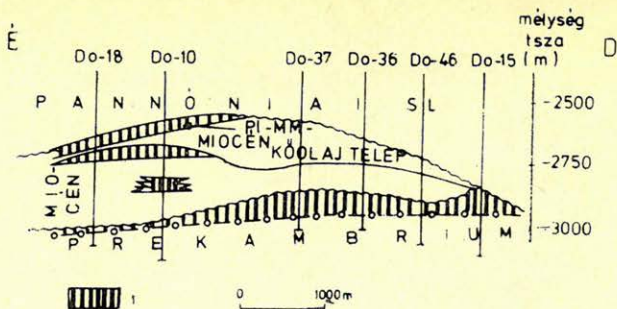
3.3. ábra. Dorozsma. Tótkomlói Mészmarga Formáció tető és a pannóniai s. 1. képződmények fektérképe. Jelmagyarázat: 1. a Tótkomlói Mészmarga Formáció tető szintvonalai tengerszint alatt, 2. a pannóniai s. 1. képződmények fektüének szintvonalai tengerszint alatt, 3. A Tótkomlói Mészmarga Formáció elterjedési határa, 4. A Tótkomlói Mészmarga Formáció impermeábilissá válása, 5. kőolajtermelő fúrás a Tótkomlói Mészmarga Formációból, 6. egyéb fúrások, 7. kőolajtelep a Tótkomlói Mészmarga Formációban. Szerkesztette: Monori Lászlóné

Рис. 3.3. Карта кровли известково-мергелистой формации Тоткомлош и постели образований паннона (по старому понятию) месторождения Дорожма. Легенда: 1- изогипсы кровли известково-мергелистой формации Тоткомлош под уровнем моря, 2- изогипсы постели паннонских (по старому наименованию) образований под уровнем моря 3- контуры известково-мергелистой формации Тоткомлош, 4- пределы превращения в непроницаемую известково-мергелистую дормацию Тоткомлош, 5- нефтяная скважина по известково-мергелистой формации Тоткомлош, 6- прочие скважины, 7- нефтяная залежь в известково-мергелистой формации Тоткомлош. Составила: Monori Lászlóné

Fig. 3.3. Dorozsma. Contour map of the top Tótkomlós Calcareous Marl Formation and of the base of Pannonian s. l. formations. Legend: 1. Contours below sea level of the top of Tótkomlós Calcareous Marl Formation 2. Contours below sea level of the base of Pannonian s. l. formations, 3. Boundary of spreading of the Tótkomlós Calcareous Marl Formation, 4. Becoming impermeable of Tótkomlós Calcareous Marl Formation, 5. Well producing oil from Tótkomlós Calcareous Marl Formation, 6. Other boreholes, 7. Oil reservoir in the Tótkomlós Calcareous Marl Formation. Plotted by Maria Monori

rétegekből 6 mm-es fúvókán 11 000 m<sup>3</sup>/nap földgáz és 2,28 m<sup>3</sup>/nap kondenzátum beáramlás volt. A Ko-57-7724 szeizmikus szelvény hullámképe alapján a csapdázódás lehetőségének felismeréséhez igen nagy fantázia, rutin kell. A hasonló rejtett csapdák kimutatásához jó minőségű, nagy felbontóképességű szeizmikus szelvényekre van szükség. Az akkumuláció helyének kimutatásában speciális geofizikai mérések, speciális szeizmikus szelvényfeldolgozások segíthetnek.



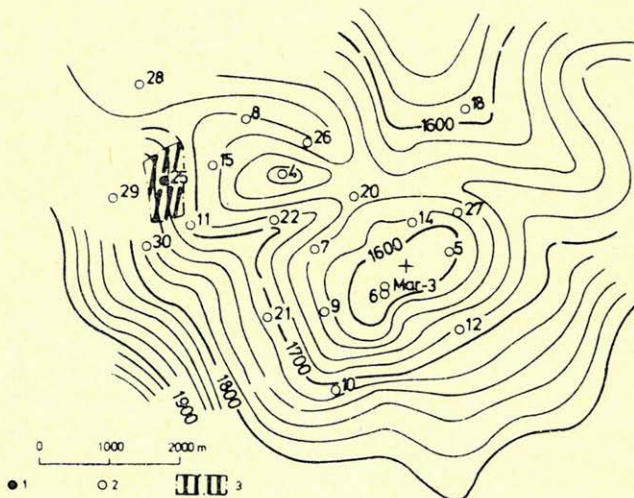


Geo 89/7-3.4

3.4. ábra. Vázlatos földtani metszet a Do-18-10-37-36-46-15. fúrásokon keresztül. Jelmagyarázat: 1. kőolajtelep. Szerkesztette: Olasz József

Рис. 3.4. Схематический геологический разрез по скважинам До-18, -10, -37, -36, -46, -15. Легенда: 1- нефтяная залежь. Составил: Olasz József

Fig. 3.4. Schematic cross-section across Do-18, -10, -37, -36, -46, -15. boreholes. Legend: 1. Oil reservoir, Compiled by József Olasz



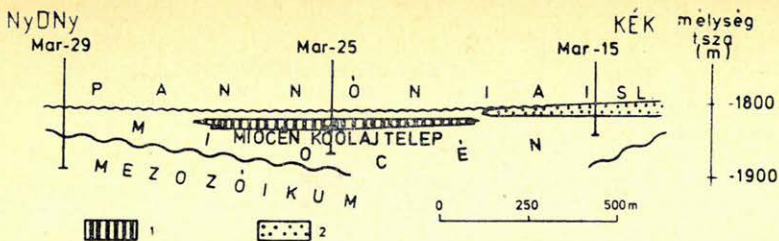
Geo 89/7-3.5

3.5. ábra. Martfű. Alsópannoniai fekvő szeizmikus időszintvonalas térképe. Jelmagyarázat: 1. kőolajtermelő fúrás a miocén összletből, 2. meddő vagy földgáztermelő fúrás a miocén összletből, 3. kőolajtelep

Рис. 3.5. Сейсмическая карта времени отражения нижнепаннонской постели месторождения Мартфю. Легенда: 1- нефтяная скважина по миоценовой толщи, 2- непродуктивная или газовая скважина по миоценовой толщи, 3- нефтяная залежь

Fig. 3.5. Martfű. Contour map of seismic reflection time of the base of Lower Pannonian formations. Legend: 1. Well producing oil from Miocene formations, 2. Dry well or well producing gas from Miocene formations, 3. Oil reservoir



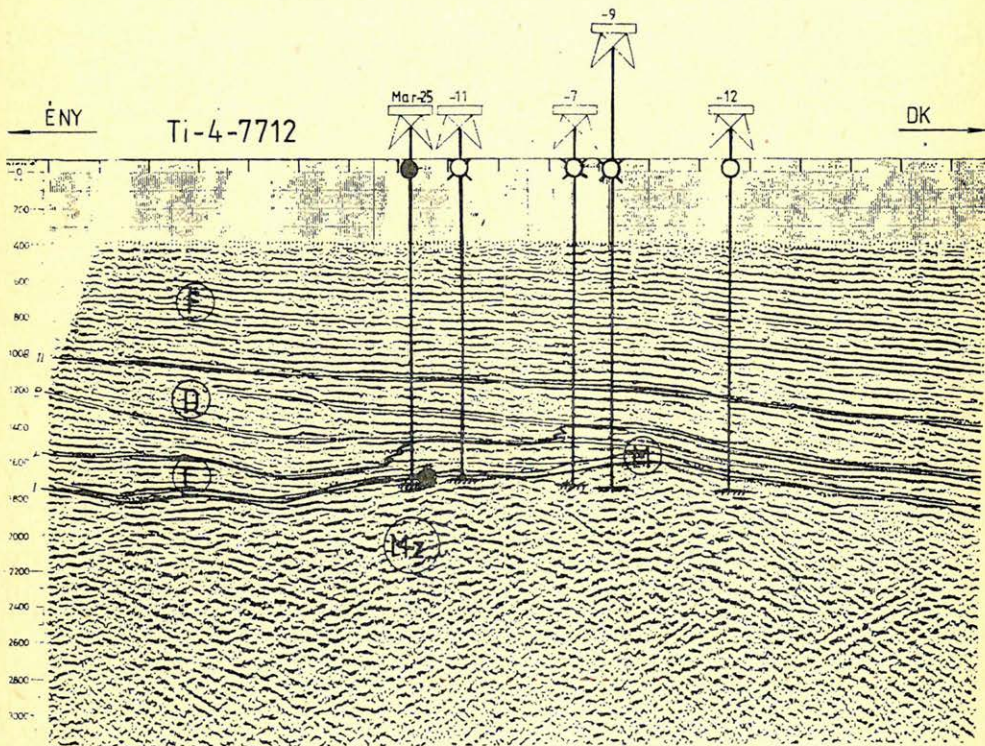


Geo 89/7-3.6

3.6. ábra. Vázlatos földtani metszet a Mar-29-25-15. fúrásokon keresztül. Jelmagyarázat: 1. kőolajtelep, 2. földgáztelep. Szerkesztette: Dr. Szentgyörgyi Károlyné

Рис. 3.6. Схематический геологический разрез по скважинам Мар-29, -25, -15. Легенда: 1- нефтяная залежь, 2- газовая залежь. Составила: Dr. Szentgyörgyi Károlyné

Fig. 3.6. Schematic cross-section across Mar-29, -25, -15. boreholes. Legend: 1. Oil reservoir, 2 Gas reservoir. Compiled by Maria Szentgyörgyi



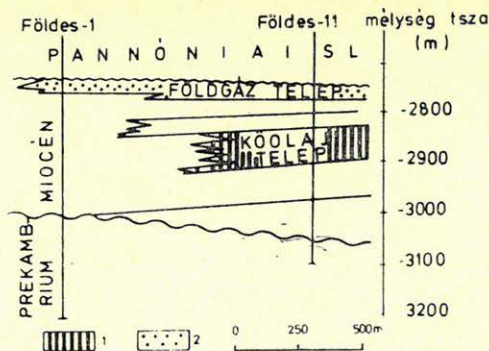
Geo 89/7-3.7

3.7. ábra. Ti-4-7712 szeizmikus szelvény. A medence üledékek szeizmikus fáciesei (F, D, C, M). A medencealjazat képződményei (Mz). A Mar-7-9-11-12. fúrások kútminősítése, a Mar-25 fúrás miocén rétegvizsgálata adatai és kútminősítése

Рис. 3.7. Сейсмическая карта Ти-4-7712. Сейсмические фации (F, D, C, M) осадков бассейна. Образования низа бассейна (Mz). Аттестация скважин Мар-7, -9, -11, -12, результаты опробования скв. Мар-25 по миоценовым горизонтам аттестация скважины.

Fig. 3.7. Ti-4-7712 seismic profile. Seismic facies (F, D, C, M) of the basin filling sediments. Formations (Mz) of the basement. Qualification of Mar-7, -9, -11, -12. wells, production tests data and qualification of Mar-25. well



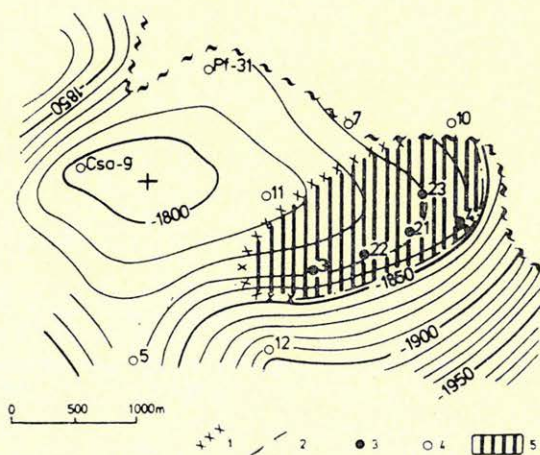


Geo 89/7-3.8

3.8. ábra. Vázlatos földtani metszet a Földes-1-11. fúrásokon keresztül. Jelmagyarázat: 1. kőolajtelep, 2. földgáztelep. Szerkesztette: Dr. Szentgyörgyi Károlyné

Рис. 3.8. Схематический геологический разрез по скважинам Фелдеш-1, -11, Легенда: 1- нефтяная залежь, 2- газовая залежь. Составила: Dr. Szentgyörgyi Károlyné

Fig. 3.8. Schematic cross-section across Földes-1, -11 boreholes. Legend: 1. Oil reservoir, 2. Gas reservoir. Compiled by Maria Szentgyörgyi



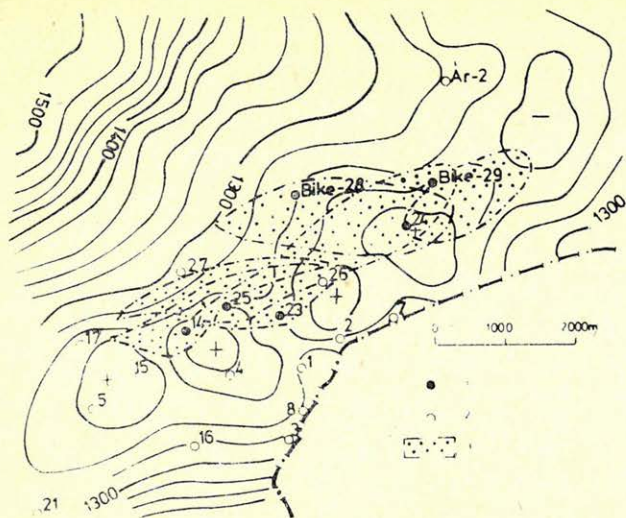
Geo 89/7-3.9

3.9. ábra. Csanádapáca. Békési Konglomerátum Formáció tetőtérképe. Jelmagyarázat: 1. a kőolajtelep hidrodinamikai záródása, 2. kőolaj-víz fázishatár, 3. kőolajtermelő fúrás, 4. meddő fúrás, 5. kőolajtelep. Szerkesztette: Pap Sándor

Рис. 3.9. Карта кровли конгломератной формации Бекеш месторождения Чанадапáца. Легенда: 1- гидродинамическое запирание нефтяной залежи, 2- нефте-водяной контур, 3- нефтяная скважина, 4- непродуктивная скважина, 5- нефтяная залежь. Составил: Pap Sándor

Fig. 3.9. Csanádapáca. Contour map of the top of Békés Conglomerate Formation. Legend: 1. Hydrodynamic sealing of the oil reservoir, 2. Oil-water contact, 3. Producer oil well, 4. Non-producer well, 5. Oil reservoir. Compiled by Sándor Pap





Gen 89/7-4.1

4.1. ábra. Biharkeresztes. Alsópannoniai földgáztároló homokkőszinttáj szeizmikus időtérképe. Jelmagyarázat: 1. földgáztermelő fúrás az alsópannoniai földgáztároló homokkőszinttájából, 2. meddő fúrás ugyanabban a szinttájban, 3. földgáztelepek a szinttájban

Рис. 4.1. Сейсмическая карта по времени отражения песчаников нижепаннонской газовой залежи месторождения Бихаркерешеш. Легенда: 1- газовая скважина по песчаникам нижепаннонской газовой залежи, 2- непродуктивные скважины оттуда же, 3- газовые залежи в песчаных горизонтах

Fig. 4.1. Biharkeresztes. Seismic time map of the zone of Lower Pannonian gas reservoir sandstone bodies. Legend: 1. Well producing gas from the zone of Lower Pannonian gas reservoir sandstone bodies, 2. Non-producer well in the same zone, 3. Gas reservoirs on the same zone

### 5. A pannóniai s. l. Törteli Formációjában és Hevesi Formációjában levő telepek

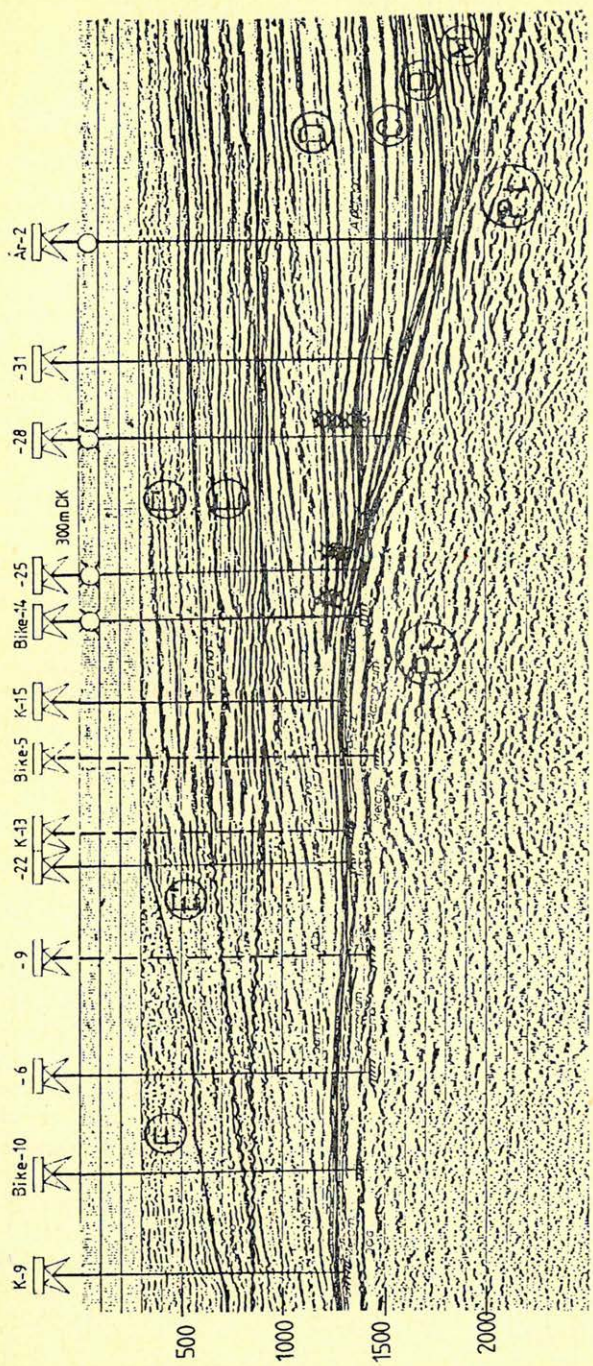
Ebből az összletből ismert telepek nagyon kis százaléká tartozik ide. Olyan telepek ezek, amelyeket eddig nem tudtunk jól meghatározható szerkezetekhez, csapdákhöz kötni. Szerkezetük jellegét az utóbbi években kezdjük megismerni, kutatásuk metodikáját kidolgozni.

Még 1984-ben elhatároztuk, hogy metodikai céllal a Ba-15-8124 szeizmikus szelvényen a felszínig hatoló neogén vetők által felszabdalt, kibillent, boltozódott blokkokat sekély fúrásokkal megkutatjuk (5.1. ábra). A Kokad-1. fúrás sikeres volt, földgáztelepet tárt fel. Az 1295,5-1302,0 m között megnyitott homokkő rétegből 15 200 m<sup>3</sup>/nap éghető földgáz és 12 m<sup>3</sup>/nap víz beáramlást kaptunk. A Kokad-2. és fúrás meddő ill. gáznyomos lett. A területen mért WEGA-D komplex geoelektromos mérések ismételt feldolgozásához - a betanításhoz, interpretálásához javasoltuk a Sáránd-1, és a Kokad-1. fúrások pannóniai földgáztelepeit is figyelembe venni. A pannóniai földgáztelepek bevonásával a nagyvastagságú medenceüledékek felső részében akkumulálódott gázok és a nagymélységű aljzathoz kapcsolódó felhalmozódások anomáliájának elkülönítését szerettük volna elérni. Eddigi tapasztalatunk



Ка-153-8224

DNY



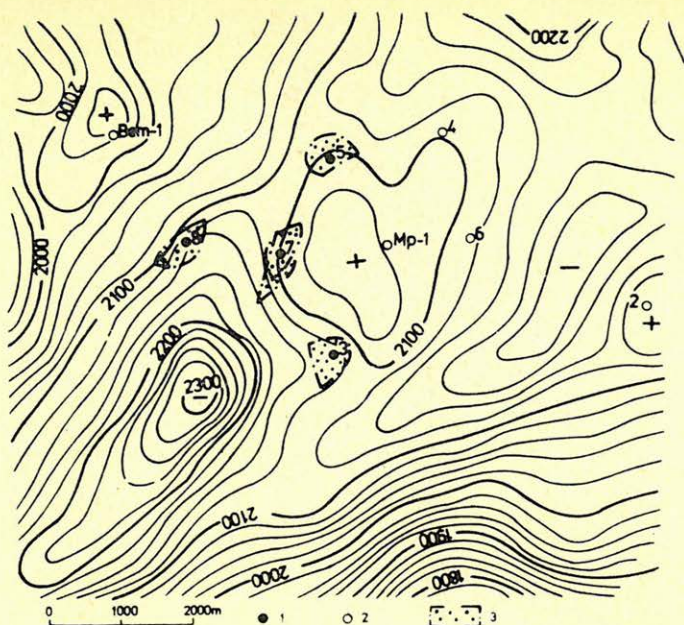
Geo 89/7-4.2

4.2. ábra. Ka-153 8224 szeizmikus időszelvény. A medence üledékek szeizmikus fáciesei (F: tavi-folyóvízi képződmények, E' és E delta síkság képződményei, D deltafront, deltaletjtő képződményei, C prodelta képződményei, B bazális képződmények, M miocén képződmények) A medencealjzat képződményei (Pt) A produktív kikelődő alsóparannóiai homokköveket harántolt fúrások Bike-14-25 28, Ar-2 fúrások rétegvizsgálatai adatai és kűtminősítései

Рис. 4.2. Сейсмическая карта по времени отрожения Ка-153-8224. Сейсмические фаши осадков бассейна (F - осадки рек и озер, E' и E-образования дельта-равнины, D - образования дельта-фронта и дельта-склона, C - продельта-образования, B- базальные образования, M- миоценовые образования. Образование низа бассейна (Pt). Скважины Бике-14, -25, -28 и Ар-2 разбуривающие продуктивные нижепаранноские песчаники выклинования. Результаты опробования скважин и их аттестации

Fig. 4.2. Ka-153 8224 seismic profile. Seismic facies of the sedimentary sequence (F: fluvio-lacustric sediments, E' and E formations of delta plain, D: formations of delta front and delta slope, C: prodelta formations, B: basal formations, M: Miocene formations). Formations of the basement (Pt). Production test data and qualifications of the Bike-14, -25, -28, and Ar-2. wells, penetrating the productive, pinching-out Lower Pannonian sandstone bodies





Geo 89/7-4.3

4.3. ábra. Mezőpeterd. Alsópannóniai fekvő szeizmikus időtérképe. Jelmagyarázat: 1. földgáztermelő fúrás alsópannóniai homokkőből, 2. meddő fúrás, 3. alsópannóniai földgáztelep

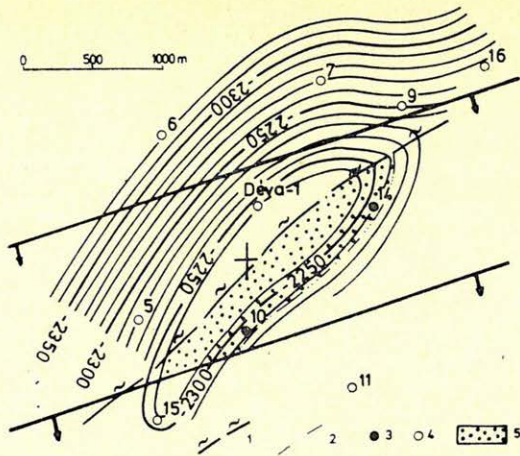
Рис. 4.3. Сейсмическая карта по времени отражения нижнепаннонской постели месторождения Меzőпéterд. Легенда: 1- газовая скважина по нижнепаннонским песчаникам, 2- непродуктивная скважина, 3- нижнепаннонская газовая залежь

Fig. 4.3. Mezőpeterd. Seismic time map of the base of Lower Pannonian formations. Legend: 1. Well producing gas form Lower Pannonian sandstone, 2. Dry well, 3. Lower Pannonian gas reservoir

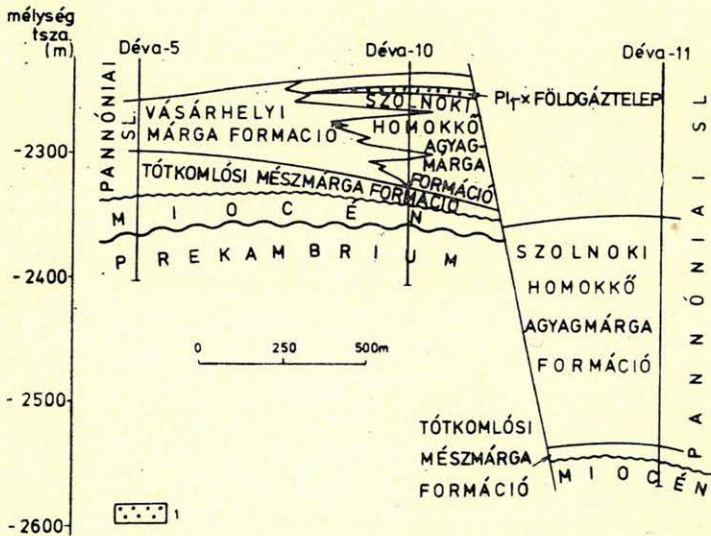
alapján ez sikerült. Az aljzati haránt vető fölött megjelenő virágszerkezetek fölött a WEGA – D anomáliák felerősödtek. Egy ilyen markáns anomália szénhidrogénföldtani értékének megállapítására mélyítettük a Sáránd – sekély-1. fúrást (5.2. ábra). A De – 8 – 8524 SL szeizmikus szelvény (5.3. ábra) szemlélteti a fúrás és a fúrásban megismert telepek helyzetét a virágszerkezet belső, vetőkkel határolt boltozódott zónájában. A fúrásban a 2145 – 2151,5 m közötti homokkő szakaszból 6 m-es fúvókán 12 900 m<sup>3</sup>/nap éghető földgáz és 12 m<sup>3</sup>/nap víz, az 1827,0 – 1848,0 m közöttiből 6 mm-es fúvókán 27 200 m<sup>3</sup>/nap földgáz és 10,8 m<sup>3</sup>/nap vízbeáramlás volt.

Kokad – 1. fúrás környékén a WEGA – D anomáliára és az L' lyukgeofizikai markerra kiserkesztett vetőkkel tagolt szeizmikus szint maximumainak kutatására mélyítettük a Kokad – 5, – 6, – 7. sekély fúrásokat. Az anomália 40% valószínűségi értékén kívül levő Kokad – 6, – 7. fúrások meddők lettek. Az ezen belüli Kokad – 5. fúrás két földgáztelepet tárt fel. Az 1400,0 – 1403,5 m közötti





Geo 89/7-4.4



Geo 89/7-4.5

4.5. ábra. Vázlatos földtani metszet a Déva-5-10-11. fúrásokon keresztül. Jelmagyarázat: 1- földgáztelep. Szerkesztette: Boncz László

Рис. 4.5. Схематический геологический разрез по скважинам Дева-5, -10, -11. Легенда: 1- газовая залежь. Составил: Boncz László

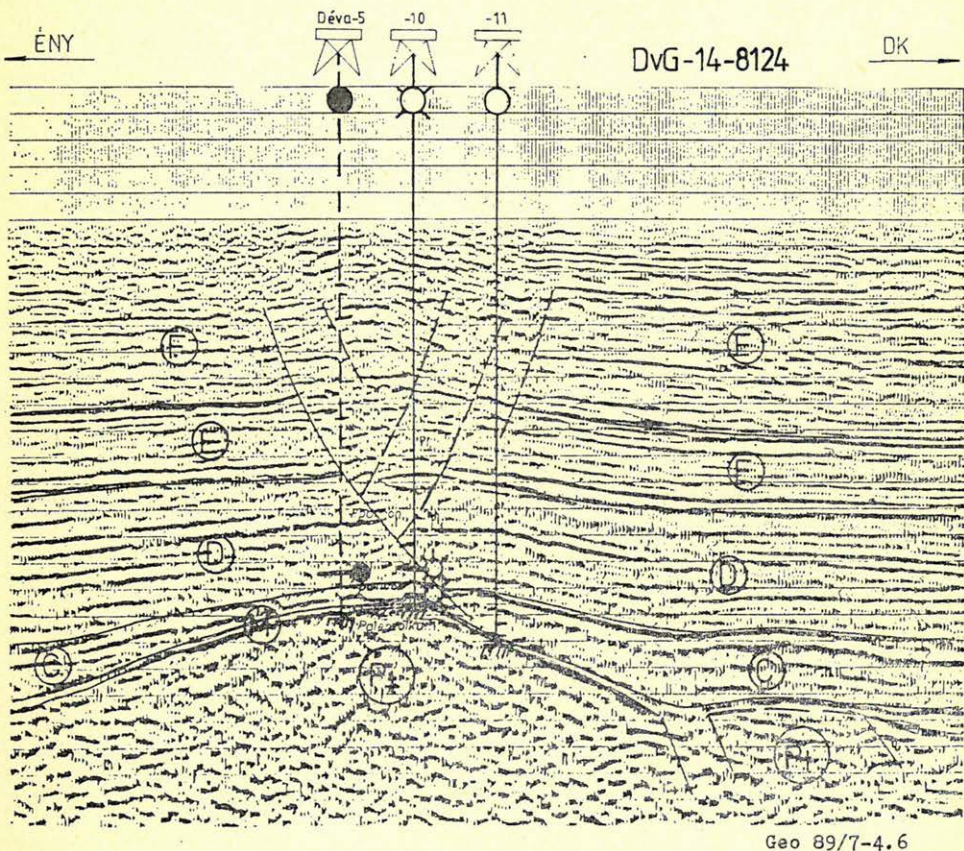
Fig. 4.5. Schematic cross-section across Déva-5, -10, -11 boreholes. Legend: 1. gas reservoir. Compiled by László Boncz



4.4. ábra. Dévaványa. Alsópannoniai-X tároló tetőtérképe. Jelmagyarázat: 1. a tároló impermeábilissá válásának határa, 2. földgáz-víz fázishatár, 3. produktív fúrás, 4. meddő fúrás az alsópannoniai-x szintből, 5. földgáztelep. Szerkesztette: Gajdos István

Рис. 4.4. Карта кровли залежи Нижний паннон-X. Легенда: 1- пределы превращения в непроницаемую залежь, 2- газо-водяной контур, 3- продуктивная скважина, 4- непродуктивная скважина из горизонта Нижний паннон-X, 5- газовая залежь. Составил: Gajdos Istvánné

Fig. 4.4. Dévaványa. Contour map of the top of the Lower Pannonian-X reservoir. Legend: 1. The boundary of the permeability change into impermeability, 2. Gas - water contact, 3. Productive well, 4. Dry well in the Lower Pannonian - X level, 5. Gas reservoir. Compiled by István Gajdos

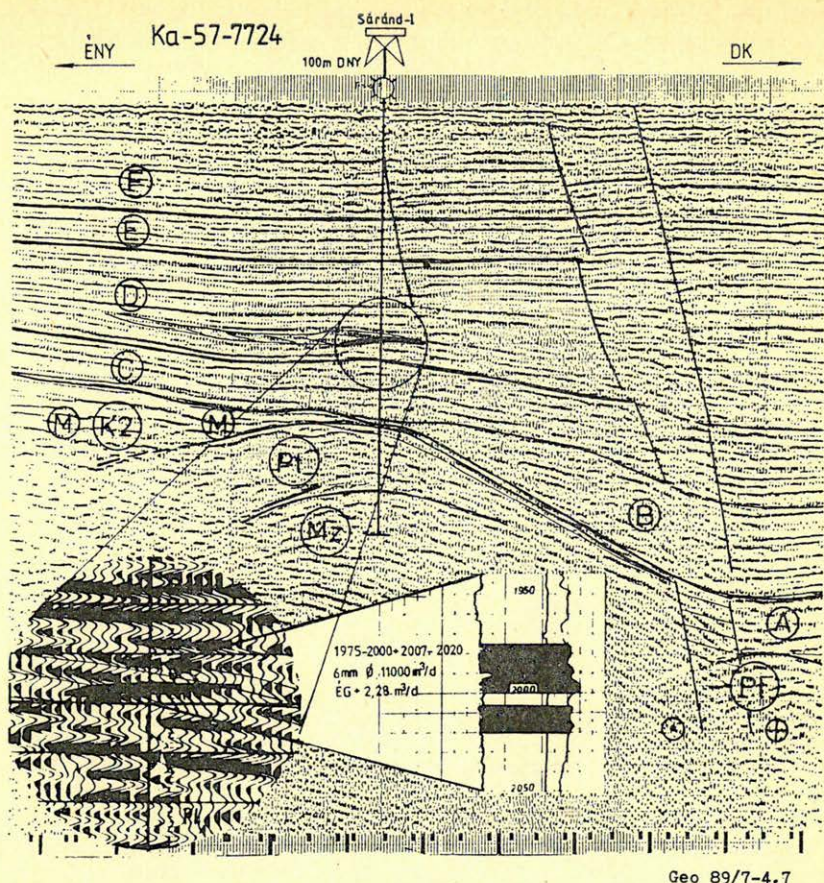


4.6. ábra. DvG-14-8124 szeizmikus szelvény. A medence üledékek szeizmikus fáciesei (F, E, D, C, M) és tektonikai elemei. A medencealjzat képződményei (Pt) és tektonikai elemei. A Déva-5-10-11. fúrások rétegvizsgálati adatai és kútminősítése

Рис. 4.6. Сейсмический профиль ДвГ-14-8124. Сейсмические фации (F, E, D, C, M) и тектонические элементы осадочной толщи бассейна. Образования (Pt) и тектонические элементы Фундамента. Данные опробования и оценки скважин Дева - 5-10-11.

Fig. 4.6. DvG-14-8124 seismic section. Tectonic elements and seismic facies (F, E, D, C, M) of the sedimentary sequence. Tectonic elements and formations (Pt) of the basement. Production test data and qualification of Déva - 5, -10, -11 wells





Geo 89/7-4.7

4.7. ábra. Ka-57-7724. szeizmikus szelvényrészlet. A medence üledékek szeizmikus fáciesei (F, E, D, C, M) és tektonikai elemei. Az aljzat képződményei (Pt, Mz, K2) és tektonikája. A Sáránd - I. fúrás rétegvizsgálatai eredményei

Рис. 4.7. Фрагмент сейсмического профиля Ка-57-7724. Сейсмифации (F, E, D, C, M) и тектонические элементы осадочной толщи бассейна. Образования (Pt, Mz, K<sub>2</sub>) и тектоника фундамента. Результаты опробования скважины Шаранд-1

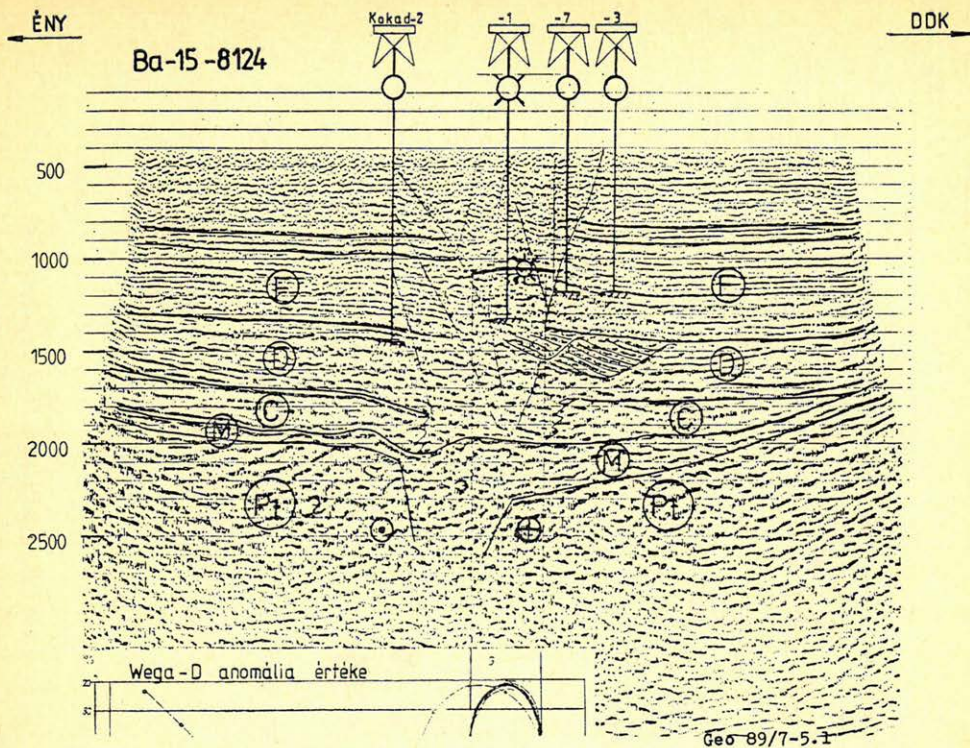
Fig. 4.7. A part of the seismic section N° Ka-57-7724. Tectonic elements and seismic facies (F, E, D, C, M) of the sedimentary sequence. The tectonics and the formations (Pt, Mz, K<sub>2</sub>) of the basement. Well test data of Sáránd-I borehole

5.2. ábra. Sáránd. Az L' marker közelében levő boltzatok dőlésirányjai és a WEGA-D mérések valószínűségi anomáliái. Jelmagyarázat: 1. boltzatok dőlésirányjai, 2. WEGA D valószínűségi anomáliái %-ban, 3. produktív fúrás, 4. tervezett fúrás

Рис. 5.2. Направления склона купол и вероятностные аномалии измерений Wega-D вблизи маркера L' на месторождении Шаранд. Легенда: 1- направления склона купол, 2- вероятностные аномалии измерений Wega-D в %-ах, 3- продуктивная скважина, 4- проектная скважина

Fig. 5.2. Sáránd. Lines of dip of domes near L' marker and WEGA-D anomalies. Legend: 1 Lines of dip of the domes, 2. WEGA-D anomalies in%, 3. Productive well, 4. Planned well

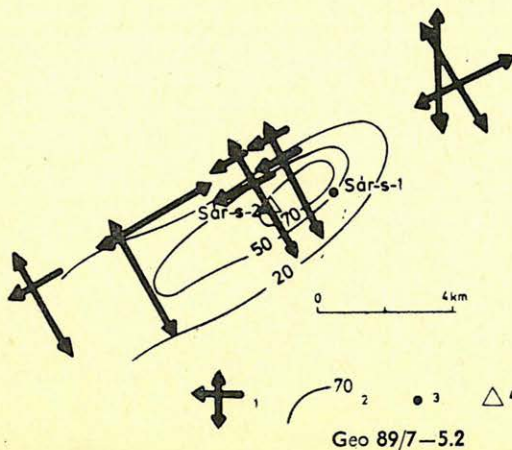




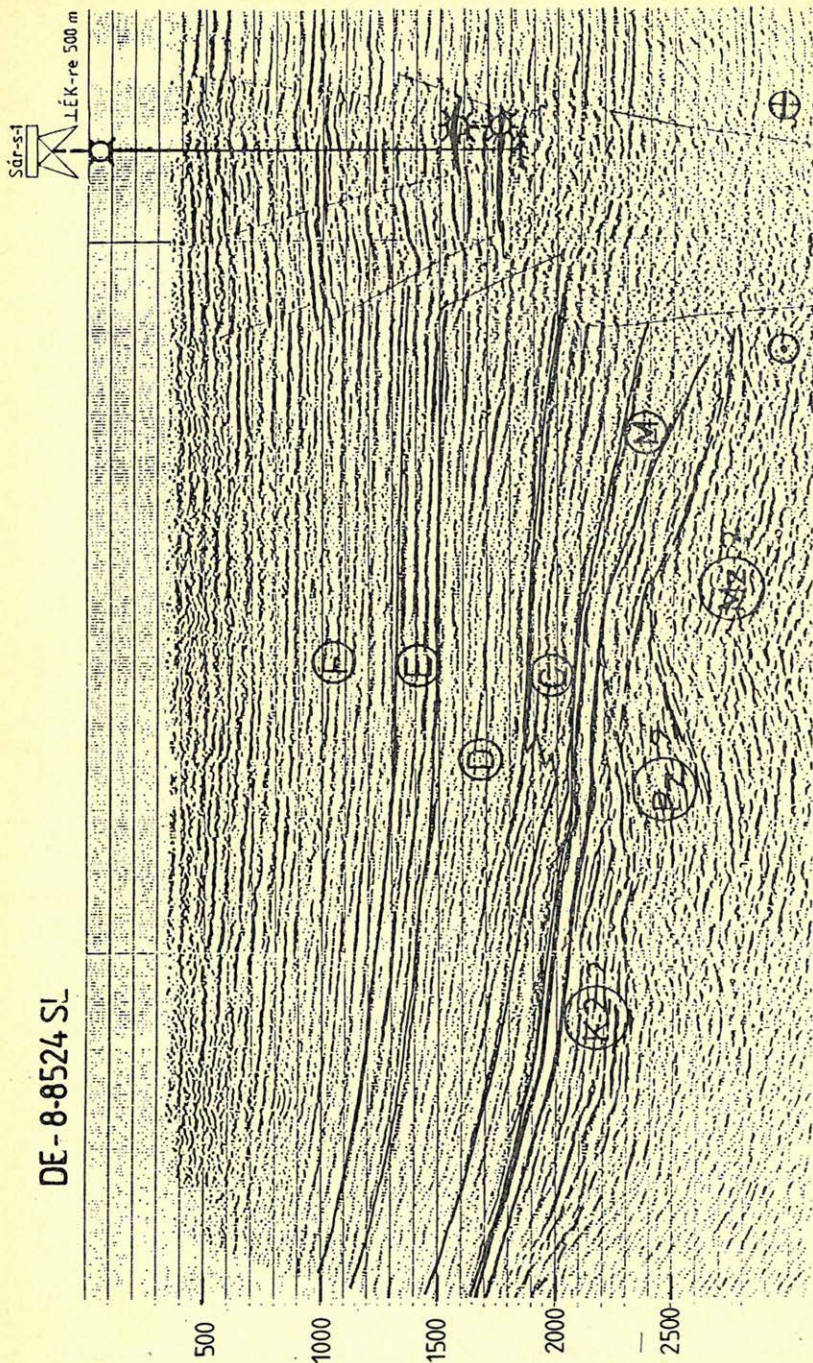
5.1. ábra. Ba-15-8124. szeizmikus szelvény. A medence üledékek szeizmikus fáciesei (F, E, D, C, M) és tektonikája. A medencealjat képződményei (Pt) és tektonikája. A Kokad-1-2-3-7. fúrások rétegvizsgálati eredménye és kútminősítése

Рис. 5.1. Сейсмическая карта Ва-15-8124. Сейсмические фации и тектоника осадков бассейна (F, E, D, C, M). Образование и тектоника низа бассейна (Pt). Результаты опробования и аттестация скважин Кокад-1, -2, -3, -7.

Fig. 5.1. Ba-15-8124 seismic profile. Tectonics and seismic facies (F, E, D, C, M) of the sedimentary sequence. Tectonics and formations (Pt) of the basement. Production test data and qualifications of Kokad-1, -2, -3, -4. boreholes







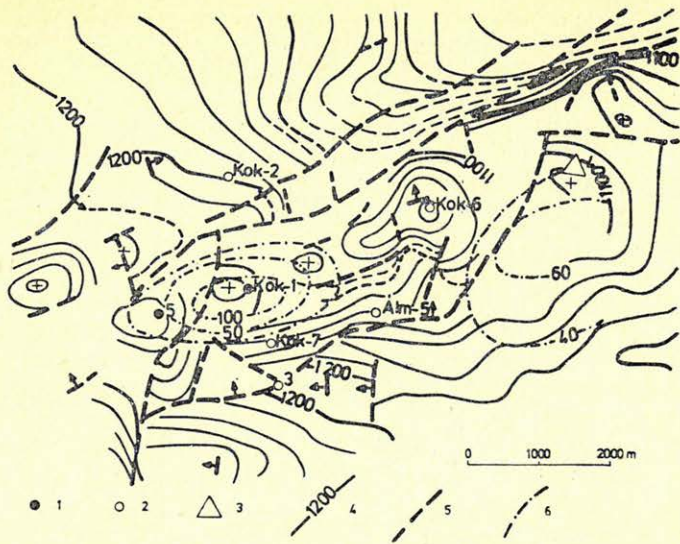
Geo 89/7-5.3

5.3. ábra. De-8-8524 szeizmikus szelvény. A medence üledékek szeizmikus fáciesei (F, E, D, C, M) és tektonikája. A medencealjzat képződményei (K<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>, Mz?) és tektonikája. A Sár-s-1. fúrás rétegvizsgálatai adatai és kútműbővíttése

Рис. 5.3. Сейсмическая карта Де-8-8524. Сейсмические фации (F, E, D, C, M) и тектоника низа бассейна (K<sub>2</sub>?, P<sub>2</sub>?, Mz?). Результаты опробования и аттестации скважины Шар-ш-1

Fig. 5.3. De-8-8524 seismic profile. Tectonics and seismic facies (F, E, D, C, M) of sedimentary sequence. Formations (K<sub>2</sub>?, P<sub>2</sub>?, Mz?) of the basement. Well test data and qualification of Sár-s-1. borehole





Geo 89/7-5.4

5.4. ábra. Kokad. L' marker közeli felület reflexiós idő szintvonalas térképe. Jelmagyarázat: 1. Pannóniai sl. homokkövekből gáztermelő fúrás, 2. pannóniai sl. homokkövekből meddő fúrás, 3. tervezett fúrás, 4. időszintvonalak, 5. törésvonalak, 6. WEGA-D valószínűségi anomáliái %-ban

Рис. 5.4. Изогипсовая карта по времени отражения поверхности вблизи маркера L' на месторождении Кокад. Легенда: 1- газовая скважина по паннонским (по старому понятию) песчаникам, 2- непродуктивная скважина по паннонским (постарому понятию) песчаникам, 3- проектная скважина, 4- изогипсовые линии по времени отражения, 5- линии сгиба, 6- вероятностные аномалии по Wega-D в %-ax

Fig. 5.4. Kokad. Seismic reflection time map of the surface near the L' marker. Legend: 1. Well producing gas from Pannonian s. l. sandstones, 2. Non-producer well from Pannonian s. l. sandstones, 3. Planned well, 4. Contours, 5. Fault, 6. WEGA-D anomalies in %

homokkő szakaszból 6 mm-es fúvókán 39 000 m<sup>3</sup>/nap földgáz és 0,67 m<sup>3</sup>/nap víz, az 1254,0–1256,0 m közöttiből ugyancsak 6 mm-es fúvókán 35 400 m<sup>3</sup>/nap vízmentes éghető földgáz beáramlás volt. A Kokad-5. fúrásban harántolt rétegek szerkezeti helyzetét a Ba-14-8124 szeizmikus szelvény (5.5. ábra) szemlélteti.

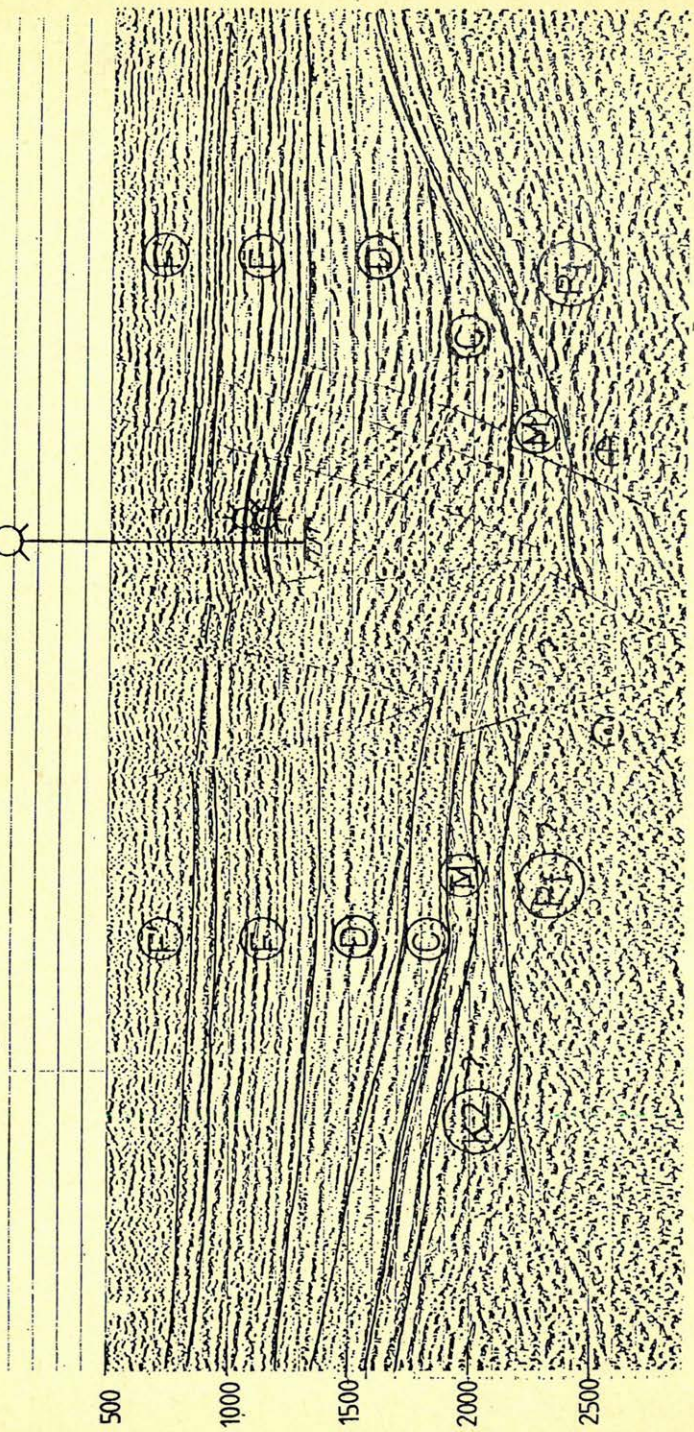


ÉNY

Ba-14-8124

Kokad-5

DK



Geo 89/7-5.5

5.5. ábra. Ba-14-8124 szeizmikus szelvény. A medence üledékek szeizmikus fázisai (F, E, D, C, M) és tektonikája. A medencealjzat képződményei (Pt) és tektonikája. A Kokad-5. fúrás réteg vizsgálati eredményei és kútműsítése

Рис. 5.5. Сейсмическая карта Ba-14-8124. Сейсмические фазии (F, E, D, C, M) и тектоника осадков бассейна. Образование и тектоника низа бассейна (Pt). Результаты опробования и аттестация скважины Кокад-5

Fig. 5.5. Ba-14-8124 seismic profile. Seismic facies (F, E, D, C, M) and tectonics of sedimentary sequence. Tectonics and formations (Pt) of basement. Production test data and qualification of Kokad-5. borehole



## A Békési medence analízise során végzett készletbecslés a FASP módszerrel

VÖLGYI LÁSZLÓ\*, PÁLYI ANDRÁS\*, RONALD CHARPENTIER\*\*, ROBERT CROVELLI\*\*

Rövid tanulmányunkban áttekintést adunk a szénhidrogénkutatásban alkalmazható egyfajta készletbecslési eljárásról, amely a még fel nem fedezett szénhidrogén készlet meghatározására szolgál. Az általunk vizsgált módszer a FASP elnevezésű – USGS által kifejlesztett – valószínűségi elméleten alapuló analitikus eljárás.

Ismertetjük az eljárás geológiai modelljét. Bemutatjuk a play analízis munkamódszerét, és az ezeken alapuló számítógépes feldolgozási folyamatot.

Az OKGT és USGS szakembereinek közös munkájával létrehoztuk a módszer egy továbbfejlesztett változatát, a FASPUM-ot. Végül ismertetjük az ezzel a változattal a team közös munkájaként Magyarország Békési medencéjére készített készletbecslési eljárás eredményét.

В краткой работе описывается применяемый в разведке углеводородов метод оценки запасов, который служит для определения еще не открытых запасов углеводородов. Исследуемый метод называется методом ФАСП, был разработан УСГС и является аналитическим способом, основанном на теории вероятности.

Дается геологическая модель способа. Показывается метод работы плей анализа и обрабатывающий процесс на ЭВМ.

Совместными усилиями специалистов ГТХИГП и УСГС был создан новый вариант ФАСПУМ. В заключение сообщаются результаты способа оценки запасов в Бекешском бассейне Венгрии как продукт совместных работ.

In our short study a summary are given about one of methods for petroleum resource appraisal of undiscovered resource in the hydrocarbon exploration. The examined method – named FASP and developed by USGS – is an analytic – probabilistic one.

Model of geological appraisal are introduced. The working method of play analysis and its processing course applied on personal computer are shown further.

A developed variation of that method – named FASPUM were produced by joint work of specialists of OKGT and USGS. Results of that variation of resource appraisal, – produced by joint work of team – about one of Hungary's basin area named Békés, are introduced finally.

### Bevezetés

A szénhidrogénkutatás az ásványi nyersanyagkutatás egészen belül a legjelentősebb szellemi és kutatási eszközráfordítást köti le. Ezzel természetes párhuzamban a legköltségigényesebb is, a ráfordítások abszolút értékét tekintve.

A szénhidrogénkutatást végző szervezetek kutatásirányítási apparátusának mindenkor égető problémája, hogy kellő elméleti és módszertani ismeretanyaga és gyakorlata legyen:

- a kutatási területek kiválasztásának és az arra lekötendő szellemi és anyagi eszközök mértékének problématikájában,
- feltáratlan, vagy még nem kellően ismert területek perspektivitásának és készletellátottságának megítélésében, ill. meghatározásában,
- egy-egy kutatási területre szakmailag optimálisan és ugyanakkor gazdaságosan fordítható geológiai, geofizikai, fúrási tevékenység meghatározásában.

\* Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (Budapest)

\*\* US Geological Survey (Denver)



Érthető tehát, hogy világszerte jelentős szellemi erőfeszítéseket tesznek és szerteágazó matematikai – statisztikai – közgazdasági kutatási tevékenységet folytatnak a szénhidrogénkutatás gazdaságossági és kockázati kérdéseit illetően.

A készletbecslési eljárások kérdése különösen fontos, mivel végső soron a szénhidrogénkutatás különböző fázisaiban egyaránt sarkalatos és döntésmeghatározó kérdés, hogy egyes nagyobb kutatási területekhez, vagy kisebb egységekhez, ill. egyedi szerkezetekhez tudunk-e és ha igen, akkor milyen megbízhatósággal szénhidrogén készletet rendelni a különböző szintű, de már meglévő ismereteink birtokában.

### Néhány gondolat a számítógépes készletbecslésről

A magyarországi gyakorlatban az időszakonként rendszeresen végzett CH prognóziskészítés tekinthető egyfajta speciális készletbecslési eljárásnak. Az itt alkalmazott módszerek hagyományos, nem számítógéppel végzett eljárások.

A korszerű számítástechnikai eszközök lehetővé teszik, hogy a megfelelő matematikai apparátust alkalmazva nagy tömegű adatot dolgozzunk fel nagy sebességgel. A személyi számítógépek különösen alkalmasak ilyen készletbecslési és matematikai – statisztikai feladatok végrehajtására. Különös előnyük, a gyorsaságuk, mely lehetővé teszi variációk készítését is.

Személyi számítógépi feldolgozásra kialakított készletbecslési eljárást a magyarországi szénhidrogénkutatási gyakorlatban először a Világbank szakértői alkalmaztak 1985-ben. Ennek a feldolgozásnak kapcsán hívták fel a magyar szakemberek figyelmét az általuk is használt RASP/Resource Appraisal Simulation for Petroleum/módszere. Az ezzel a módszerrel kapott készletek mértékét az OKGT szakemberei túlzottnak találták, így ismételt becsléskészítéssel, ill. egyéb eljárások megismerésével és alkalmazásával kívánták a magyarországi CH földtani viszonyoknak megfelelő számítógépes készletbecslési eljárást megtalálni.

A Világbank Project I. munkái során a USGS szakembereivel folytatott együttműködés keretében az amerikai intézményben kifejlesztett és alkalmazott számítógépes készletbecslési eljárás, a FASP/Fast Appraisal System for Petroleum/módszer vizsgálata és magyarországi viszonyokra történő adaptálása valósult meg a Békés-i medenceanalízis komplex munkái során.

A két módszer geológiai modelljét, előkészítési, szervezési módját, a felhasznált inputadatokat tekintve azonos. Az alkalmazott számítási eljárások tekintetében azonban lényeges a különbség. A RASP módszer a Monte-Carlo szimulációt használja. A FASP módszer az olaj és gázkészletekre vonatkozó egyenleteken alapuló geo-sztoczasztikus analitikai eljárás.

A továbbiakban a FASP módszerrel kapcsolatos ismereteket foglaljuk össze röviden.

A módszert a USGS szakemberei fejlesztették ki, az 1970-es évek elején bekövetkezett olajárrobbanás belső feszítő kényszere miatt. Ismeretlen, vagy kevésbé ismert vidékek szénhidrogénperspektíváinak megítélésére végzeték az első munkákat 1975-től az alaskai Wildlife Refuge területén és az Appalach-Basin devon korú palaösszletén.



## Geológiai modell

A kutatás során szerzett ismereteink és adataink egy-egy kutatási területről, medencéről, részmedencéről, egyedi előfordulásról diszkrét adatoknak tekinthetők. Egy-egy ilyen objektum CH előfordulási ismérveit csupán ezen diszkrét adatok birtokában nem lehet jól leírni. Nélkülözhetetlen tehát jó geológiai modellt alkotni, melynek alapján figyelembe lehet venni a térségre vonatkozó diszkrét adatokat és szükség szerint a más területről származó analógiákat is. Az ilyen sztochasztikus eljárások a szakemberek széles körét igénylik a geológiai modell és az input adatok megfelelő kialakítására.

A FASP módszer geológiai modelljének alapeleme a play. Egy nagyobb terület CH perspektívájának becslésére a területet megfelelő számú geológiai playre kell felosztani, és az egyedi play-eket külön elemezni. E miatt az egész eljárást szokás a „play analízis” névvel is nevezni.

Maga a play viszonylag homogén geológiai tulajdonságokkal, ismérvekkel rendelkező egyedi előfordulásokból vagy telepekből álló csoport, amelynek geológiai jellemzői hasonlóak elsősorban is az anyakőzet, a csapdamechanizmus és a szerkezetalakulás szempontjából. A módszer alapvető koncepciója, hogy a playen belül kell létezzen geológiai összefüggés az előfordulások között, ill. léteznek, vagy léteztek olyan jellemzők, amelyek ezt a csoportot megkülönböztetik a többi playtől. Valamennyi playnek közös vonása azonban, hogy

- geofizikai eljárásokkal kutathatók
- pontosan kijelölhető határuk van
- térben bármilyen helyzetet elfoglalhatnak egymáshoz képest (átfedés, elkülönülés is lehetséges).

Ismeretlen vagy kevésbé ismert földtani egységek esetén hipotetikus play-ek felvételére van szükség. Az ilyen play alapján készült becslések általában időközi ismereteket tükröznek és célszerű az újabb ismereteket azonnal beépíteni. A geológiai modell szempontjából az előfordulás, egy vagy akár több telepben jelentkező potenciális CH felhalmozódás. A CH felhalmozódás lehet:

- kőolaj oldott gázával együtt
- szabadgáz, ill. gázsapka.

A kőolajban oldott gáz mennyiségét az olaj-gáz arány alapján számíthatjuk. A play teljes földgázvagyonát a szabad és oldott gázra kapott becsült értékek összege adja.

A módszer által használt input adatok többségét valószínűségi értékkel, vagy valószínűség eloszlás formájában adjuk meg. Ily módon valósítható meg az input változók bizonytalanságának kvantitatív kifejezése. Ugyanígy az eljárás eredményeként kapott becsült készlet is – a becslés bizonytalanságát szemléltetendő – valószínűségi eloszlás formájában nyerhető csupán.

Az 1. ábra szemlélteti a kőolaj és földgázbecslésre használt bemeneti adatok adatlapját. Az ábrából látható, hogy a bemeneti adatok három fő csoportra oszthatók. Egy play „kedvezőnek” tekinthető, ha mind a 4 play jellemző valószínűsíthető. A playre vonatkozóan a CH meglétének ez szükséges, de nem elégséges feltétele. Az előfordulás jellemzők csoportjában mindhárom jellemzőnek a valószínűsíthetősége szükséges és elégséges feltétel a CH felhalmozódás meglétére, ha egyébként a play „kedvező”. A CH térfogati jellemzők együttesen határozzák meg a kőolaj és szabadgáz földtani készletének mennyiségét. A készletszámításhoz a kőolaj és földgáz földtani készletére vonatkozó egyenleteket



Oil and Gas Appraisal Data Form

Evaluator : \_\_\_\_\_ Play Name \_\_\_\_\_

Date Evaluated: \_\_\_\_\_

Attribute		Probability of Favorable or Present	Comments					
Play Attributes	Hydrocarbon Source							
	Timing							
	Migration							
	Potential Reservoir Facies							
	Marginal Play Probability							
Prospect Attributes	Trapping Mechanism							
	Effective Porosity (>3%)							
	Hydrocarbon Accumulation							
	Conditional Deposit Probability							
Hydrocarbon Volume Parameters	Reservoir Lithology	Sand						
		Carbonate						
	Hydrocarbon	Gas						
		Oil						
	Attribute \ Fractiles	Probability of equal to or greater than						
		100	95	75	50	25	5	0
	Area of Closure (Km <sup>2</sup> )							
	Reservoir Thickness/vertical closure (meters)							
	Effective Porosity %							
	Trap Fill (%)							
	Reservoir Depth (m)							
	HC Saturation (%)							
	No. of drillable prospects (a play characteristic)							

Geo 89/8-1

1. ábra. Kőolaj és földgáz készletbecslési eljáráshoz használt adatlap a FASPUM eljárásnál  
 Рис. 1. Бланкета для оценки запасов нефти и газа методом FASPUM  
 Fig. 1. Oil and gas appraisal data form for FASPUM

használ az eljárás. A számítás pontosságának növelése és a becslés jóságának fokozása érdekében a 2. ábra szerinti változók megadása és a kívánt függvénykapcsolatok kiválasztása szükséges. A kitermelési tényező segítségével a kitermelhető készletekre vonatkozó becslések is elvégezhetőek.



Geological Variables

Four Types of Mathematical Functions

1. Zones Linear Function:  $A * \text{Depth} + B$   
Maximum of 4 zones with 3 transition depths (meters)
2. Exponential Function:  $A * \exp(B * \text{Depth})$
3. Power Function:  $A * \text{Depth} ** B$
4. Logarithmic Function:  $A * \ln(B * \text{Depth})$

For each of the five geological variables below, select one type of function and assign values for the parameters A and B.

Pe: Original Reservoir Pressure (Bars)

T: Reservoir Temperature (Deg K)

Rs: Gas-oil Ratio ( $m^3/\text{Ton}$ )

Bo: Oil Formation Volume Factor (no units)

Z: Gas Compressibility Factor (no units)

Variable	Parameters							
	A	B	D	A	B	D	A	B
Pe								
T								
Rs								
Bo								
Z								

Oil Floor Depth (meters): \_\_\_\_\_

Oil Recovery Factor (percent): \_\_\_\_\_

Gas Recovery Factor (percent): \_\_\_\_\_

2. ábra. Kiegészítő adatlap a FASPUM eljárásához  
 Рис. 2. Дополнительная бланкета к методу FASPUM  
 Fig. 2. Addendum data form for FASPUM



Az amerikai szakértők által a programban alkalmazott olaj és gáz telep-  
térfogati tényezők megbízhatóságának ellenőrzésére a magyarországi előfor-  
dulásokból származó fluidumok PVT mérési adatait használtuk fel. A vizsgálat  
30 kőolaj és 33 földgáz előfordulásból származó 82, ill. 88 megbízhatónak ítélt  
mérést ölelt fel. A minták 560 és 4840 m közötti mélységtartományból származ-  
tak, 48–689 bar rétegyomás és 39–212 C° réteghőmérséklet intervallumot  
reprezentáltak. Az oldott és szabadgázok CO<sub>2</sub> tartalma 0–97 mol % között  
változtak. A PVT mérések eredményei alapján sikerült meghatározni a telep-  
térfogati tényezők mélység, ill. nyomás szerinti függvénykapcsolatait (3. és 4.  
ábrák, SZKFI irodalomjegyzékbeli tanulmánya).

### Számítási eljárás

A számítási eljárás az eddigiekben taglalt geológiai modellen alapul. Ana-  
litikus eljárás, mivel a tároló-mérnöki egyenletek szerint számol. Ugyanakkor  
geosztocasztikus rendszer, hiszen valószínűségi változók és eloszlásfüggvények  
képezik a bemeneti adatait, ill. eredményeit.

Az együttműködés időtartama alatt megismerhette az OKGT stábja az  
eredeti FASP programot, melyet a US Department of Interior fejlesztett ki  
és a US Geological Suvery alkalmazott először CH készletbecslésre 1979-ben.

Az eredeti programot a kiterjesztett FORTRAN–77-ben írták meg. Ezt  
követően készítették el a Pascal nyelvű IBM PC XT/AT-re írt változatot.

Az OKGT–USGS együttműködés kapcsán vált lehetővé, hogy a becslési  
eljárás kibővüljön a 2. ábra szerinti függvénykapcsolatok vizsgálatával.  
Ez által a becslési eredmények megbízhatósága jelentősen javult. A többszöri  
program átírás eredményeként született meg a szintén személyi számítógépen  
futtatható FASPUM/Fast Appraisal System for Petroleum – Universal Metric/  
TURBO PASCAL nyelven írt program változat, mely tartalmazza a 2. ábra  
szerint beépített számításokat és to-m<sup>3</sup> egységekkel számol.

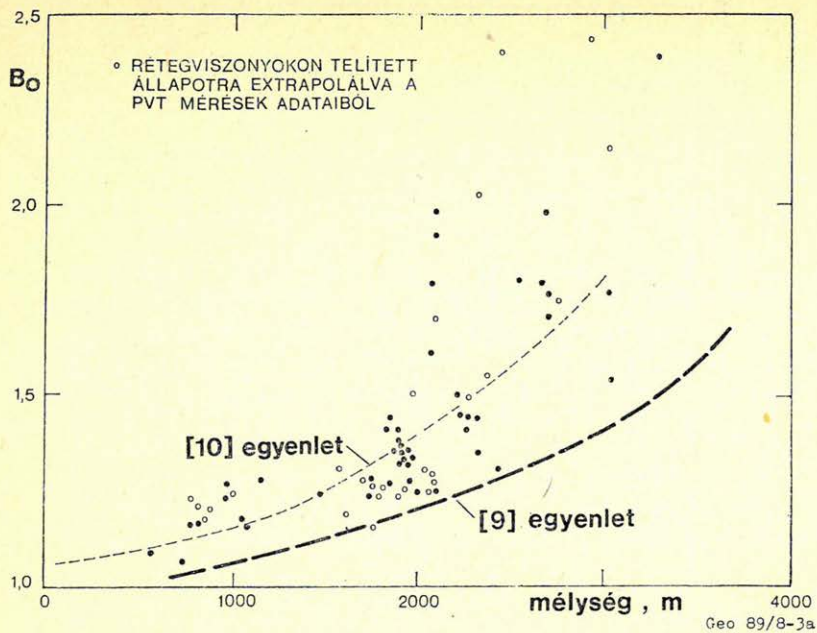
A programrendszerrel egyaránt lehet becslést végezni már kutatott, vagy  
még kutatás előtt álló playre, ill. playek sorozatára. A becslések playenként  
készülnek el a playenkénti bemeneti adatokkal.

A programrendszer megvizsgálja, rendszerezi és számításához előkészíti  
az adatokat. A megadott paraméterek szerint elkészíti az egyedi playre vonat-  
kozó olaj, oldott és szabadgázra vonatkozó becslést. Megszerkeszti az eredmény  
file-t. Az eredmény kinyomtatása az eredményfile hívásával végezhető el.  
Elkészíti az aggregált file-t, minden egyes külön lefuttatott playre. Az aggregált  
file-okból külön programmal lehet elkészíteni a playek valószínűségi módszerrel  
összegzett eredményét, melyet külön nyomtató programmal lehet megjeleníteni.

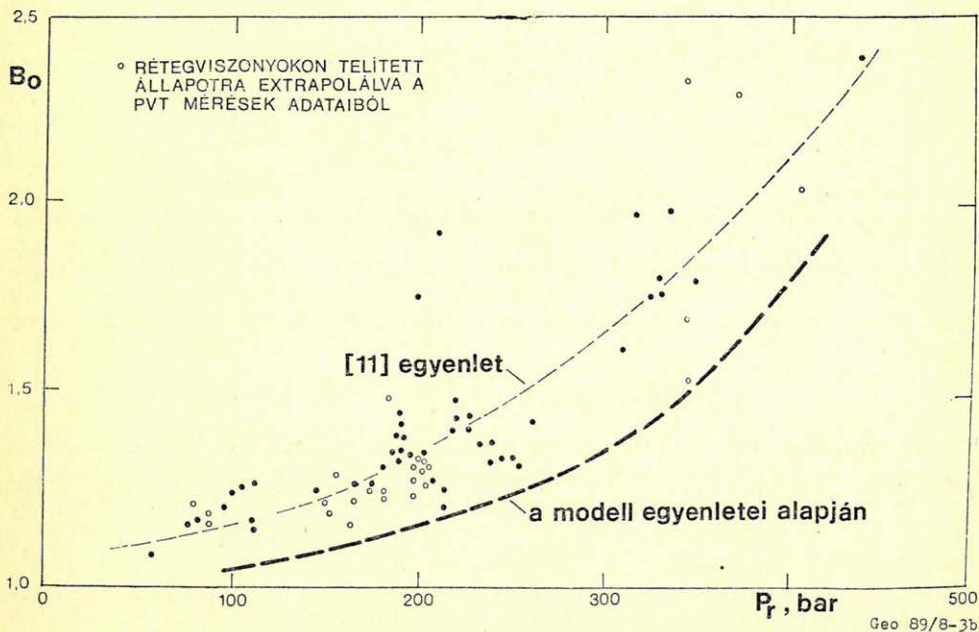
A programrendszernek az a felépítése, hogy az egyedi geológiai egységre  
végzett becslés eredményfileja és annak a további feldolgozásra alkalmas és meg-  
őrözött ún. aggregált fileja külön kezelhető, alkalmas arra, hogy a becslési egység  
eredménye mellett, több play feldolgozásával, többszöri futtatással akár  
országos méretű készletbecslést hajtsunk végre. Természetesen az input adatok  
kialakításához szakértői csoport vagy csoportok nagyon alapos és átgondolt  
munkájára van szükség.

Az eredményül kapott értékek a fluidumfajtánként kapott várható értékek  
és szórások. A kapott értékek realitásának elemzése és az ezen az alapon az  
input adatok esetleges módosítása, vagyis az iteratív feldolgozás a kapott  
becslési eredményt nagymértékben javíthatja és a megbízhatóságot fokozhatja.  
Maga a számítógépi futtatás gyors, kis gépidőigényű.



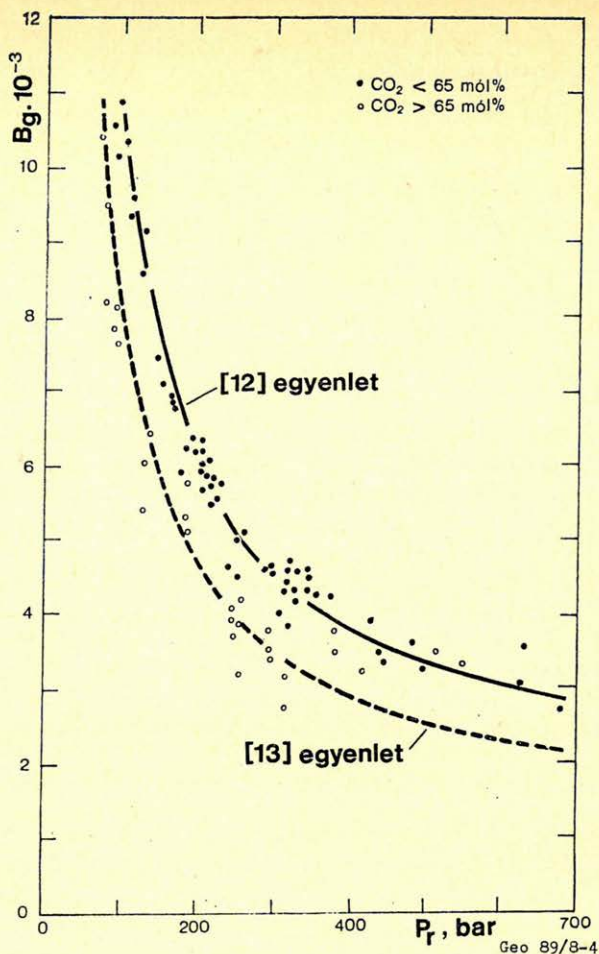


3/a. ábra.  $B_0$  meghatározás egyenlete a mélység (10. egyenlet) függvényében  
 Рис. 3/a. Уравнение определения  $B_0$  в зависимости от глубины (уравнение № 10)  
 Fig. 3/a. Equation of calculation for  $B_0$  as a function of depth (equation No 10)



3/b. ábra.  $B_0$  meghatározás egyenlete a nyomás (11. egyenlet) függvényében  
 Рис. 3/б. Уравнение определения  $B_0$  в зависимости от давления (уравнение № 11)  
 Fig. 3/b. Equation of calculation for  $B_0$  as a function of pressure (equation No 11)





4. ábra.  $B_g$  meghatározás egyenletei a nyomás függvényében, a gázok különböző  $CO_2$  tartalma esetén

Рис. 4. Уравнение определения  $B_d$  в зависимости от давления при разных содержаниях газов  $CO_2$

Fig. 4. Equations of calculation for  $B_0$  as a function of pressure for gases at different  $CO_2$  content

### A Békési medencére vonatkozó készletbecslés

Az eddigiek során áttekintettük a play analízis, mint vizsgálati módszer és az ezen alapuló kvantitatív számításokra alkalmas analitikus – geosztochasztikus FASP/FAS PUM programrendszer alapjait, működési elvét, fejlődését.

Ebben a fejezetben áttekintjük az eljárásnak a Békési medencére vonatkozó eredményeit és tapasztalatait, miután az itt folyó komplex vizsgálatok eredményeként olyan nagymennyiségű új földtani ismeretanyag született, melyekkel mint input adatokkal a módszer magyarországi alkalmazhatóságát célszerű volt megvizsgálni.

A medenceanalízis területére készítendő készletbecsléshez először is ki kellett dolgozni a playbeosztást. Az OKGT és a USGS szakemberei a különböző földtani



geofizikai anyagok és ismeretek birtokában nagyon alapos elemzés után a területet az alábbi playekre osztották be.

1. Repedezett kristályos alaphegység.
2. Repedezett, a felső krétánál idősebb mezozoos alaphegység.
3. É-Békés-i felső kréta.
4. Túlnyomásos miocén.
5. Alsó pannon bázis konglomerátum.
6. Bazális alsó pannon repedezett és tömött márgák.
7. Bazális turbidit rálapolódás.
8. Bazális turbidit lefelszerű képződmények.
9. Legyezők és lejtők.
10. Delta lejtő.
11. Delta front.
12. Felső pannon fluviális és kis reliefű képződmények.

Soron következő lépés a play-ek szénhidrogén generáló és tároló képességének meghatározása. Rendkívül összetett, aprólékos és hosszadalmas team munkával határozható csak meg playenként külön-külön a vizsgált földtani egységnek a CH akkumuláció szempontjából kedvező, vagy kedvezőtlen volta, az esetleges akkumulációs lehetőségek kockázatának mértéke.

Elemezni kellett az adott playre vonatkozó, a már meglévő konkrét CH eredményességi helyzetet, a CH földtani, geokémiai környezetet, tektonikai viszonyokat, migrációs utakat, csapdázódási lehetőségeket, szerkezeti viszonyokat, stb.

Úgy véljük, hogy az eddig elmondottak jól érzékeltetik a módszer kívánta munkastílust. E rövid összefoglaló tanulmány keretei nem teszik lehetővé, hogy a playek-et külön, részletezve elemezzük. Ezt a team a munkavégzés során megtette.

A playek mindegyikét kedvezőnek lehetett minősíteni, természetesen nem egyforma mértékben. Ugyanígy különbözött playenként az egyedi lehetséges előfordulások kockázatának mértéke is. Természetesen meg kellett adni a CH akkumuláció mértékét meghatározó jellemzők eloszlásait és a számításokhoz szükséges egyéb paramétereket, ill. függvényeket, melyek együttesen képezték a bemeneti adatokat.

Nagyon fontos a felhalmozódás mértékét befolyásoló paraméterek esetén a figyelembe vehető paramétertartomány alsó és felső határát – vagyis azokat az értékeket – jól és következetesen megadni, melyeknél kisebb, ill. nagyobb értékeket lényegében nem veszünk figyelembe az eloszlásfüggvény meghatározásánál. A becslés helyességét alapvetően harározza meg, hogy a becslést végző személyek a geológiai modell alapján mennyire helyes paramétereloszlás függvényeket tudnak megadni (lásd: *1. ábrán* az adatlapot).

A becslésből minden play esetén kizártuk a  $0,75 \text{ km}^2$ -nél kisebb területű előfordulásokat. A csapdakitöltést egységesen  $100\%$ -nak vettük. A tároló minimális vastagságát általában  $5 \text{ m}$ -nek, de az esetek egy részében  $3 \text{ m}$ -nek vettük fel. A porozitás minimális értéke szintén  $5\%$  volt, de repedezett tárolók esetén kisebb értéket is megengedtünk. A CH szaturáció minimális értékét általában  $35\%$ -ban határoztuk meg, a már megismert előfordulások adatai alapján. Indokolt esetben kisebb értéket is elfogadtunk.

A *2. ábra* szerinti faktorok esetén az egész medencére hosszas vizsgálatok és számítások alapján egységes értékeket fogadtunk el. Kőolaj találat lehetséges alsó határát  $3100 \text{ m}$ -ben rögzítettük. Az olaj-gáz kihozatali tényezőt általában



Prospect Attribute Probabilities

Hydrocarbon Source	Timing	Migration	Potential Res. Facies	Trapping Mechanism	Effective Porosity	Hydrocarbon Accumulation
1.000	1.000	1.000	1.000	0.750	0.750	0.800

Play Attribute Probabilities

Marginal Play Probability	Conditional Deposit Probability	Reservoir Lithology	Hydrocarbon Prob. Gas	Oil	Recovery Factors %	Free Gas
1.000	0.450	sand	0.900	0.100	30.00	60.00

Geologic Variables

Closure (Km <sup>2</sup> )	Thickness (meters)	Porosity (percent)	Trap Fill (percent)	Depth (meters)	HC Saturation (percent)	Number of Prospects	F100	F95	F75	F50	F25	F05	F0
5.0000	14.000	8.0000	2.0000	100.00	1800.0	13	1.2500	2.2500	3.0000	4.0000	5.0000	6.0000	2.0000
100.00	100.00	100.00	2000.0	42.000	40.000	14	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000
100.00	100.00	100.00	2000.0	42.000	40.000	16	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
100.00	100.00	100.00	2000.0	42.000	40.000	17	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
100.00	100.00	100.00	2000.0	42.000	40.000	18	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
100.00	100.00	100.00	2000.0	42.000	40.000	19	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
100.00	100.00	100.00	2000.0	42.000	40.000	20	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Basal Turbidite Drape Structure GEOLOGIC VARIABLES AND PROBABILITIES OF OCCURRENCE

Variable	Function	A	B	D(meters)	A	B	D(meters)	A	B	D(meters)
Closure	Linear	0.10000000	1.00000000	2400.0000	0.15000000	1.00000000	2400.0000	0.15000000	1.00000000	2400.0000
Thickness	Linear	0.05000000	284.15000							
Porosity	Linear	0.0005	200.00000							
Trap Fill	Linear	0.0000	1.5000000							
Depth	Linear	0.0000	0.9200000							
HC Saturation	Linear	3100.00								
Prospects	Linear									
Accumulations	Linear									

Mean Std. Dev.  
 3.1375 1.2420  
 26.025 21.197  
 10.725 3.5154  
 100.00 0.0  
 2685.0 407.77  
 51.450 7.0307  
 16.350 1.5256  
 7.3575 2.1255

"Dry Hole" Risk = 0.5500  
 Prob. Depth <= 3100 = 0.8167

RESOURCE	NA Gas	AD Gas	Gas
0.4133	0.0367	0.4500	0.4500
0.9998	0.4569	0.9999	0.9999
0.4569	0.4569	0.4569	0.4569

Geo 89/8-5a

5/a. ábra. A 8. sz. play bemenő adatai a FASPUM számításhoz

Рис. 5/a. Входные данные play № 8 к вычислению

Fig. 5/a. Input data for FASPUM ar play No 8



	Mean	Std. Dev.	F95	F75	F50	F25	F05
OIL (Millions of Tons)							
Number of Accumulations	0.6009	0.7628	0	0	0	1	2
Accumulation Size	0.7944	0.9231	0.1133	0.2778	0.5182	0.9667	2.3707
Cond. Prospect Potential	0.0292	0.2316	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cond. (B) Play Potential	1.0446	1.1539	0.1613	0.3838	0.7011	1.2805	3.0464
Cond. (A) Play Potential	0.4773	0.9377	0.0	0.0	0.0	0.6310	2.1067
Uncond. Play Potential	0.4773	0.9377	0.0	0.0	0.0	0.6310	2.1067
NON-ASSOCIATED GAS (Milliards of m <sup>3</sup> )							
Number of Accumulations	6.7566	2.0885	3	5	7	8	10
Accumulation Size	0.7591	0.9298	0.0994	0.2517	0.4800	0.9156	2.3155
Cond. Prospect Potential	0.3137	0.7050	0.0	0.0	0.0	0.3723	1.4747
Cond. (B) Play Potential	5.1300	2.8897	1.8847	3.1369	4.4697	6.3688	10.620
Cond. (A) Play Potential	5.1288	2.8904	1.8811	3.1356	4.4690	6.3722	10.615
Uncond. Play Potential	5.1288	2.8904	1.8811	3.1356	4.4690	6.3722	10.615
DISSOLVED GAS (Milliards of m <sup>3</sup> )							
Number of Accumulations	0.6009	0.7628	0	0	0	1	2
Accumulation Size	0.1589	0.1846	0.0227	0.0556	0.1036	0.1933	0.4711
Cond. Prospect Potential	0.0058	0.0463	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cond. (B) Play Potential	0.2089	0.2308	0.0323	0.0768	0.1402	0.2561	0.6073
Cond. (A) Play Potential	0.0955	0.1875	0.0	0.0	0.0	0.1262	0.423
Uncond. Play Potential	0.0955	0.1875	0.0	0.0	0.0	0.1262	0.423
GAS (Milliards of m <sup>3</sup> )							
Number of Accumulations	7.3575	2.1255	4	6	7	9	11
Accumulation Size	0.7101	0.9076	0.0867	0.2253	0.4375	0.8497	2.2083
Cond. Prospect Potential	0.3195	0.7039	0.0	0.0	0.0	0.3917	1.4573
Cond. (B) Play Potential	5.2248	2.8873	1.9561	3.2283	4.5729	6.4777	10.691
Cond. (A) Play Potential	5.2243	2.8876	1.9538	3.2275	4.5727	6.4815	10.705
Uncond. Play Potential	5.2243	2.8876	1.9538	3.2275	4.5727	6.4815	10.705
YIELD FACTORS							
OIL (Tons/m <sup>3</sup> pore space)	0.0324	0.0153	0.0141	0.0217	0.0293	0.0397	0.0612
NON-ASSOCIATED GAS (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> pore space)	15.494	8.4799	5.8557	9.6233	13.591	19.196	31.547
DISSOLVED GAS (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> pore space)	6.4859	3.0523	2.8118	4.3402	5.8685	7.9351	12.248

Geo 89/8-5b

5/b. ábra. A 8. sz. play a FASPUM eljárással becsült készlete

Рис. 5/б. Оценка запасов play № 8 методом

Fig. 5/b. Appraised resource with FASPUM at play No 8

30%-nak és 70%-nak vettük, de gáz esetén a várható CO<sub>2</sub> tartalom mértéke szerint akár drasztikusan is csökkent e tényező.

A 8. és 11. sz. playek bemeneti adatlapjait és eredménylapjait mutatja be az 5. és 6. ábra. Az első esetben a 12-ből ennél a playnél kaptuk a legmagasabb eddig még fel nem fedezett földgázmennyiséget, 5,22 Mrd m<sup>3</sup>-t. A második esetén viszont a legtöbb becsült olajmennyiség, 1,9 Mto kötődik az adott playhez.

Végezetül a 7. ábrán az összes play eredményét felhasználó, aggregált, az egész medencére vonatkozó eredményt láthatjuk. Ebből kitűnik, hogy a Békés-i medence területén még 5,22 Mto kitermelhető kőolaj és 18,05 Mrd m<sup>3</sup> kitermelhető földgáz megismerését lehetett becsülni az eljárással. Minden esetre ezek az értékek jól összemérhetők a területen eddig felfedezett készlettel.

Végezetül mintegy konkluzióként megállapíthatjuk, hogy a továbbfejlesztett FASP módszer alkalmasnak bizonyult magyarországi CH készletbecslésre is. Maga a számítógépes eljárás gyors és rugalmas, változatok gyors elkészítését lehetővé teszi. A play-analízis módszere ez a hozzá szükséges team munka máris termékenyítően hatott az OKGT CH földtani tevékenységére.



Bekecs

INPUT SUMMARY

Play Attribute Probabilities		Prospect Attribute Probabilities					
Timing	Migration	Potential Res. Facies	Trapping Mechanism	Effective Porosity	Hydrocarbon Accumulation		
1.000	1.000	1.000	0.300	0.800	0.500		
Marginal Play Probability		Reservoir Lithology	Hydrocarbon Prob. Oil	Recovery Factors %	Free Gas		
1.000	0.120	sand	0.700	30.00	70.00		
Geologic Variables		F100	F75	F50	F25	F05	F0
Closure (km <sup>2</sup> )	0.7500	1.0000	1.5000	2.0000	3.0000	8.0000	18.000
Thickness (meters)	5.0000	6.0000	8.0000	10.000	14.000	30.000	50.000
Porosity (percent)	5.0000	8.0000	12.000	15.000	20.000	25.000	30.000
Trap Fill (percent)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Depth (meters)	700.00	1100.0	1500.0	1800.0	2000.0	2200.0	2400.0
HC Saturation (percent)	30.000	34.000	40.000	45.000	54.000	68.000	75.000
Number of Prospects	22	26	34	40	48	64	80

DELTA SLOPE GEOLOGIC VARIABLES AND PROBABILITIES OF OCCURRENCE

Variable	Function	A	B	D(meters)	A	B	D(meters)	A	B	D(meters)
Pe (Bars)	Linear	0.1000000	1.0000000							
T (Deg K)	Linear	0.0500000	284.15000							
Rs (m <sup>3</sup> /Ton)	Linear	0.0000	110.00000							
Z (no units)	Linear	0.0000	1.2000000							
Z (no units)	Linear	0.0000	0.9000000							
Depth Floor (meters)										3100.00

Variable	Function	A	B	D(meters)	A	B	D(meters)	A	B	D(meters)
Mean										
Std. Dev.										
Closure		3.10e3	2.8972							
Thickness		13.325	8.5573							
Porosity		16.075	5.7018							
Trap Fill		100.00	0.0							
Depth		1727.5	761.59	Cond. Prospect has	0.0360	0.0840	0.0150	0.1200		
HC Saturation		47.775	10.622	Cons. Play Prob.	0.7640	0.9206	0.7640	0.9891		
Prospects		41.750	12.036	Uncond. Play Prob.	0.7640	0.9606	0.7640	0.9891		
Accumulations		5.0100	2.5485							

Geo 89/B-6a

6/a. ábra. A 11. sz. play bemelő adatai a FASPUM számításhoz

Fig. 6/a. Входные данные play № 11 к вычислению

Fig. 6/a. Input data for FASPUM at play No 11



	Mean	Std. Dev.	F95	F75	F50	F25	F0.
OIL (Millions of tons)							
Number of Accumulations	1.5030	1.2793	0	1	1	2	4
Accumulation Size	0.7256	1.1509	0.0612	0.1816	0.3870	0.8244	2.4475
Cond. Prospect Potential	0.0261	0.2568	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cond. (B) Play Potential	1.4274	1.8035	0.1776	0.4584	0.8859	1.7120	4.4177
Cond. (A) Play Potential	1.0905	1.6889	0.0	0.1149	0.6009	1.3740	3.8787
Uncond. Play Potential	1.0905	1.6889	0.0	0.1149	0.6009	1.3740	3.8787
NON-ASSOCIATED GAS (Billiards of m <sup>3</sup> )							
Number of Accumulations	3.5070	2.0578	1	2	3	5	7
Accumulation Size	0.3599	0.5819	0.0293	0.0881	0.1893	0.4066	1.2216
Cond. Prospect Potential	0.0302	0.1960	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1442
Cond. (B) Play Potential	1.3139	1.3187	0.2349	0.5280	0.9273	1.6283	3.6609
Cond. (A) Play Potential	1.2620	1.3175	0.1372	0.4856	0.8890	1.5881	3.6087
Uncond. Play Potential	1.2620	1.3175	0.1372	0.4856	0.8890	1.5881	3.6087
DISSOLVED GAS (Billiards of m <sup>3</sup> )							
Number of Accumulations	1.5030	1.2793	0	1	1	2	4
Accumulation Size	0.0798	0.1266	0.0067	0.0200	0.0426	0.0907	0.2692
Cond. Prospect Potential	0.0029	0.0282	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cond. (B) Play Potential	0.1570	0.1984	0.0195	0.0504	0.0974	0.1883	0.4859
Cond. (A) Play Potential	0.1200	0.1858	0.0	0.0126	0.0661	0.1511	0.4267
Uncond. Play Potential	0.1200	0.1858	0.0	0.0126	0.0661	0.1511	0.4267
GAS (Billiards of m <sup>3</sup> )							
Number of Accumulations	5.0100	2.5485	1	3	5	7	10
Accumulation Size	0.2758	0.5082	0.0178	0.0579	0.1316	0.2990	0.9737
Cond. Prospect Potential	0.0331	0.1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1701
Cond. (B) Play Potential	1.3973	1.3366	0.2681	0.5862	1.0097	1.7391	3.8024
Cond. (A) Play Potential	1.3820	1.3372	0.2449	0.5739	0.9988	1.7294	3.7951
Uncond. Play Potential	1.3820	1.3372	0.2449	0.5739	0.9988	1.7294	3.7951
YIELD FACTORS							
OIL (Tons/m <sup>3</sup> pore space)	0.0584	0.0336	0.0210	0.0353	0.0506	0.0726	0.1221
NON-ASSOCIATED GAS (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> pore space)	12.420	7.5393	4.2257	7.2771	10.618	15.491	26.578
DISSOLVED GAS (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> pore space)	6.4276	3.6991	2.3111	3.8837	5.5709	7.9911	13.129

Geo 89/8-6b

6/b. ábra. A 11. sz. play a FASPUM eljárással becsült készlete

Рис. 6/б. Оценка запасов play № 11 методом

Fig. 6/b. Appraised resource with FASPUM at play No 11

### Köszönetnyilvánítás

A módszer-kidolgozás team munkájában szerzőkön kívül részt vettek még:  
*Amerikai részről:* Gordon Dolton, Richard Mast, Richard Balay, Robert Mattick, C. M. Molenaar, Charles Spencer, John Grow.

*Magyar részről:* Zsitvay Szilárd, dr. Szalay Árpád, Hajdú Dénes, dr. Kurucz Béla, Tormássy István, Németh Gusztáv, dr. Koncz István, Henkel Hannes, Kovács András, Lelkes Ákos, Révész István, Ujfalussy Antal.

A próbaszámítások során, a modell-kialakításban, az input adatok bevitele alkalmával tartott szakmai vitákban való aktív részvételüket és tanácsaikat ezúton is köszönjük.



	Mean	Std. Dev.	F95	F75	F50	F25	F05
<b>OIL</b>							
(Millions of Tons)							
Accumulation Size	0.566273	0.859433	0.0516	0.1490	0.3116	0.6513	1.8815
Cond Aggregate Potential	5.216170	3.147887	1.7856	3.0667	4.4659	6.5037	11.170
Uncond Aggregate Potential	5.215733	3.148117	1.7835	3.0660	4.4657	6.5080	11.187
<b>NON-ASSOCIATED GAS</b>							
(Billiards of m <sup>3</sup> )							
Accumulation Size	0.384203	0.571098	0.0363	0.1035	0.2145	0.4443	1.2671
Cond Aggregate Potential	17.37551	4.636478	10.905	14.066	16.788	20.037	25.844
Uncond Aggregate Potential	17.37551	4.636478	10.905	14.066	16.788	20.037	25.844
<b>DISSOLVED GAS</b>							
(Billiards of m <sup>3</sup> )							
Accumulation Size	0.073378	0.119837	0.0059	0.0178	0.0383	0.0827	0.2499
Cond Aggregate Potential	0.674387	0.427529	0.2189	0.3849	0.5696	0.8430	1.4818
Uncond Aggregate Potential	0.674330	0.427555	0.2187	0.3848	0.5695	0.8436	1.4842
<b>GAS</b>							
(Billiards of m <sup>3</sup> )							
Accumulation Size	0.332064	0.536040	0.0271	0.0815	0.1749	0.3754	1.1267
Cond Aggregate Potential	18.04983	4.658204	11.510	14.726	17.477	20.742	26.539
Uncond Aggregate Potential	18.04983	4.658204	11.510	14.726	17.477	20.742	26.539

Geo 89/8-7

7. ábra. A FASPUM eljárással a Békés-i medence egészére becsült CH készlet

Рис. 7. Оценка запаса углеводородов методом FASPUM для всего бассейна Бэкэш

Fig. 7. Appraised hydrocarbon resource for Bekes-basin with FASPUM

## IRODALOM

- U. S. Department of the Interior of Minerals Policy and Research Analysis. 1979: Final report of the 105/b/ economic and policy analysis, alternative overall procedures for the exploration, development, production, transportation and distribution of the petroleum resources of the National Petroleum Reserve in Alaska (NPRA). 145 p.
- White, L. P., 1979: A play approach to hydrocarbon resource assessment and evaluation, in Ramsey, J. B., ed., The economics of exploration for energy resources: (in the collection) Contemporary studies in economic and financial analysis: Jai Press, Greenwich, Connecticut, v. 26. p. 51-67.
- Crovelli, R. A. 1984: U. S. Geological Survey probabilistic methodology for oil and gas resource appraisal of the United States: Jour. Math. Geology, v. 16. no. 8. p. 797-808.
- Crovelli, R. A., 1985: Comparative study of aggregations under different dependency assumptions for assessment of undiscovered recoverable oil resources in the world: Jour. Math. Geology, v. 17. no. 4. p. 367-374.
- Hillier, F. S., and Lieberman, G. J., 1980: Introduction to operations research (3rd ed.): Holden-Day. San Francisco. 829. p.
- Lee, P. J., and Wang, P. C., 1983: Conditional analysis for petroleum resource evaluations: Jour. Math. Geology. v. 15. no. 2. p. 349-361.
- Mast, R. F., McMullin, R. H., Bird, K. J., and Brosge, W. P., 1980: Resource appraisal of undiscovered oil and gas resources in the William O. Douglas Arctic Wildlife Range: U. S. Geol. Survey Open File Rept 80-916. 62. p.
- Ross, S. M., 1972: Introduction to probability models: Academic Press. New York. 272. p.
- Petroleum Exploration Project No. 1. Final Report of the Joint OKGT-USGS Cooperative Investigation of the Bekes Basin. Administrative Report Prepared for the Hungarian Oil and Gas Trust by USGS 1987. A prognosztikus készletszámításhoz felhasználható  $B_0$  és  $B_g$  paraméterek előrejelzése. SzKFI tanulmány Budapest 1987.
- dr. Dank Viktor, 1983: Kőolajföldtan. Egyetemi jegyzet.



## Megemlékezés

75 éve született Egyed László

Egyed László 75 éve született és már 19 éve halott. A jelenlevők közül sokan ismertük, tiszteltük és szerettük. Fájdalmasan korai halála óta eltelt csaknem két évtizedben azonban új geofizikus generációk nőttek fel és kevésbé, vagy egyáltalán nem ismerik életét és munkásságát. Jelenünk megértéséhez, jövőnk alakításához ismerni kell a múltunkat. Ez nemcsak a nemzetre, sokkal kisebb közösségekre is érvényes. Örömmel ragadom meg ezért azt az ünnepi alkalmat, hogy Egyed Lászlóról beszéljek felidézve azok számára is, akik már nem ismerték, egy szakmánk fejlődését meghatározó tudós, tanító és tudomány-szervező életét.

Egyed László pályáját matematika-fizika szakos tanári diplomával kezdte. 1938-ban adta be doktori értekezését a kiválasztási axiómáról és első dolgozatai is matematikai tárgyúak voltak: [1], [2], [3]. Tanársegédi kinevezést is kapott és kutatásairól 1938-ban már előadást tartott a varsói matematikai kongresszuson.

Később a Magyar-Amerikai Olajipari Részvénytársaságnál (MAORT) helyezkedett el. Megismerte és megszerette a geofizikát. Gravitációs és mágneses méréseket végzett, de a méréseknél jobban vonzotta az eredmények kiértékelése és értelmezése. Első geofizikai tárgyú dolgozatai a korrekciókról, az átlagsűrűség meghatározásról, különböző hatók mágneses anomáliáiról és értelmezéséről szólnak: [4]–[11]. Ebbe a sorozatba tartoznak, de már az általános geofizika felé mutatnak az izosztatikus anomáliákkal kapcsolatos munkái: [12], [13].

Az oktatás a MAORT-nál töltött időben is érdekelte, 1947-ben már egyetemi magántanár a budapesti Tudományegyetemen. Az első években geológusoknak adott elő geofizikai tárgyakat, majd Vadász Elemér támogatásával megindította az önálló geofizikus képzést. 1951-ben alakult meg a – most már Eötvös Loránd nevét viselő Tudományegyetem Természettudományi Karán – a Geofizikai Tanszék. Ennek tanszékvezető docense, majd 1956-tól tanszékvezető professzora.

Oktatói működésének egyik legfontosabb eredménye az első magyar nyelvű geofizikai tankönyv megalkotása: [14]. Ez a könyv 1955-ben jelent meg. Ma már alig hozzáférhető, de 35 év után is érdemes kézbevenni. Jelentőségét szinte nem is lehet jól érzékeltetni. Abban az időben magyar nyelvű geofizikai szakirodalom gyakorlatilag nem létezett. Idegen nyelvű szakirodalomban sem bővelkedtünk. A néhány létező könyvhöz alig lehetett hozzáférni. Egyed László világos szerkezetű, igen jól illusztrált könyvéből mindenki tanulhatott, az is aki geofizikus hallgató volt, az is aki más képzettséggel indulva a geofizikához érkezett, az is aki a rokonszakmában (geológia, geodézia, földrajz) dolgozott és képet akart kapni a geofizika feladatairól, módszereiről és eredményeiről.

Egyed Lászlónak döntő szerepe volt a Magyar Geofizikusok Egyesülete megalakulásában is. Szorgalmazta nemzetközi geofizikai ankétok, majd szimpóziumok szervezését. Ezek közül egyesületünk idén már a 35. megrendezésére készül.



Az Egyetemi Annalesekben elindította a Sectio Geologica kötet sorozatot, mely napjainkban Sectio Geophysica et Meteorologica néven él tovább.

Nevét nemzetközileg ismertté tette a lassú tágulás elmélete. Az elképzelés alapvonásait 1955-ben már lefektette és haláláig számos részlettel gazdagította. Tagja volt a nemzetközi űrkutatói bizottság (COSPAR) elnökségének, jelentős szerepe volt a Nemzetközi Geofizikai Év és a szocialista országok akadémiai közötti planetáris vizsgálatokat összehangoló szervezet, a KAPG megszervezésében. 1967 és 68 folyamán UNESCO szakértőként Japánban dolgozott.

Nemzetközi sikereit méltó hazai elismerések követték. 1957-ben Kossuth díjat kapott, 1960-ban a MTA levelező tagja. 1970-ben, halála évében az Akadémia rendes tagjává választotta. Halálakor a Természettudományi Kar dékánja volt. Felismerte, hogy a Karnak új, jobb oktatási feltételeket biztosító épületekre van szüksége és elfogadtatta az új elhelyezés terveit. De a megvalósulást — több, más hasonlóan nagyszabású, a jövőt szolgáló tervével együtt — már nem érthette meg.

Tudományos és tudományszervezői munkásságából négy fontos témakört emelek ki: a szeizmológiát, a paleomágneses kutatásokat, az űrkutatót és a tektonikai vizsgálatokat. Szerepe döntő volt a kutatások megindításában vagy nemzetközi szintre emelésében.

A szeizmológia szerepe a Föld szerkezete megismerésében rendkívül lényeges. A magyarországi szeizmológiai hálózat újjászervezése — beleértve a meglévő obszervatóriumok ellátását modern műszerekkel, új állomások kialakítását és a rendszeres állomásslolgálatot — Egyed professzor érdeklődési köréből adódó evidencia volt. De ezen túl is támogatott olyan vizsgálatokat, melyek fontossága csak évtizedek után vált nyilvánvalóvá. A makroszeizmológiai adatgyűjtés és feldolgozás a földrengésveszélyeztetettség meghatározásában egyik fontos eszközünk. Különböző nagy és megvédendő létesítmények (pl. erőművek) helyének kiválasztásában döntő jelentőségű a földrengésveszélyeztetettség objektív meghatározása. A litoszféra és asztenoszféra kutatás támaszkodik az alacsonysebességű öv helyzetét és a benne terjedő szeizmikus hullámok sebességét meghatározni tudó szeizmológiai módszerekre. A Gutenberg-féle illetve Gutenberg–Mohorovičić féle számítások elvégzését Egyed László már az 1960-as években szorgalmazta. Lényegesnek tartotta a földrengések és a nukleáris robbantások elkülönítésére irányuló vizsgálatokat.

Feltesleges hangsúlyozni, hogy ezek a problémák ma is a szeizmológiai kutatások súlyponti problémái. Az eszközök és módszerek változtak. A szeizmikus tomográfia sokkal pontosabb képet tud adni, mint a Gutenberg módszer, a modern szeizmológiában ma használt digitális szeizmográfok és számítógépek 3 évtizeddel ezelőtt nem léteztek. De a szeizmológiai jelentőségét, fontos vagy a jövőben fontossá váló feladatait Egyed László igen jól látta. Néhány sajtó vagy társszerzőkkel írt szeizmológiai tárgyú dolgozata mellett: [15], [16], [17], [18], említést kell tenni a Korunk Tudománya sorozatban megjelent népszerűsítő könyvről is: [19].

Egyed Lászlónak — ahogyan akadémikusi ajánlása is hangsúlyozta — döntő szerepe volt a hazai űrkutatói vizsgálatok és paleomágneses vizsgálatok megindításában. Az űrkutatót rendkívül szerteágazó feladatai közül jó érzékkel választotta ki azokat, melyek hazánkban is eredményesen művelhetők. Az ionoszféra- és magnetoszféra fizikai tulajdonságainak megismerésére, a kozmikus sugárzás vizsgálatára és a Nap–Föld fizika kapcsolatok felderítésére helyzete a hangsúlyt. E kutatások fontossága napjainkban már alkalmazásaik



gazdasági következményei miatt sem kétséges. Sajnálatos, hogy ez a terület az utóbbi másfél évtizedben már nem kapta meg azt az anyagi és erkölcsi támogatást, melyet fontossága és a kis számú, de nemzetközileg elismert kutatógárda méltán kiérdemelt. Ha hosszabb időn át hatott volna, Egyed László egyénisége, önzetlen támogatása talán más helyzetet eredményez.

A paleomágneses kutatások azért is érdekelték, mert eredményeikből a kontinensek relatív helyzetére lehet következtetni. A virtuális pólus vándorlási görbék menete egyértelműen alátámasztotta a kontinensvándorlás elméletét, ezzel alátámasztotta nagy horizontális mozgások realitását. Bebizonyosodott az, ami Egyed Lászlót már az 1950-es évektől kezdve foglalkoztatta: a Föld dinamikus rendszer. A mozgások okát a Föld lassú tágulásában kereste. A sugárnövekedés meghatározása a paleomágneses mérések eredményeinek felhasználásával két módszert dolgozott ki: [20], [21]. Az elvégzett számítások az ún. gyors expanzió lehetőségét kizárták, de a mintegy 0,5 mm/év sugárnövekedésnek nem mondtak ellent.

Egyed Lászlót az ún. lassú expanzió hipotézise tette világszerte ismertté. Bár ez az általános geofizika igen sok területére kiterjedő munkásságának csak egy eleme, kétségtelen, hogy ő maga is igen fontosnak tartotta, mint olyan egységes okot, melyből a Föld szerkezete és fejlődése ellentmondásmentesen levezethető. Az első közleményektől kezdve, melyek az 1950-es évek közepén jelentek meg: [22], [23], egészen haláláig foglalkoztatta a hipotézis. Először a tágulással magyarázható megfigyeléseket gyűjtötte össze, majd fizikai okait igyekezett megtalálni és mindvégig bizonyítékokat keresett a hipotézis egyértelmű igazolásához. E közben olyan részeredményeket fogalmazott meg pl. az afrikai árkok kialakulásáról, az indiai félsziget és a Himalája szerkezetéről és lehetséges kialakulásáról — melyek ma is helytállóak és a modern lemeztektonika elméletének is egyik előfutárává teszik.

A lassú expanziós elmélet általa adott — sajnos már végső — megfogalmazását 1969-ben publikálta: [24]. Ekkorra kiderült, hogy a lassú expanzió egyedül nem tudja magyarázni az óceáni medencék kialakulását. A sea-floor spreading viszont elfogadott és bizonyított tény volt. Egyed László azt tette fel, hogy az expanzió az újonnan képződő óceáni területek 10–15%-át hozza létre. A közép-óceáni hátságok középvonala mentén a tágulásból adódó felszakadás után konvekció indul meg és kidomborodást ún. megatumort hoz létre. Ennek szárnyain, a megatumor lejtőin a gravitációs csúszás miatt horizontális mozgás indul meg. A mélytengeri árkok környezetében a lecsúszó blokk már mélyen a köpenybe hatol, amit a mélyfészktű földrengések hipocentrumainak eloszlása egyértelműen bizonyít. Mai nomenklatúrával élve, az elmélet a lemeztektonikai mozgások megindulását vezeti le a tágulásból és a megatumor elmélet, a passzív konvekció és a tágulás elmélete szintézisének tekinthető. A lemeztektonika kibontakozását, az új mérési eredményeket Egyed László már nem érthette meg, de nem kétséges, hogy invenciózus, új, merész szempontokat felvető munkái hozzájárultak volna a tektonika fejlődéséhez.

Egyed László sokunkat indított el vagy támogatott a geofizikai pályán. Mindig az értékek megbecsülése, a nagyvonalú, önzetlen segítőkészség vezette. Születésének 75. évfordulóján nemcsak tisztelettel emlékezünk a kiemelkedő életműre, de hálával és szeretettel az Emberre, akinek olyan sokat köszönhetünk.

*Mesko Attila*



## HIVATKOZÁSOK

1. A kiválasztási axiómáról és a vele kapcsolatos kérdésekről. Doktori értekezés. Mat. és Fiz. Lapok, XLV, Budapest, 1–20, 1938.
2. Über die Äquivalenz einiger grundlegender Satze aus der Theorie der Punktmengen. Fundamenta Mathematicae, Warszawa, 74–78, 1938.
3. Végtelen gráfok jólirányíthatóságáról. Mat. és Fiz. Lapok, XLVIII, Budapest, 505–509, 1941.
4. Mágneses anomáliák értelmezése a vertikális és horizontális intenzitásgörbe egyesítése alapján. Időjárás, XLVII, 185–188, 1943.
5. Deutung unterirdischer geologischer Strukturen auf Grund der Drehwagemessungen. Mat. és Term. Tud. Ért., LXII, 635–636, 1943.
6. Felszínalatti táblás előfordulások adatainak meghatározása gravitációs és mágneses mérések alapján. Bányászati és Kohászati Lapok, 8, 1–3, 1944.
7. Felszínalatti geológiai szerkezetek értelmezése a torziósinga mérések alapján. Bány. és Koh. Lapok, 5, 1–6, 1947.
8. Topografikus korrekció a graviméteres és ingamérések esetében. Bány. és Koh. Lapok, 10, 1–3, 1948.
9. The determination of an infinite inclined dike from the results of gravity and magnetic surveys. Geophysics, 13, 3, 437–442, 1948.
10. Az anomáliák magassági redukciójáról. Földtani Közöny, 1–4, 1–20, 1949.
11. Átlagsűrűség meghatározása gravitációs módszerekkel. Bány. és Koh. Lapok, 1, 1–6, 1949.
12. Az izosztázis kérdéséhez. Földtani Közöny, 374–383, 1951.
13. Some notes concerning the question of isostasy. Acta Technica, IV, 1–4, 75–84, 1952.
14. Geofizikai alapismeretek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1955.
15. On the mechanism of deep-focus earthquakes. Studia geoph. et. geod., 2, 291–292, 1958.
16. Determination of focal depth from macroseismic data, Pure and Applied Geophysics, 67, 107–111, 1967/II, (Társszerző: Meskó A.).
17. New network of seismological stations in Hungary, Proc. of the eight Assembly of the ESC. Akad. Kiadó, Bp. 333–338, 1968. (Társszerzők: Bisztricsány E., Csomor D., Kiss Z.).
18. Calculation of LVL depth for the territory of Hungary. Acta Geod. Geoph., 7, (3–4), 403–404, 1972. (Társszerző: Bisztricsány E.).
19. A földrendések és a Föld. Akad. Kiadó, Budapest, 135, 1966. (Korunk tudománya).
20. Some remarks on continental drift. Geofisica pura e applicata, 45, 115–116, 1960.
21. Paleomagnetism and the ancient radii of the Earth. Nature, 190, 4781, 1097–1098, 1961.
22. A Föld belső felépítésének új elmélete és annak földtani-geofizikai következményei. Földtani Közl., LXXXV, 3, 277–318, 1955.
23. The change of the Earth's dimensions determined from paleogeographical data. Geofisica pura e applicata, 33, 42–48, 1956.
24. The slow expansion hypothesis. – S. K. RUNCORN: The application of modern physics to the Earth and planetary interiors c. könyv fejezete, p. 65–75. Wiley Interscience, London, New York, Sydney, Toronto, 1969.

## Könyvismertetés

**Grün, Rainer:** *Die ESR-Altersbestimmungsmethode.* ISBN 3–540–50146–0, 0–387–50146–0 132 pp. 41. figs.

A Hochschultext-sorozatban megjelent könyvecske az elektronspinrezonancia spektrális mérésén alapuló kormeghatározási módszert tárgyalja. Az általános bemutatás és magyarázatok után a szerző a fő hangsúlyt a földtani alkalmazásokra helyezi, s itt részletes esetleírásokat ad. Külön erénye a munkának, hogy a hasonló laboratóriumi módszerek átvételét többnyire késleltető elnagyolás helyett az olvasót végig vezeti a mintavétel, mintaelőkészítés, mérés, kiértékelés folyamatán, részletes útmutatást adva a kapott eredmények minőségének értékeléséhez és a hibák csökkentéséhez is.

Az ESR-kormeghatározási módszer viszonylag új. 1957-ben ajánlották első ízben, de csak 1975-től alkalmazzák rendszeresen. Az utóbbi években az érdeklődés a földtan és a régészet területén ugrásszerűen megnőtt. Magyarországi elterjesztését Grün könyve eredményesen segítené.

*Dr. Deres János*



Az összevont szám ára: 65,— Ft