

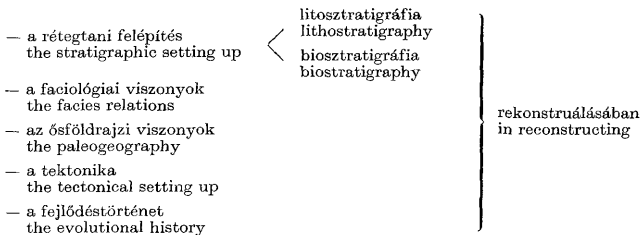
# A szénhidrogén prognózis szedimentológiai háttere\*

Dr. Bérczi István\*\*

(25 ábrával, 9 táblázzal)

A szénhidrogén prognózis, mint üledékes medencealakulatokban keletkezett és részben ott fel is halmozódott nyersanyag kutatásának földtani megalapozásával foglalkozó, összefoglaló jellegű tanulmány nyilvánvaló módon sok szempontból arra van ítélve, hogy a szedimentológiai vizsgálati módszereket, azok átfogó eredményeit alkalmazza vizsgálódásai során. Ez esetben azonban szélesebb összefüggéseket felölelő módon, az üledékképződésen túl, az üledékes kőzetek petrográfiáját is tartalmazó szedimentológiára kell gondolnunk. Előre kell bocsátanom — és ezt nem lehet elégszer hangsúlyozni —, hogy a szedimentológiai értelmezési eljárások alkalmazása nem jelent semmiféle csodaszert, amellyel a prognózis ismert nagy bizonytalansági tényezői (mennyi szénhidrogén keletkezett? mikor? milyen hatásfokkal csapdázódott? mikor?) egyértelműen, egyszer és mindenkorra megoldhatók lennének. Alkalmazásuk azonban feltétlen segítséget jelenthet a mindenkori kutatási koncepció alapjául szolgáló földtani modell megkonstruálásában.

A szedimentológiai módszerek szerepet játszanak  
The sedimentological methods play role



1. ábra.  
Fig. 1.

\* Elhangzott 1983. június 29-én Szolnokon, a társulat szénhidrogén-prognózis anketáján.

\*\* Magyar Szénhidrogénipari Kutató-Fejlesztő Intézet H-2443 Százhalombatta, Pf. 82.

A földtani modell kidolgozása során a *szedimentológiai módszerek* szerepet kapnak a rétegtani felépítés (litosztratigráfia, biosztratigráfia), a faciológiai viszonyok, az ősföldrajzi viszonyok, a tektonika és a földtani fejlődéstörténet rekonstruálásában (1. ábra). A módszerek *méretarányait* vizsgálva három lépéteket különítünk el (2. ábra):

Megaszedimentológia: Megasedimentology	kőzettestek nyomon követése medenceméreteken (litosztratigráfia, szeizmikus sztratigráfia) Tracing rock-bodies in basin-wide scale (Lithostratigraphy, seismic stratigraphy)
Makroszedimentológia: Macrosedimentology	kőzettestek jellemzése lokális méreteken (geofizikai fúrászelvények, rétegzettségű jegyek) characterization of rock-bodies of local scale (well-logs, bedding forms)
Mikroszedimentológia: Microsedimentology	részecske szintű (szedimentpetrográfiai) vizsgálatok Investigations on particle size scale (sediment-petrography)

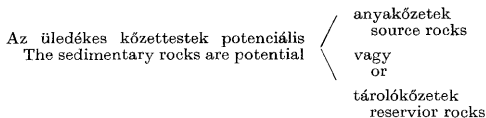
2. ábra. A szedimentológia mérettartományai  
Fig. 2. Scales of sedimentology

a *megaszedimentológia* a kőzettestek medence-méreteken történő nyomon követését jelenti (litosztratigráfia, szeizmikus sztratigráfia),

a *makroszedimentológia* a kőzettestek jellemzése lokális, de a legnagyobb átmérőjű magminták méreteit is meghaladó nagyságrendben (rétegzettségű jegyek, mélyfúrás-geofizikai szelvények),

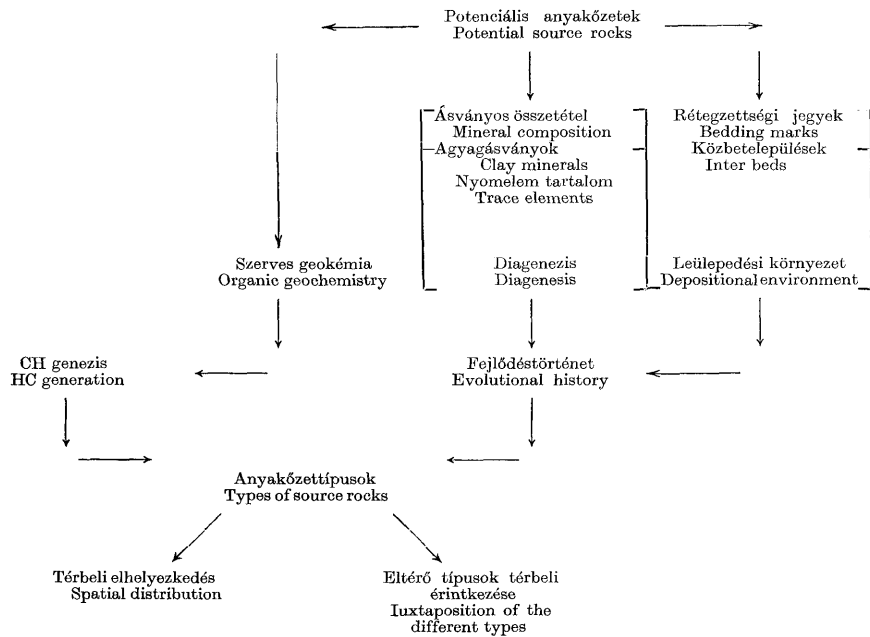
a *mikroszedimentológia* a részecskék vizsgálatát jelenti (= szedimentpetrográfia).

A vizsgálat tárgyát képező üledékes kőzettestekről nagyvonalú általánosítással elmondható, hogy *potenciális anyaközetek* vagy *tárolóközetek* (3. ábra).



3. ábra.  
Fig. 3.

A *potenciális anyaközeteket* elemezve (4. ábra) a makro vizsgálati szférában a *leülepedési környezetet* tisztázhatjuk a közbetelepülések, rétegzettségű jegyek alapján beleértve a bioturbációkat is). A szedimentpetrográfia (ásványos összetétel, agyagásvány és nyomelem tartalom, a diagenetikus kiválások), kiegészítve a *szerves geokémiai* adatokkal, a *kőzettévalás* folyamatára enged következtetni. A fenti három összetevő kombinációjából levezethető a földtani fejlődéstörténet, amelynek szerves geokémiai vonatkozásai a szénhidrogén-



4. ábra.  
Fig. 4.

genesis folyamataira utalnak. Ennek alapján lehetővé válik anyakőzettípusok elkülönítése, majd felvázolni az elkülönített egységek térbeli eloszlását, kapcsolódását — ami végső elemzésben minden szedimentológiai vizsgálat egyik végső célja.

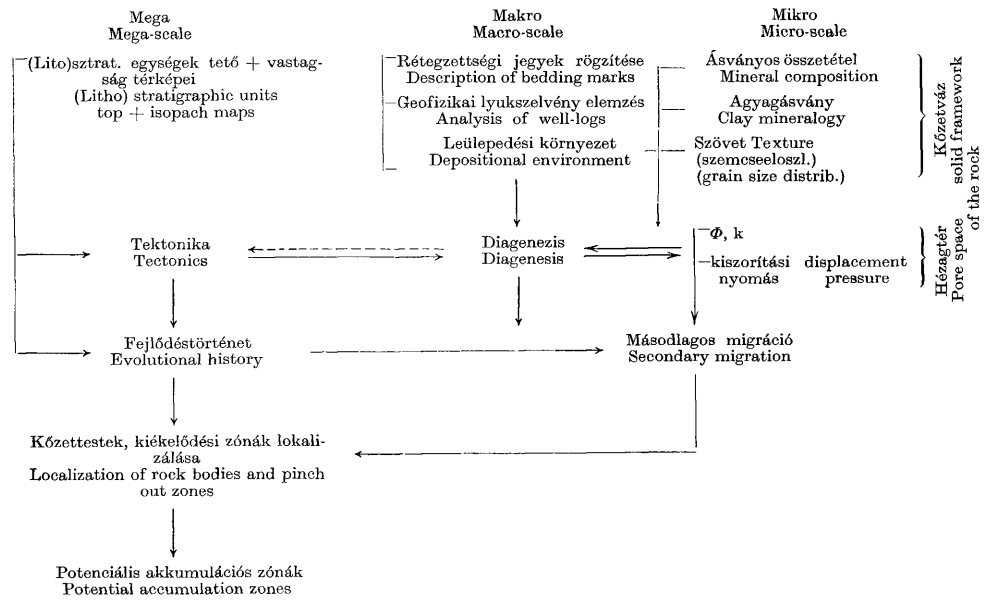
A *potenciális tárolókőzetek* két csoportja (5. ábra) közül jelen tanulmányunkban a szemcseközi tárolóterrel rendelkező kőzettípusokat tárgyaljuk. Tesszük

Porózus Porous	Vegyes porozitású Double porosity	Repedezett Fractured
Aleur(ol)it Silt(stone)	Mész(kő)-márga Limestone-marl	
Homok(kő) Sand(stone)	Dolomit Dolomite	
Konglomerátum Conglomerate	Metamorfitok Metamorphites	
	Vulkanitok Volcanites	
	Intrúziók Intrusions	
Breccsa Breccia		

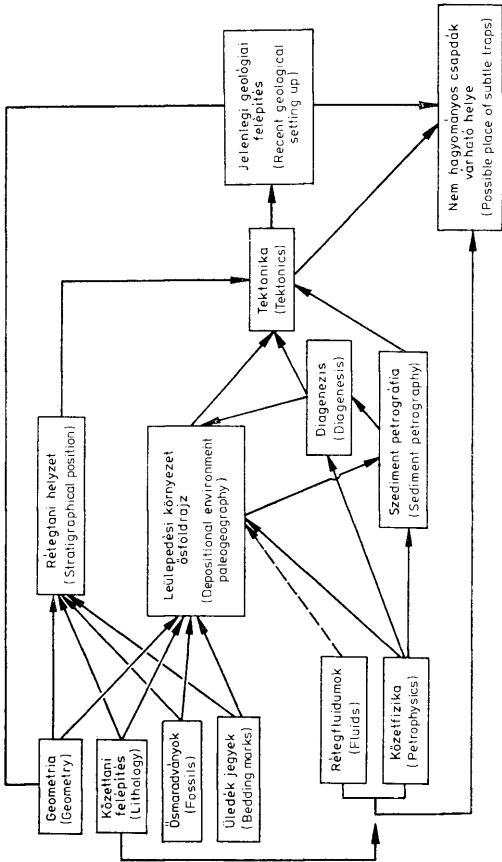
5. ábra. A potenciális tárolókőzetek típusai  
Fig. 5. Potential reservoir rock types

ezt abból kiindulva, hogy a két csoport egyetlen közös vonása a szénhidrogénekkel való telítettség, s a litológiai összetétel, a genetika, a szénhidrogénekkel való telítődés folyamata mind-mind eltérő képet mutat. Gondolatainkat tehát a szemcseközi tárolóterrel rendelkező kőzetekre koncentrálván első lépésként meg kell állapítani, hogy külön-külön célszerű foglalkozni a kőzetváz és a hézagter szedimentológiájával (6. ábra). A kőzetváz mega-, makro- és mikroméretekben végzett vizsgálatával ez esetben is rekonstruálható a leülepedési környezet + diagenezis + tektonika hármából a *fejlődéstörténet*, a kőzetbeli hézagter diagenezist követő (= jelenlegi) állapotából a *feltöltődés-történet* (= a másodlagos migráció története); mindezek alapján a kőzettestek, kiékelődési zónák, potenciális akkumulációs övezetek helyzete rögzíthető (6. ábra). Természetesen az antiklinális típusú csapdák esetében a módszer nem fog versenyezni a felszíni geofizikai (szeizmikus) módszerekkel, viszont remélhetőleg segítséget nyújt nem antiklinális típusú csapdák várható helyének detektálásában (7. ábra).

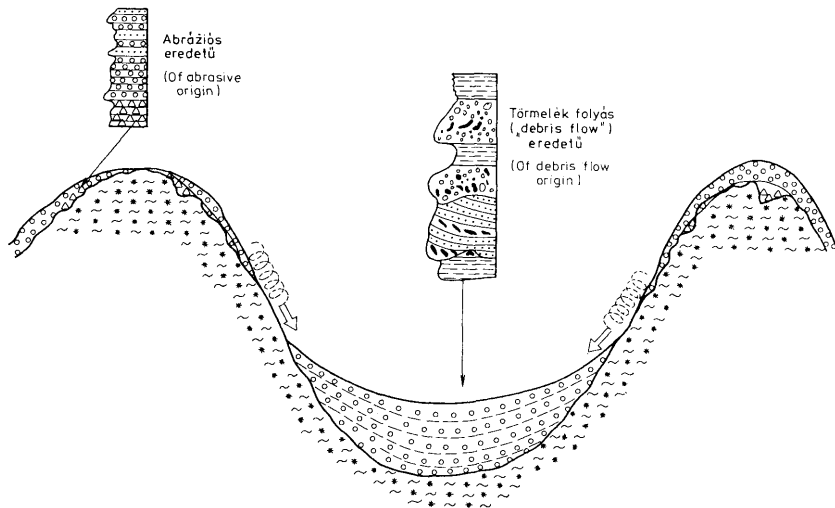
Ezen elvi háttér felvázolása után lássuk, mi a helyzet a gyakorlati megvalósítás terén. Az anyakőzetek vonatkozásában a vizsgálatok eddig is, és a belátható jövőben is várhatóan a szerves geokémiai elemzésekre koncentrálnak, hiszen nem kell szedimentológiai módszerekkel külön bizonygatni, hogy a szénhidrogén generálására alkalmas, jelentős tömegű kőzettestek találhatók a Pannon-medence magyarországi részének neogénjében. A prognosztikus vagyonebecslés térfoagtgenetikai változatának továbbfejlesztése — egzaktabb migrációs és akkumulációs koeficiens-meghatározási módszerek kidolgozása — után igényként jelentkezik az anyakőzettípusok elkülönítése és azok térbeli elrendeződésének vizsgálata.



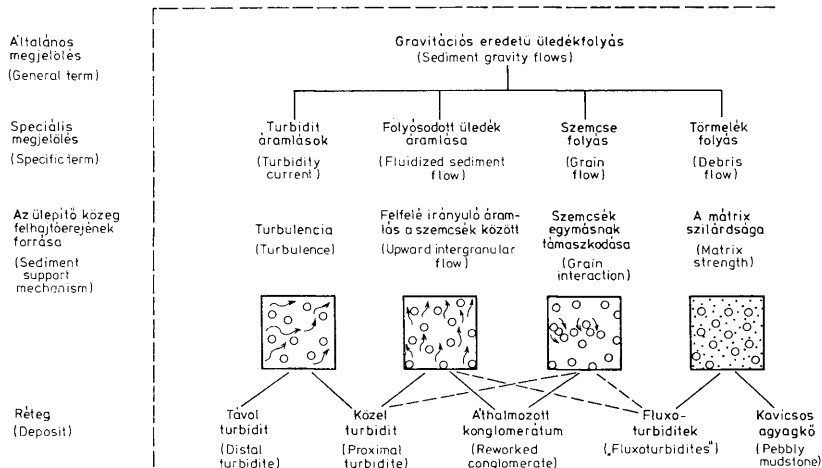
6. ábra. A potenciális tárolókőzetek üledékképződési elemzése  
 Fig. 6. Sedimentological analysis of potential reservoir rocks



7. ábra — Fig. 7.



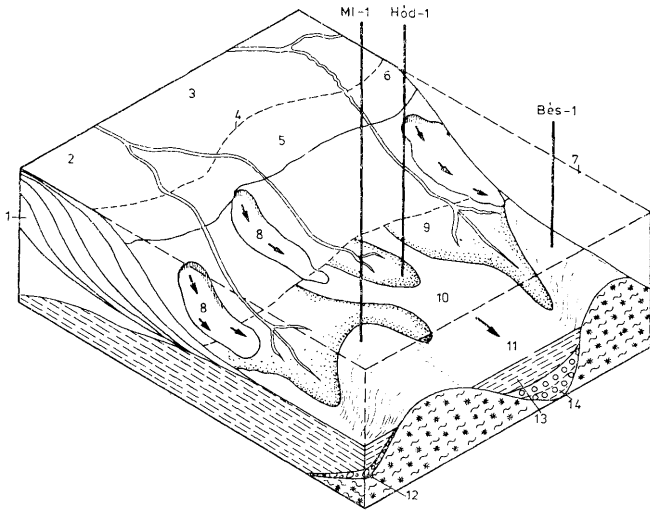
8. ábra. A bazális konglomerátumok két típusának genetikája  
Fig. 8. Genetics of the two types of basal conglomerates



9. ábra. Gravitációs eredetű üledékfolyások (MIDDLETON és HAMPTON, 1973 nyomán)

Fig. 9. Classification of sediment gravity flows (after MIDDLETON and HAMPTON, 1973)

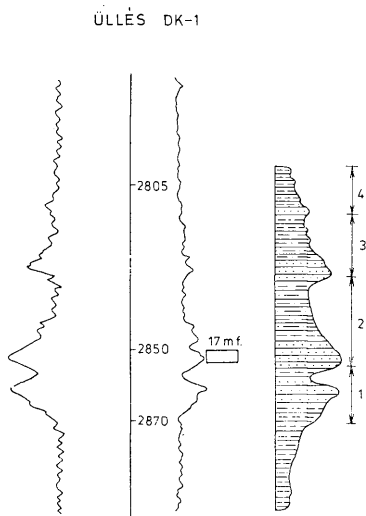




10. ábra. Folyóvíz uralta, nagy hordaléktömeget szállító delta rendszer, mint a makó-hódmezővásárhelyi árok neogén üledékképződési modellje. J e l m a g y a r á z a t: 1. Felhagyott delta-szintek, 2. Delta ág, 3. Delta síkság, 4. Partvonal, 5. Delta lejtő, 6. Sekély-tavi fácies, partvonal ingadozás, 7. Vízsínt, 8. Üledék csúszás 9. Prodelta, 10. Proximális turbiditek, 11. Disztális turbiditek, 12. Abráziós bazális összlet, 13. Mélyvízi pelitek, 14. Áthalmazott (törmelékfolyás) típusú bazális összlet

Fig. 10. High construction fluvial-dominated delta system as a model for the Makó-trench (SE-Hungary). L e g e n d: 1. Abandoned delta lobes, 2. Distributary channel, 3. Delta plain, 4. Shoreline, 5. Delta front, 6. Shallow lake environment, shoreline fluctuations, 7. Lake level, 8. Slumps, 9. Prodelta, 10. Proximal turbidites, 11. Distal turbidites, 12. Abrasive basal series, 13. Deep basin pelites, 14. Reworked (turbiditic) basal series

Ami a tárolóközet-vázra vonatkozó elemzéseket illeti, a mélyzónák (teljes) neogén rétegsorának feldolgozása a kiindulópont. A makó—hódmezővásárhelyi árok előzetes vizsgálata (BÉRCZI I. — PHILLIPS, L. 1982) a területen öt fő üledék-fácies létét bizonyította, amelyek együttesen egy ÉNy-ról DK-i irányban előrehaladó, folyóvíz szállította üledéktömeg uralta delta összletet alkotnak (8. ábra). A bazális összlet szöveti tulajdonságai alapján (agyagos matrixban lebegő kavics szemcsék), törmelék-folyás („debris flow” MIDDLETON—HAMPTON 1973) (9. ábra) eredetűnek látszik és így módon elkülöníthető a kiemelt boltozatokat övező, abráziós eredetű, homokkő kötőanyagú (és kavics-kavics kontaktusokat is bőségesen mutató) konglomerátumoktól (10. ábra). A mélyvízi (csendesvízi) márga—mész márga sorozatok fölött települő prodelta képződményeket, valamint az erre következő delta-lejtő alsó szakaszát előbb disztális, majd a lejtőhöz közeledve a proximális „turbiditek” jelenléte jelöli ki. [A „turbidit” kifejezést tágabb értelemben — tehát nem kifejezetten mélyvízi törmelékkúpokra, hanem inkább „szemcse-folyás” (grain flow) jellegű üledékanyag mozgásra gondolva — használjuk.] A disztális közettestek esetenként több,

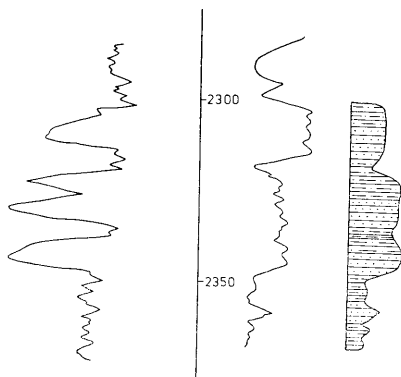


11. ábra. Disztális turbidit kúp a vásárhelyi homokkőeszkös márga formációban  
 Fig. 11. Distal turbidite fan in the Vásárhely Sand-Stripe Marl Formation

megnyúlt ciklusban települnek egymás fölött (11. ábra), a proximális kőzettestekre ez nem jellemző (12. és 13. ábra). Mindkét változatra érvényes azonban a homoknál durvább frakciók teljes hiánya. A korábban „szárnyhomokkő” megjelöléssel a *szolnoki homokkő formáció*hoz sorolt kőzettestek térbeli elhelyezkedésük, geometriájuk, szelvényképük alapján (14. ábra) torkolati zátonyokként értelmezhetők. A legváltozatosabb fácies sor a delta-síkságként értelmezett *törteli formációt* jellemzi: egymásra települő, fölfelé durvuló szemcseméretű, mind vastagabb torkolati zátonyok (15. ábra), megint csak egymáson következő övzátony + áramlási csatorna sorozatok (16. ábra); áramlási csatorna + csatornaközi pelitek (17. ábra), illetve ciklikusan egymásra következő áramlási csatorna kitöltések (18. ábra) egyaránt megtalálhatók.

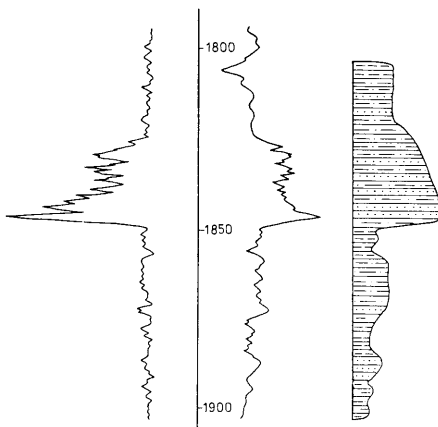
A kőzet – hézagtér szedimentológiája a diagenetikus folyamatokon keresztül kapcsolódik a kőzetvázéhoz. Ennek a felismerésnek eredményeként dolgozták ki SCHMIDT (1979) és munkatársai (Petro-Canada olajcég) a homokkő diagenézisének olyan értelmezését és fokozatokra osztását, amely alapvetően egyetlen kőolajföldtani kritérium (pontosabban: kőzetfizikai paraméter), a *porozitás* változása (csökkenés, növekedés) folyamatában véli megtalálni a diagenetikus fokozatok elkülönítésének legalkalmasabb módját (19. és 20. ábra). Az elvi vázlat (19. ábra) azonban mindenképpen kiegészítendő két gondolattal:

## ÜLLÉS-25



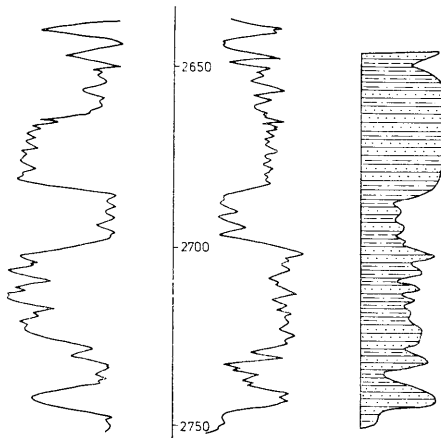
12. ábra. Proximális turbidit (üledékcúszás?) a nagykörfű agyagmárga formációban  
 Fig. 12. Proximal turbidite (slump?) in the Nagykörfű Argillaceous Marl Formation

## Ruzsa-2



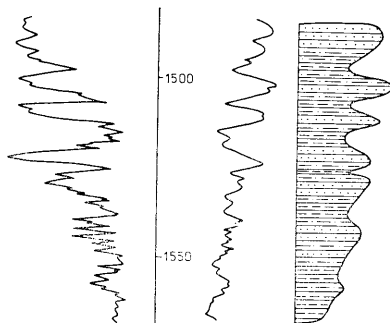
13. ábra. Osztályozott rétegzettségű aleuritós homokkőtest a algyői álszkordáns homokkő-agyagmárga formációban  
 Fig. 13. Graded silty sandstone in the Algyő Unconformable Sandstone-Argillaceous Marl Formation

A-17



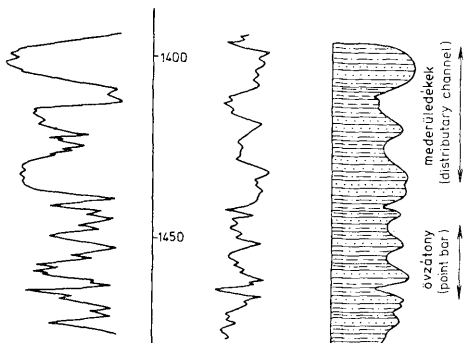
14. ábra. Szolnoki homokkő-agyagmárga formáció: aleuritos homokkő kifejlődés („szárnyhomokkő”)  
 Fig. 14. Silty sandstone („marginal ss.”) in the Szolnok Sandstone-Argillaceous Marl Formation

RUZSA-2



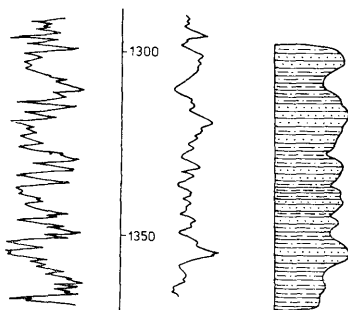
15. ábra. Egymásra települő torkolati zátonyok a Törteli homokkő formációban  
 Fig. 15. Superimposed mouth bars in the Törtel Sandstone Formation

## ÜLLÉS DK-2



16. ábra. Övezátony és mederüledékek egymásra következése a törtéti homokkő formációban  
 Fig. 16. Superposition of point bar and distributary channel in the Törteli Sandstone Formation

## RUZSA-2

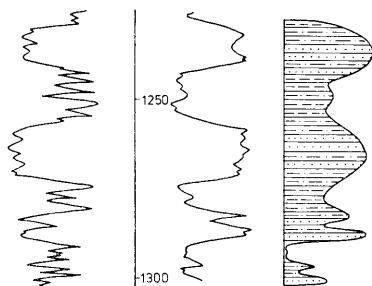


17. ábra. Delta-síksági peltites és meder-homokkő rétegek váltakozása a törtéti homokkő formációban  
 Fig. 17. Delta plain pelites and distributary channel sandstones in the Törteli Sandstone Formation

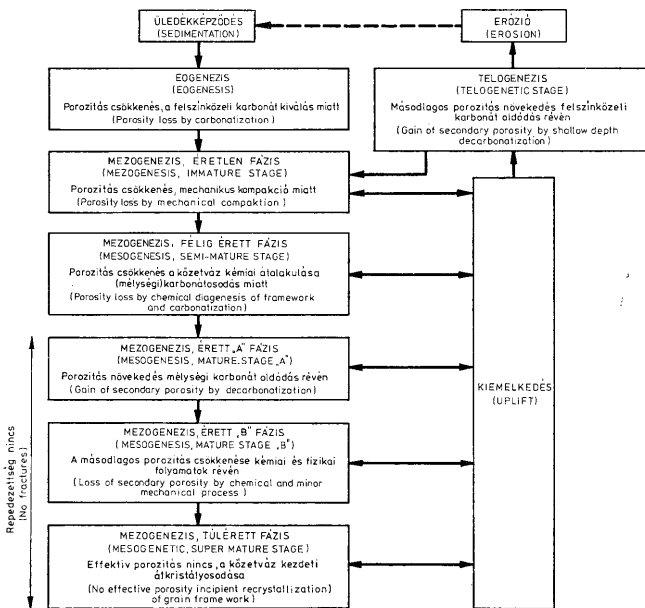
1. az üledékképződés a felszínre került, diagenizált homokkő testek lepusztulásával is megindulhat, s így körfolyamat alakul ki;

2. értelemszerű, de meg kell említeni, hogy ez a diagenézis—porozitás összefüggés feltételezi, hogy a mélyebb zónában (mezogenezis érett—túlérett fázis) sincsenek fizikai—mechanikai hatásra kialakuló nyitott repedések a kőzetben.

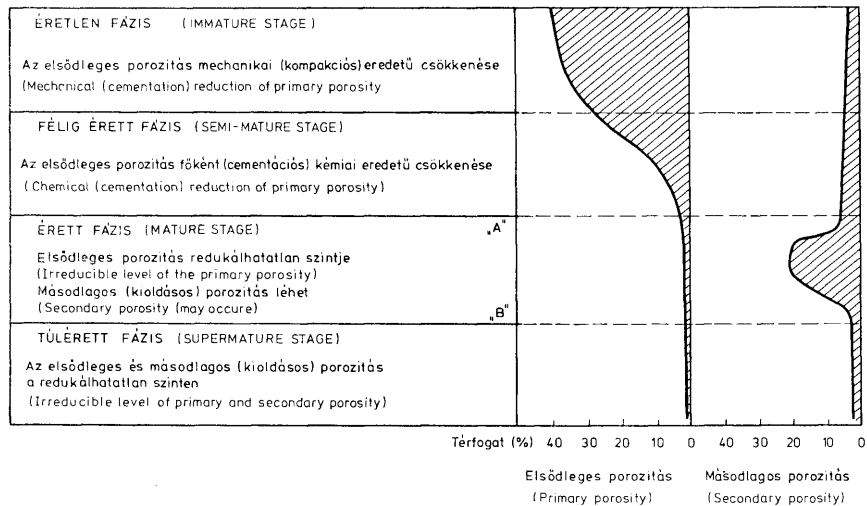
## RÚZSA-2



18. ábra. Egymásra következő meder (áramlási csatorna) kitöltések a törteli homokkő formációban  
 Fig. 18. Superimposed distributary channel sandstones in the Törteli Sandstone Formation



19. ábra. A homokkővek diagenézisének folyamatábrája (SCHMIDT—MCDONALD, 1979 nyomán)  
 Fig. 19. Flow chart of the diagenesis of sandstones (after SCHMIDT—MCDONALD, 1979)



20. ábra. A mezo(di)agenézis fokozatai és a porozitás alakulása (SCHMIDT—MCDONALD, 1979 nyomán)  
Fig. 20. The stages and the porosity variants during the mesodiagenesis of a sandstone (after SCHMIDT—MCDONALD 1979)

(Annak illusztrálására, hogy a kőolaj-geológusok körében újabban mennyire népszerű gondolatává vált a legbonyolultabb szedimentológiai folyamat, a diagenézis közetfizikai paraméterekkel való „megfogása”, legyen szabad utalnom arra, hogy a Petro-Canada szakembereivel közel egyidőben Jan v. ELSBERG (Mobil Oil of Canada) másik, a kőolajkutatásban igen fontos fizikai paraméter, az akusztikus sebesség- adatok alapján igyekszik elkülöníteni a különböző diagenizáltsági fokú kőzeteket.)

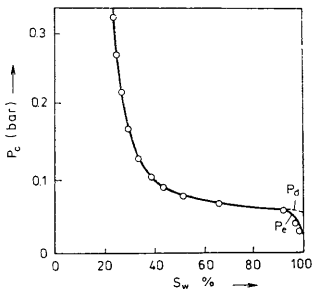
A diagenézissel jelenlegi állapotukba jutott kőzetek hézagter-eloszlási sajátosságai és ezzel kapcsolatban a kőzetek migrációs tulajdonságai képezik a *hézagter szedimentológia* másik fontos területét. Az idevonatkozó irodalmi előzmények részletes taglalására nincs hely, néhány alapvető külföldi és hazai publikáció felsorolásával (ARPS 1964, ASCHENBRENNER—ACHAUER 1960, BERG 1975, BÉRCZI 1981, 1982, HABERMANN 1960, Petroleum Research Corp., Res. Rept.-s AO-A15, 1958—1962, SCHOWALTER 1979, 1982, SMITH 1966) érzékeltetni lehet azonban a témakör érdekességét és fontosságát.

A feltöltődés folyamatában két döntő, kőzethez kötött fizikai paramétert különítettünk el:

1. A belépési nyomás ( $p_e$ ) az a minimális nyomásérték, amelynél nem nedvesítő folyadék (szénhidrogén) lép be a víznedves folyadékkal kitöltött legnagyobb pórusba.

2. A kiszorítási nyomás ( $p_d$ ) az a legkisebb nyomási érték, amelynél a migráló szénhidrogén a legkisebb pórusszűkületről is kiszorítja a vizet, és ily módon folyamatos olajszerű alakul ki.

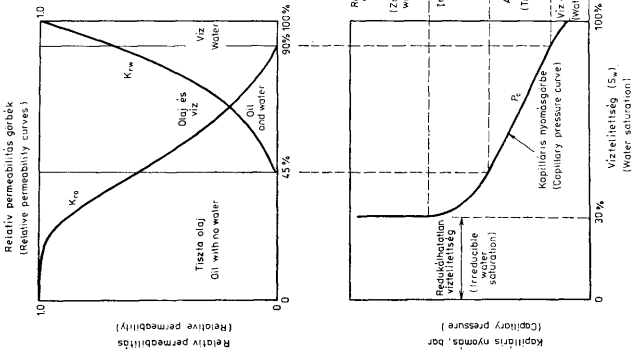
Mindkét nyomásértéket viszonylag egyszerű és bőséggel rendelkezésre álló vizsgálatból, a higanyos kapilláris nyomás-meghatározásból lehet meghatározni, a 21. ábrán feltüntetett módon. Ahol ez a görbe nem megfelelő lefutása miatt lehetetlen, a 10%-os nem-nedvesítő folyadék-telítettséghez tartozó kapilláris nyomást tekintjük a kiszorítási nyomásnak (SCHOWALTER, 1979). A  $p_e$  és  $p_d$  fogalmi meghatározásából, a kapilláris nyomás és a relatív áteresztőképesség görbéiből a szénhidrogén-telítettség térbeli megoszlása levezethető (22. ábra).



21. ábra. A kiszorítási nyomás ( $P_d$ ) meghatározása higanyos kapilláris-mérésből

Fig. 21. The determination of the displacement pressure ( $P_d$ ) from mercury capillary measurements





22. ábra. A relatív permeabilitás és a kapilláris nyomás adatok egybevetése és geológiai értelmezése (ARPS, 1964. nyomán)  
 Fig. 22. Comparison and geological interpretation of the relative permeability and capillary pressure data (after ARPS 1964)

A másodlagos migráció alapegyenletét abból a megfontolásból kiindulva lehet felírni, hogy a szénhidrogén (CH) és a rétegvíz közötti sűrűségkülönbségből eredő felhajtóerő van egyensúlyban a kőzetpórusok és póruszűkületek kifejtette, a kapilláris nyomás formájában megjelenített ellenőrével (SCHÖWALTER, 1979):

$$Zg[\varrho_{VR} - \varrho_{CHR}] = p_d \quad (1)$$

ahol:  $Z$  = a folyamatos szénhidrogénszál vertikális hosszúsága m-ben

$g$  = gravitációs állandó,  $9,81 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-2}$

$\varrho_{VR}$ ,  $\varrho_{CHR}$  = a víz és a CH sűrűsége rétegvízviszonyokon  $\text{kg/m}^3$

$p_d$  = kiszorítási nyomás, Pa-ban.

A képlet egyszerű átrendezésével

$$Z = \frac{p_d}{g[\varrho_{VR} - \varrho_{CHR}]} \quad (2)$$

meghatározható a csapdakőzet (fedőkőzet) csapdázó kapacitása ( $p_d = p_d$  csapda, I. és II. táblázat), a tárolókőzetek átmeneti zónájának (22. ábra) várható vastagsága (III., IV., V. és VI. táblázatok). Ez utóbbiból az esetleges fázishatár anomáliák kialakulásának oka levezethető.

A fedőkőzet zárókapacitásának számítása  
Calculation of cap-rock sealing capacity

I. táblázat – Table I.

Felsőpannon		Algyő-2	
Upper Pannonian			
A-19.	2/1/6.	1998,0–2015,5	Tiszta agyagmárga
			Pure argillaceous marl
$\Phi$	= 3,8%		$\varrho_{vr} = 1004 \text{ kg/m}^3$
$k$	= $0,01 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$		$\varrho_{or} = 705 \text{ kg/m}^3$
$P_{10}$	= 18; 1,698 bar		
$z$	$= \frac{P_{desr}}{g \cdot (\varrho_{vr} - \varrho_{or})}$		
$z$	$= \frac{1,698 \cdot 10^5}{9,81 \cdot (1004 - 705)} = \frac{1,698 \cdot 10^5}{9,81 \cdot 299} = \frac{1,698 \cdot 10^5}{2933,19} = 57,88 \text{ m}$		

A fenti tiszta agyagmárga csapdakapacitása az A-2 telep olajára  $\approx 58 \text{ m}$ .

The trapping capacity of the above pure argillaceous marl is  $\approx 58 \text{ m}$ , as calculated for the oil of the reservoir A-2

A zárókőzet csapdázó kapacitása  
Trapping capacity of the sealing rock

II. táblázat – Table II.

Alsópannon-13 B			
Lower Pannonian			
A-537.	2/19.	2438,70–2438,75	márga/marl
$\Phi$	= 3,07%		$\varrho_{vr} = 1008 \text{ kg/m}^3$
$k$	= $0,01 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$		$\varrho_{or} = 735 \text{ kg/m}^3$
$A$	= 17,52		
$P_{10}$	= 72 bar	$6,79 \cdot 10^5$	Pa
$z$	$= \frac{6,79 \cdot 10^5}{9,81 \cdot (1008 - 735)} = \frac{6,79 \cdot 10^5}{9,81 \cdot 273} = \frac{679000}{2678,13} = 253,53 \text{ m}$		

Az alsópannon márga csapdakapacitása tehát: 253,53 m

Hence the trapping capacity of Lower Pannonian marl: 253,53 m

Algyői felsőpannon: Szeged-2 telep  
The Upper Pannonian of Algyő. Reservoir Szeged-2

III. táblázat — Table III.

A-530. 1870,60—1870,70 m tiszta laza homokkő/pure and loose sandstone

$$\begin{aligned}\Phi &= 30,6\% \\ k &= 539,1 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2 \\ A &= 0,24 \\ P_{10} &= 0,20 \text{ bar} \quad 0,03 \cdot 10^5 \text{ Pa}\end{aligned}$$

$$z = \frac{3000}{8534,7} = 0,35 \text{ m}$$

A kérdéses homokkő átmeneti zónája: 0,35 m  
Transitional zone of the sandstone involved: 0.35 m

Algyői felsőpannon: Szeged-2 telep  
The Upper Pannonian of Algyő. Reservoir Szeged-2

IV. táblázat — Table IV

A-533. 1870,33—1870,43 m aleurolitos homokkő/silty sand stone

$$\begin{aligned}\Phi &= 24,3\% \\ k &= 21,46 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2 \\ A &= 1,06 \\ P_{10} &= 3,00 \text{ bar} \quad 0,19 \cdot 10^5 \text{ Pa}\end{aligned}$$

$$z = \frac{0,19 \cdot 10^5}{8534,7} = \frac{19000}{8534,7} = 2,22 \text{ m}$$

A kérdéses homokkő átmeneti zónája: 2,22 m  
Transitional zone of the sandstone involved: 2,22 m

Az algyői alsópannon 13B homokkőcsoport  
Lower Pannonian sandstone sequence 13B, Algyő

V. táblázat — Table V

A-537. 2/12 2437,05—2437,16 aleurolitos homokkő/silty sandstone

$$\begin{aligned}\Phi &= 20,17\% \\ k &= 41,31 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2 \\ A &= 0,70 \\ P_{10} &= 1,95 \text{ bar} \quad 0,18 \cdot 10^5 \text{ Pa}\end{aligned}$$

$$z = \frac{0,18 \cdot 10^5}{2678,13} = 6,72 \text{ m}$$

A fenti alsópannon aleurolitos homokkő átmeneti zónája: 6,72 m  
Transitional zone of the above Upper Pannonian silty sandstone 6,72 m

Az algyői alsópannon 13B homokkőcsoport  
Lower Pannonian sandstone sequence 13B, Algyő

VI. táblázat — Table VI.

A-537. 2/20 2439,23—2439,32 aleurolitos homokkő/silty sandstone

$$\begin{aligned}\Phi &= 11,4\% \\ k &= 1,51 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2 \\ A &= 2,95 \\ P_{10} &= 16 \text{ bar} \quad 1,51 \cdot 10^5 \text{ Pa}\end{aligned}$$

$$z = \frac{1,51 \cdot 10^5}{2678,10} = 56,38 \text{ m}$$

A kérdéses aleurolitos homokkő átmeneti zónája: 56,38 m  
Transitional zone of the silty sandstone involved: 56,38 m

A bemutatott mintaszámítások jelzik a tömöttebb alsópannon márgák kiugró csapdázó képességét, az alsó- és felsőpannon homokkövek, és ezen belül is a kedvezőbb (kisebb)  $A = \frac{\Phi}{k}$  hányadossal jellemzett változatok várhatóan vékonyabb zónáját. Az extrém magas érték (VI. táblázat) arra utal, hogy vízmentes olajtermelés az adott szakaszon nem várható. A jó tároló-kapacitású kőzettestbe betelepülő alacsony porozitású és permeabilitású (= nagy átmeneti zónával rendelkező) részek okozzák a szabálytalan vertikális telítettségeloszlást, amely a heterogén homokkő tárolóinkban gyakran megfigyelt jelenség (VII. és VIII. táblázat).

Az algói Szeged-2 telep, átmeneti zóna vastagságok  
Transitional zone thicknesses, Reservoir Szeged-2, Algyő

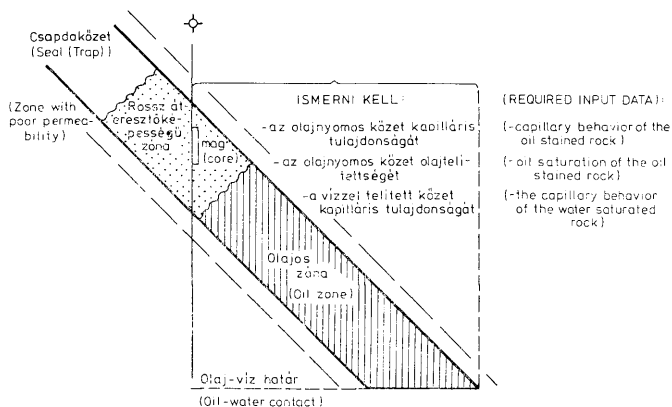
VII. táblázat — Table VII.

Kútszám: Algyő-532. Well No. Magfúrás Core-drilling		Porozitás Porosity		Áteresztőképesség Permeability ( $10^{-9} \mu\text{m}^2$ )		Kiszorítási Displacement nyomás ( $\text{p}_d$ bar) pressure levegő-Hg rendszer Mercury-air system	Átmeneti zóna Min. thickness min. vastagsága of transitional zone (m)
száma No.	helye location	Hg-os Hg	hagyom. conventional	vízszintes horizontal	függőleges vertical		
2.	1875,00—1886,00						
2/8.	1879,10—1879,17	25,13	27,93	234,88	90,86	1,70	0,83
2/9.	1879,35—1879,47	35,84	29,78	118,18	—	0,30	0,15
2/10.	1879,60—1879,73	26,32	27,86	110,66	—	1,75	0,86
2/11.	1880,10—1880,20	31,46	27,97	40,32	—	1,00	0,49
2/12.	1880,50—1880,60	33,33	28,85	158,39	50,08	0,30	0,15
2/14.	1881,00—1881,10	24,89	27,14	56,76	22,75	1,90	0,93
2/15.	1881,25—1881,38	25,39	26,68	54,43	48,16	1,65	0,81
2/16.	1881,70—1881,80	25,25	29,04	173,72	82,49	1,65	0,81
2/17.	1882,05—1882,20	25,33	26,88	92,52	46,44	1,65	0,81
2/18.	1882,25—1882,35	19,76	19,57	1,13	—	4,65	2,27
2/19.	1883,30—1883,45	26,71	18,33	1,55	—	1,65	0,81
2/20.	1883,45—1883,55	23,14	25,52	7,10	—	2,00	0,98
2/21.	1883,75—1883,85	4,02	3,57	0,0098	0,0098	47,00	23,00

Az Algyői Alsópannon-13B telep, átmeneti zóna vastagságok  
Transitional zone thicknesses, Reservoir Lower Pannonian-13B, Algyő

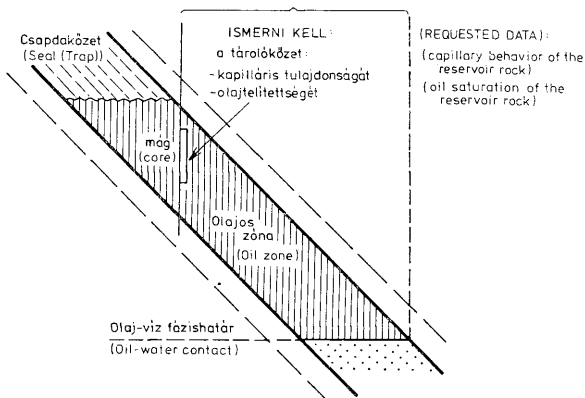
VIII. táblázat — Table VIII.

Kútszám: Algyő-491 Well No. Magfúrás Core-drilling		Porozitás Porosity		Áteresztőképesség Permeability ( $10^{-9} \mu\text{m}^2$ )		Kiszorítási Displacement nyomás ( $\text{p}_d$ bar) pressure levegő-Hg rendszer Mercury-air system	Átmeneti zóna Min. thickness min. vastagsága of transitional zone (m)
száma No.	helye location	Hg-os Hg	hagyom. conventional	vízszintes horizontal	függőleges vertical		
1.	2456,00—2454,00						
1/17.	2440,05—2440,15	8,45	9,22	—	1,19	36,0	30,80
1/18.	2440,30—2440,40	6,04	3,63	0,0098	0,0098	22,0	18,69
1/19.	2440,54—2440,63	6,58	7,10	0,0098	0,0098	28,0	32,28
1/20.	2440,80—2440,91	7,23	5,73	0,0098	0,0098	30,0	25,48
1/21.	2441,13—2441,20	4,86	3,21	0,0098	0,0098	17,0	14,53
1/22.	2441,30—2441,39	8,73	2,11	0,0098	—	6,0	5,13
1/23.	2441,51—2441,63	7,27	3,51	0,0098	—	36,0	30,76
1/24.	2441,78—2441,89	6,86	3,54	0,0098	0,0098	36,0	30,76
1/25.	2442,10—2442,20	7,71	9,50	0,0098	0,0098	22,0	18,80
1/26.	2442,30—2442,40	7,67	1,79	0,0098	0,0098	8,0	6,84
1/27.	2442,58—2442,64	20,76	91,42	113,89	70,35	1,25	1,07
1/28.	2442,72—2442,81	19,55	14,49	123,60	70,66	1,50	1,28
1/29.	2442,88—2443,00	4,47	4,81	0,0098	0,0098	13,00	11,11
1/30.	2443,23—2443,33	18,62	17,18	42,23	67,23	3,20	2,73
1/31.	2443,52—2443,60	19,60	23,30	47,60	119,46	1,55	1,32
1/32.	2443,68—2443,79	9,20	13,70	2,16	1,97	5,40	4,61
1/33.	2443,98—2444,06	16,20	20,34	15,76	13,61	4,15	3,55



23. ábra. A litológiai csapda kiterjedésének számítása a rossz átteresztő képességű tetőzóna magvizsgálati adataiból (SCHOWALTER, 1979 nyomán)

Fig. 23. Estimation of the closure of a lithological trap from core analyses of reservoir rocks of poor permeability (after SCHOWALTER, 1979)



24. ábra. A litológiai csapda fázishatár helyzetének számítása az olajos zónában vett mag adataiból (SCHOWALTER, 1979 nyomán)

Fig. 24. Estimation of the oil-water contact position from the core taken in the oil zone (after SCHOWALTER, 1979)

Fázishatár+etázs-magasság számítása  
Calculation of oil-water contact+closure

IX. táblázat — Table IX.

Alsópannon-17 telep  
Lower Pannonian-17 reservoirs

Algyő — 57

	%	k 10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup>	S <sub>w</sub> %	P <sub>c</sub> bar
2610,8—2612,6 m (2525,2—2527,0 m)	15,3	7	74	0,25
V <sub>pg</sub> = 165900 m <sup>3</sup>				
V <sub>po</sub> = 141,1 m <sup>3</sup>				
ρ <sub>gr</sub> = 615 kg/m <sup>3</sup>				
ρ <sub>gr</sub> = 980 kg/m <sup>3</sup>				
ρ <sub>gr</sub> = 365 kg/m <sup>3</sup>				

## 1. Fázishatár

$$z = \frac{Pd \text{ tároló}}{g} = \frac{0,25 \cdot 10^6 \text{ Pa}}{10 \text{ m/sec}^2 \cdot 365 \text{ kg/m}^3} = 6,8 \text{ m}$$

A kérdéses legalsó rétegszakasztól tehát 6—7 m-re van a várható olaj—víz határ

## 1. Oil-water contact

$$z = \frac{Pd \text{ reservoir}}{g}$$

Consequently, the oil-water contact is expected to lie at 6 to 7 m from the basal interval in question

## 2. Etázmagasság

A tárolóhoz tartozó, már mobilizálható szénhidrogént nem tartalmazó kőzet (márga, aleurit) tulajdonságai (nyukszelvény alapján):

	%	k	pc
	9,1	10	8,73

$$z = \frac{Pk_{\text{kőzet}}}{g} = \frac{0,873 \cdot 10^5}{10 \cdot 365} = 23,9 \text{ m}$$

teljes (számított) etázs: 23,9 m  
valóságban: 24,2 m

## 2. Closure

Characteristics (based on the well-log) of that rock belonging to the reservoir (marl and silt) which does not contain any mobile hydrocarbon anymore:

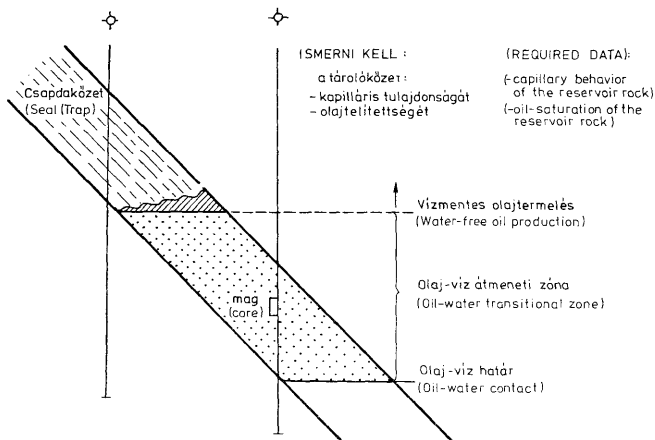
$$z = \frac{P_{\text{rock}}}{g}$$

Total (calculated) closure: 23.9 m  
Virtual closure: 24.2 m

SCHOWALTER a hézagtér szedimentológiai paramétereiből olyan gyakorlati fontosságú adatokat számol, mint a litológiai csapdák vertikális kiterjedése (= etázs előrejelzés) (23. ábra), a fázishatár helyének előrejelzése (24. ábra), illetve a vízmentes olajtermelés alsó határának előrejelzése (25. ábra). Hazai példának a fázishatár és etázmagasság előrejelzésére van (IX. táblázat), ami a módszer használható voltára utal.

Összefoglalva: a szénhidrogén-prognózis a kőzetváz és a kőzet-hézagtér szedimentológiai vizsgálati eredményeit széleskörűen tudja hasznosítani. Feltételezve, hogy a továbbiakban is a neogén medencekitöltések szemcseségi pórusterrel rendelkező törmelékeny kőzetei jelentik a szénhidrogén kutatás jelentős objektumát, a szedimentológiai teendők az alábbiak szerint körvonalazhatók:

— az egyes litosztratigráfiai (fácies) egységeket el kell különíteni és térbelileg nyomon követni a mélyzónákból kiindulva, a kiemelt vonulatokon át a preneogén aljzat kibúvási övezetéig;



25. ábra. A vízmentes termelés alsó szintjének számítása az átmeneti zónában vett magminta adataiból (SCHOWALTER, 1979 nyomán)

Fig. 25. Estimation of the lower limit of the water-free oil production from the data of core taken in the transitional zone (after SCHOWALTER, 1979)

— az egyes fácies egységek térbeli kapcsolódásának hovatartozását, a kiékelődési övezeteket, az áthalmazott homokkő-testek zónáit ki kell jelölni;  
 — a hézagter szedimentológiai adataiból le kell szűrni az általánosításokat, a litológiai és rétegtani csapdák várható dimenzióit előre jelezni az előbbiekben körvonalazott kiékelődési zónákra és áthalmazott homokkő-testekre.

## Irodalom — References

- ARPS, J. J. (1964): Engineering concepts useful in oil finding — Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull. 48, pp. 157—165.
- ASCHENBRENNER, B. C. — ACHAUER, Ch. W. (1960): Minimum conditions for migration of oil in water-wet carbonate rocks — Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull. 44, pp. 235—243.
- BERG, R. R. (1975): Capillary pressure in stratigraphic traps — Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull. 59, pp. 939—956.
- BÉRCZI I. (1981): A nem-hagyományos tárolók kialakulásának közettani, köztérfizikai alapjai I. Kézirat. SzKFI. 86. old.
- BÉRCZI I. (1982): A nem-hagyományos tárolók kialakulásának közettani, köztérfizikai alapjai II. Kézirat. SzKFI. 78 old.
- BÉRCZI I. — PHILLIPS, R. L. (in press): Preliminary sedimentological investigation of a Neogene depression in the Great Hungarian Plain (SE-Hungary)
- HABERMANN, B. (1960): A study of the capillary pressure-hydrodynamic relationship to oil accumulation in stratigraphic traps — Bull. of CMMSS. 43, pp. 561—567.
- MIDDLETON, G. V. — SOUTHARD, J. B. (1977): Mechanics of sediment movement — Soc. Econ. Paleon. Mineral. Short Course 3, 246 old.
- Petroleum Research Corporation (1958—1962): Research Reports A0—A15, Denver, Co.
- SCHMIDT, V. — McDONALD, D. A. (1979): The role of secondary porosity in the course of sandstone diagenesis. In: Aspects of Diagenesis. Eds: SCHOLLE, P. A. — SCHLÜGER, F. R., SEP. M. Spec. Publ. No. 26, pp. 175—208.
- SCHOWALTER, P. T. (1979): Mechanics of secondary hydrocarbon migration and entrapment — Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull. 63, pp. 723—760.
- SCHOWALTER, P. T. — HESS, P. D. (1982): Interpretation of subsurface hydrocarbon shows — Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull. 66, pp. 1202—1327.
- SMITH, D. A. (1966): Theoretical considerations of sealing and non-sealing faults — Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull. 50, pp. 363—374.

A kézirat beérkezett: 1983. IX. 29.

## Sedimentological background of the hydrocarbon prediction

*Dr I. Bérczi*

While estimating the undiscovered recoverable oil and gas reserves the geologists can rely on the results of the sedimentological investigations of framework and the pore space. Assuming, that—as in the past—the clastic rocks in the Neogene depression areas will represent the main objects of the oil and gas exploration, the major steps in the field of applied sedimentology can be outlined as follow:

- distinction and correlation of the individual lithostratigraphic (facies) units starting from the deep zones through the relatively elevated buried hills up to the outcrop areas of the pre-Neogene basement complex;
- definition of the spatial correlation and distribution of the facies units by identifying the regional pinch-out zones and sediment re-deposition;
- the generalization of the conclusions drawn from the pore-space sedimentology, forecast of dimensions of lithologically and stratigraphically screened traps with special regards to the pinch-out zones and reworked sandstone bodies.

Manuscript received: 29. Sept. 1983.