

Pszudolaterolog szondák összehasonlító vizsgálata

SZILÁGYI ENDRE

Az Alföldön folyó szénhidrogénkutatás szempontjából nagyjelentőségűek a pannóniai permeabilis kőzetek. Vizsgálatukra a fókuszált áramterű szondák közül az optimális és. pszeudolaterologot használják. A szonda páros hatékonysága megnövelhető, ha a „hagyományos” pszeudolaterolog helyett egy „rövid pszeudolaterologot” alkalmaznak. A tanulmány a két pszeudolaterolog szonda összehasonlító vizsgálatával foglalkozik, elsősorban a félkvantitatív interpretáció szempontjából.

В отношении поисков нефти и газа на территории Большой венгерской низменности паннонские проницаемые породы имеют большое значение. Для их исследования применяются оптимальные зонды и зонды псевдобоккового каротажа с фокусированным полем тока. Эффективность зондов увеличивается, если „стандартные” зонды псевдобоккового каротажа заменить на „короткие псевдобокковые” зонды. В настоящей работе приводится сравнительное исследование этих двух видов псевдобоккового каротажа, причем значительное внимание уделяется полуколичественной интерпретации.

Aus dem Gesichtspunkt der Kohlenwasserstoffschürfung in der Tiefebene haben die pannonischen permeablen Gesteine eine grosse Bedeutung. In unseren Untersuchungen benutzen wir – von den Sonden mit fokussiertem Stromfeld – das Optimal – sowie Pseudo-Laterolog. Die Wirksamkeit des Sondenpaars kann erhöht werden, wenn an Stelle des „konventionellen” Pseudo-Laterologs ein „gekürztes Pseudo-Laterolog” angewendet wird.

Der Aufsatz beschäftigt sich mit der vergleichenden Untersuchung der zwei Laterolog-Sonden, und zwar besonders aus dem Gesichtspunkt der halbquantitativen Interpretation.

Az Alföldön folyó szénhidrogénkutatás és termelés szempontjából nagy jelentőségűek a felső- és alsópannóniai permeabilis rétegek, homokkövek és konglomerátumok. Utóbbiak nagyrésze finom konglomerátum. A felsőpannóniai tiszta homokkövek porozitása 25 – 35%. Az alsópannóniai képződmények porozitása kutatási területeként és mélységeként változó, de néhány kivételtől eltekintve 15 – 25% közötti. A pannóniai üledékeket harántoló fúrásokban tehát általában a formációfaktor ($F = \rho_A / \rho_C$) 5 – 50 közötti változására lehet számítani (ρ_A az infiltrált zóna, ρ_C az öblítőfolyadék fajlagos elektromos ellenállása).

Ezeket a zömében 8 1/2" átmérőjű (d) fúrásokat vegyszer adalékokkal kezelt öblítőfolyadékokkal mélyítik, melyeknek szabványos vizsgálatnál meghatározott vízleadása fúrásbiztonsági és termelési szempontok miatt 5 cm³-nél nagyobb nem lehet. A vízleadásnak ez a hagyományos agyagiszapokhoz viszonyítva jelentősen lecsökkentett értéke és a tárolók tulajdonságai miatt az elárasztott zóna átmérője (D):

$$\text{Felsőpannóniai rétegekben } D = (1,5 - 2) d$$

$$\text{Alsópannóniai rétegekben } D = (2 - 4) d$$

Az irányított áramterű szondák közül a rétegsor kutatására pszeudolaterologot ($B_1 0,9$, $A_1 0,25$, $S_2 0,1$, $S_1 0,25$ A_0 és szimmetrikusan a másik oldalon) és 0,8 m-es optimális laterologot használunk. Ebben a kombinációban a pszeudolaterolognak kellene betölteni a főleg ρ_A -t és az optimális laterolognak a főleg az érintetlen réteg fajlagos elektromos ellenállását (ρ_{π}) érzékelő szonda szerepét abból a célból, hogy

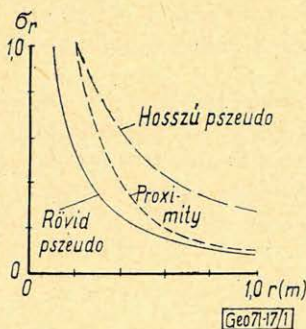
- a permeabilis rétegek közül a szénhidrogéntárolókat fél-kvantitatív módszerekkel ki lehessen jelölni,
- kvantitatív feldolgozás során pedig a tárolók valódi fajlagos ellenállását és D -t meg lehessen határozni.

A gyakorlati tapasztalatok azonban azt mutatják, hogy az első feladat megoldására ez a szondapáros az esetek nagyrésztében alig alkalmas. A két szonda indikációira a lejátszódó folyamatok végeredményeként közel egyformán hat ρ_A és ρ_π . Emiatt a mennyiségi feladat megoldása is gyakran ütközik nehézségekbe, különösen akkor, ha a réteg csak kismértékben elárasztott.

Az ismertetett hibák a szondapáros valamelyik tagjának az adott geometriai viszonyok mellett ρ_A -t, vagy ρ_π -t jobban érzékelő, szelektívebb szondával való felcserélése útján szüntethetők meg. Vizsgáljuk a továbbiakban, elsősorban a félkvantitatív feladat megoldása szempontjából az ismertetett, illetve az ahhoz nagyon közelálló ($B_1 0,9, A_1 0,2, S_2 0,2, S_1 0,2 A_0$) – a továbbiakban hosszú pszeudo – szondákat és a $B_1 0,2, A_1 0,1, S_2 0,1, S_1 0,2 A_0$ (és szimmetrikusan a másik oldalon) kisméretű – a továbbiakban rövid – pszeudolaterolog szondát! Az utóbbi szondákat a Szovjetunióban alkalmazzák, a bemutatott vizsgálatokhoz is felhasznált kiértékelési görbeseregeik a Perkov (1968) által szerkesztett albumban találhatóak.

1 A vizsgált pszeudolaterolog szondák tulajdonságai

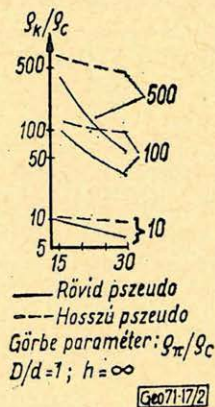
Szemléletes összehasonlításra az 1. ábrán bemutatott radiális potenciálcsökkenési görbék a legalkalmasabbak. A kívánt szelektivitás szempontjából az a szonda jobb, melynél a potenciálcsökkenés nagyrésze a szondától kis távolságra bekövetkezik. A rövid pszeudonál a szondától 20 cm radiális távolságra (r) már 50% a potenciálcsökkenés. A hosszú pszeudonál ez $r = 50$ cm-nél következik be a proxymity lognál pedig $r = 35$ cm-nél. A rövid pszeudo szonda lesz tehát várhatóan a legkisebb vizsgálati mélységű.



1. ábra. Radiális potenciálcsökkenési görbék

Fig. 1. Кривые убывания потенциалов в радиальном направлении

Fig. 1. Radiale Potential-Abnahme-Kurven



2. ábra. A látszólagos fajlagos ellenállás függése a lyukátmérettől

Fig. 2. Зависимость кажущегося удельного сопротивления от диаметра скважины
Fig. 2. Abhängigkeit des scheinbaren spezifischen Widerstandes von der Lochweite

Ezt az A_1A_1'' -teljes szondaméret csökkentésével, továbbá a B_1 elektródák-
nak az A_1 -ekhez való közelítésével érték el. Eközben azonban nem változott a
fokuszálási paraméter ($q = 1$, mint a hosszú pszeudonál), azaz az árampászma
áramvonalai r kis értékeinél közel merőlegesek a szonda tengelyére.

Emiatt kis lyukátmérőknél ($d < 15 \text{ cm}$) az impermeabilis rétegek mindkét
szondával mért látszólagos fajlagos ellenállás (ϱ_K) közel egyforma (kivéve
 ϱ_π/ϱ_c nagy értékeit) és a valódi fajlagos ellenállással közel egyező,

$$\varrho_{KHI} \approx \varrho_\pi \text{ és } \varrho_{KRP} \approx \varrho_\pi$$

A lyukátmérő növekedésével azonban a rövid pszeudora egyre nagyobb
hatást gyakorol az öblítőfolyadék. Ez valamennyi kisméretű laterolog típusú
szondát terheli, még a Schlumberger $LL8$ -át is. A látszólagos fajlagos ellenállá-
soknak a lyukátmérőtől való függését a 2. ábra mutatja be.

Az impermeabilis kőzetek látszólagos és valódi fajlagos ellenállása közötti
összefüggés, a $\varrho_K/\varrho_c = f(\varrho_\pi/\varrho_c)$ jelleggörbe $d = 19 \text{ cm}$ és $d = 25 \text{ cm}$ -re a 3. áb-
rán látható.

100-ig a függvény a bilogaritmikus koordinátarendszerben lineáris, de

$$\varrho_{KRP} < \varrho_c(U_{d/2}) + \varrho_\pi(1 - U_{d/2}),$$

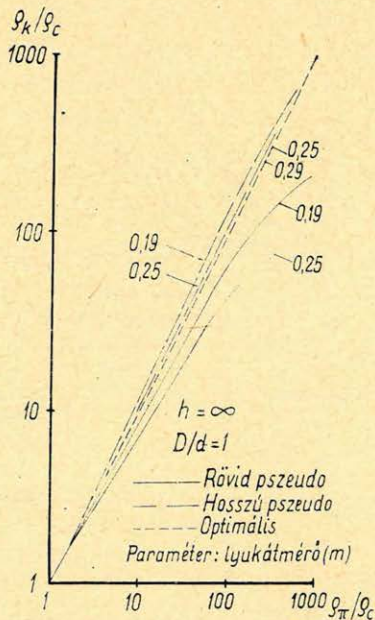
ahol $U_{d/2}$ a szondatengelytől a lyukfalig léterjövő potenciálcsökkenés az
1. ábráról véve. Az áramtér a homogén közegben kialakulóhoz viszonyítva
tehát károsan torzul. Ez a hatás $\varrho_\pi/\varrho_c < 100$ -nál egyre jelentősebb lesz és ϱ_π
meghatározását egyre nagyobb hiba terheli. A rövid pszeudo jelleggörbéje tehát
a hosszú pszeudoénál kedvezőtlenebb, de lényegesen jobb, mint az $AO = 0,5$
 m -es gradiens, és jobb, mint az $AM = 0,2 \text{ m}$ -es potenciál szondáké, amelyek a
legkisebb behatolási mélységű konvencionális szondáink.

Permeabilis rétegekben, ha $D/d \leq 4$,
a hosszú pszeudo „c” típusú szondaként
viselkedik, azaz érzi mind ϱ_π , mind ϱ_Δ
és D változásait (Barlai, 1967.) A rövid
pszeudo ehhez viszonyítva „javított c”
típusnak nevezhető, mert indikációira ϱ_π
kevésbé hat. Ezt igazolja a 4. ábra, ame-
lyen a két szondára érvényes $\varrho_K/\varrho_c = f$
(ϱ_Δ/ϱ_c) görbék találhatóak a rétegellenállás
három értékénél, $D/d = 2$ -re. Látható
továbbá, hogy a rövid pszeudo a réteg-
ellenállás növekedésével érzékenyebb ϱ_Δ/ϱ_c -
re, mint a hosszú. A hosszú pszeudo
indikációi $\varrho_\pi/\varrho_c \geq 40$ -nél a kis formáció-
faktorok tartományában — ami a felső-
pannóniai rétegekre jellemző — ϱ_Δ/ϱ_c -től
függetlenek.

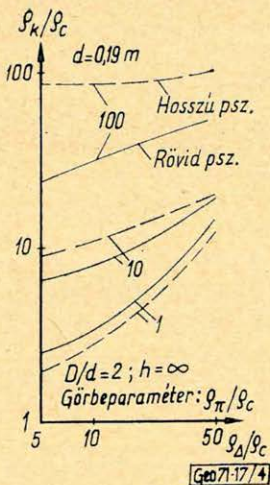
3. ábra. $\varrho_K/\varrho_c = f(\varrho_\pi/\varrho_c)$ jelleggörbék

Фиг. 3. Кривые $\varrho_K/\varrho_c = f(\varrho_\pi/\varrho_c)$

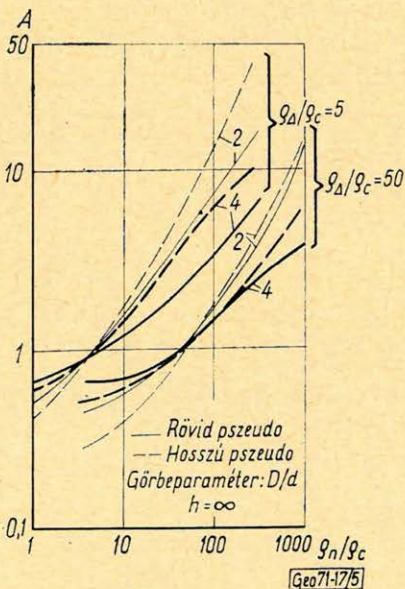
Fig. 3. Charakterische Kurven $\varrho_K/\varrho_c = f(\varrho_\pi/\varrho_c)$



Geo71-17/3



4. ábra. q_D és q_π hatásának vizsgálata
 Фиг. 4. Изучение эффекта q_D и q_π
 Fig. 4. Untersuchung des Effektes von q_D und q_π



5. ábra. Félkvantitatív módszerekhez való alkalmasság vizsgálata

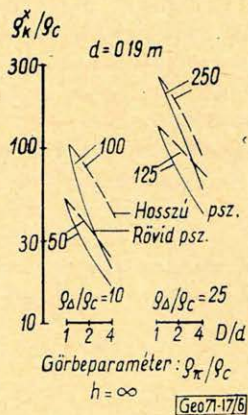
Фиг. 5. Изучение приспособленности зондов для полуколичественных методов
 Fig. 5. Untersuchung der Geeignetheit für halbquantitative Methoden

Az elárasztás növekedésével ez a jelenség megszűnik és befolyása q_K -ra mindkét szondánál csökken, de változatlanul nagyobb a hosszú pszeudónál. $q_D/q_c > 50$ -nél a rövid pszeudó érzékenysége csökken, a hosszúé pedig nő.

A két szonda $q_K/q_c = f(q_\pi/q_c)$ jelleggörbéinek a 3. ábrán bemutatott eltérései miatt félkvantitatív feladatokhoz a lyukhatással korrigált q_K^x értékeket kell használni. (A permeabilis réteggel szemben leolvasott indikációt impermeabilis rétegből származónak feltételezzük és a jelleggörbéből meghatározzuk ennek a feltételezett rétegnek a „valódi” fajlagos ellenállását - $q_\pi D/dx_1$ - ami a lyukhatással korrigált látszólagos ellenállásnak, q_K^x -nak tekinthető, $q_\pi D/d = 1 = q_K^x$).

Az 5. és 6. ábra a két szonda félkvantitatív módszerekhez való alkalmasságának vizsgálatára szolgál. Az 5. ábra az

$$A = \frac{q_K^x/q_c}{q_D/q_c}$$



6. ábra. q_K^x függése D/d -től

Фиг. 6. Зависимость q_K^x от D/d
 Fig. 6. Abhängigkeit von q_K^x von D/d

hányadost mutatja a vizsgált kőzettartomány alsó és felső ($\rho_{\Delta}/\rho_c = 5$ és 50) határára. A 6. ábrán ρ_K^{∞}/ρ_c alakulása látható az elárasztási mélység függvényében két gyakran előforduló formációfaktorú kőzetre. A két ábra is igazolja azt, hogy a rövid pszeudóra erősebben hat ρ_{Δ} és kevésbé ρ_{π} . Ez a kedvező tulajdonság $D/d < 2$ -nél is érvényesül és az elárasztás növekedésével fokozódik. Ezért a rövid pszeudo a hosszúnál alkalmasabb ρ_{Δ} tükrözésére még a vizsgált kőzettartomány legkisebb porozitású kőzeteinél is. A hosszú pszeudoénál szelektívebb volta a formációfaktor csökkenésével és az elárasztás növekedésével nő.

Mekkora az a valódi fajlagos ellenállás, amelynél a permeabilis réteg rövid pszeudoval mért látszólagos fajlagos ellenállása a lyukhatás korrigálásánál még nem esik a jelleggörbe kedvezőtlen szakaszára, aminek határául $\rho_K^{\infty}/\rho_c \approx \approx 100$ -at vehetünk. A választ az 1. táblázat adja meg. Mivel ρ_K növekedésével

1. táblázat, Таблица 1., Tabelle 1.

"Kritikus,, ellenállásértékek (ρ_{π}/ρ_c) végtelen vastag permeabilis rétegeknél

ρ_{π}/ρ_c

ρ_{Δ}/ρ_c	d:19 cm		25 cm	
	D/d: 2	4	2	4
5	500	1500	1500	2000
50	140	250	200	500

joggal feltételezhetjük D/d kismértékű növekedését is, megállapítható, hogy a kis-sótartalmú („édes”) öblítőfolyadékkal mélyített fúrások permeabilis rétegeinek legnagyobb része a kedvező szakaszra esik.

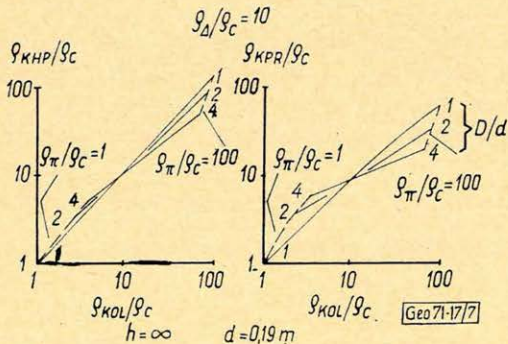
Nagy sótartalmú öblítőfolyadékokkal mélyített fúrásokban a helyzet kedvezőtlenebb lehet.

A rövid pszeudo a kvantitatív interpretáció szempontjából is előnyös tulajdonságokkal rendelkezik. A hosszú pszeudo-optimalis-szondapárosnál növelő elárasztásnál mind ρ_{π} , mind D meghatározása nagyon bizonytalan, miként ez a 7. ábrából látható. Csökkentő elárasztásnál kedvezőtlen a helyzet, ha $D/d \leq 2$. A rövid pszeudo-optimalis-kombináció görbeseregének területe viszont növelő elárasztásnál lényegesen nagyobb. Ez ρ_{π} és D meghatározásának megbízhatóságát növeli. A csökkentő elárasztású jobboldali ágban is biztossá válik az interpretáció $D/d \leq 2$ -nél a görbék által bezárt terület növekedése miatt és nem romlik a hosszú pszeudóéhoz viszonyítva mélyebb filtrációnál sem. Ezek a megállapítások $d = 25$ cm a lyukátmérőnél is érvényesek.

Az eddig elmondottak végtelen vastag rétegre vonatkoznak. A rétegvastagság (h) csökkenésével ezek kissé módosulnak, de alapvetően nem változnak meg. A véges rétegvastagságnak az impermeabilis és permeabilis rétegek látszólagos ellenállására gyakorolt teljes hatása a 8. ábra segítségével mérhető le. A $\rho_K^{\infty}/\rho_{Kh} = f(h)$ függvények $h/d > 8$ -nál a pszeudolaterologokra kedvezőbbek, mint a hételektrodás szondákra, mert emelkedésük a rétegvastagság csökkenésével monoton. h/d 8-nál meredekké válik a hosszú pszeudónál, $h/d > > 8$ -nál viszont ennek korrekciós értékei kisebbek.

A félkvantitatív módszerek szempontjából azonban nem előnytelen az, hogy a rövid pszeudo rétegvastagság miatti korrekciós értékei az optimálishoz közelállóbbak. Ez ugyanis részben kompenzálja az optimális laterolog indikációinak a szelektivitást rontó csökkenését.

Meg kell jegyezni, hogy a 8. ábra az ágyazók ellenállásának (ρ_{BM}) kedvezőtlen esetére vonatkozik. ρ_{BM}/ρ_c növekedésével a rétegvastagság miatti korrekció csökken.



7. ábra. Interpretációs görbesereg összehasonlítása

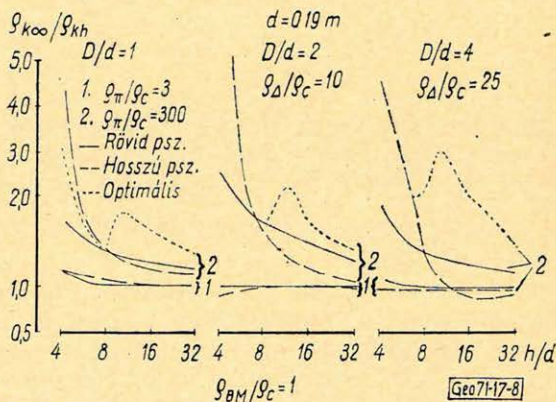
Фиг. 7. Сопоставление палеток теоретических кривых

Fig. 7. Vergleich von Interpretationskurven

8. ábra. A véges rétegvastagság hatása a látszólagos ellenállásra

Фиг. 8. Влияние конечной мощности пласта на кажущееся сопротивление

Fig. 8. Einfluss der endlichen Schichtendicke auf den scheinbaren Widerstand



2. A kísérleti mérések eredményei

Eddigi megállapításainkat — a kvantitatív interpretációról mondottak kivételével — összehasonlító mérések igazolják.

A 9. ábrán két felsőpannóniai rétegeket harántoló fúrásban végzett mérések eredményei láthatók. A rövid pszeudo lyukhatással korrigált indikációi csökkentő elárasztásnál kisebbek, mint a hosszúé, az eltérés ρ_π növekedésével nő, és az is megállapítható, hogy a mélyebb elárasztásnál nagyobb. A $D/d < 2$ jellemzőjű fúrás víztároló rétegeiben ρ_c/ρ_v alapján (ρ_v a rétegvíz fajlagos ellenállása) növelő elárasztásnak kellett kialakulni, amit a rövid pszeudoknak a hosszúnál nagyobb indikációi igazolnak is. A másik fúrásban $\rho_c/\rho_v \approx 1$ volt, a gyengén csökkentő elárasztást az indikációk alakulása jelzi.

A $D/d = 2$ elárasztású fúrás anyagának a Barlai (1959) féle, víztároló bázisréteghez való viszonyítás módszerével végzett feldolgozás eredményeit mutatja a 10. ábra. A szénhidrogéntárolás tényét a V_1 viszonyszám alakulása jelzi.

$$V_1 = \frac{\rho_{\pi}/\rho_{x0}}{(\rho_{\pi}/\rho_{x0})_{\text{bázis}}}$$

A vizsgált réteg víztároló, ha $V_1 = 1$, szénhidrogéntároló, ha $V_1 > 1$. V_1 annál nagyobb lesz, minél nagyobb a szénhidrogéntelítettség.

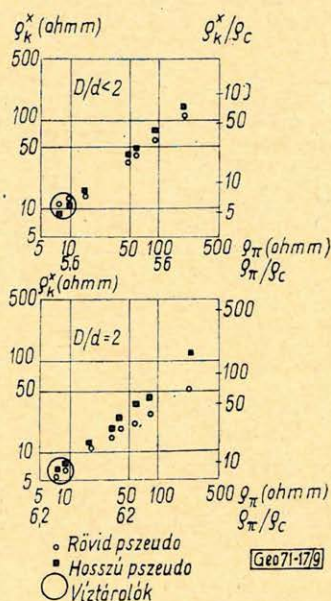
A feldolgozásnál a rétegeket agyagos-aleuritós szennyezettségük mértéke szerint két csoportba osztottam (A, B, utóbbiak erősen szennyezettek). Az arányképzést a réteg valódi fajlagos ellenállásával, majd e helyett az optimális laterolog látszólagos ellenállásával (ρ_{Kd}) is elvégeztem. ρ_{x0} helyett a rövid és hosszú pszeudo lyukhatással korrigált indikációit használtam. A szénhidrogéntárolás határául $V_1 = 1,1$ értéket választottam a szennyezettségre és a mérési hibákra tekintettel. A vizsgált rétegek vastagsága különböző volt, $h \approx 1 \text{ m}$.

A kevésbé szennyezett homokkövek csoportjában a rövid pszeudo alkalmazásával akkor is biztosan kijelölhetők a tárolók, amikor ρ_{π} helyett ρ_{kol} -t használjuk. A hosszú pszeudóval végzett számítás ekkor a szénhidrogéntárolók egy részét víztárolónak jelzi, a többieknél is nagyon lecsökken: V_1 . Az erősen szennyezett tárolók csoportjában ρ_{π} -t és a rövid pszeudót használva minden tároló kijelölhető, a hosszú pszeudo szelvényindikációival a helyzet kedvezőtlenebb, ρ_{π} helyett ρ_{kol} -t véve a tárolók kijelölhetősége a rövid pszeudót alkalmazva is romlik, a hosszú pszeudóval viszont egyáltalán nem oldható meg.

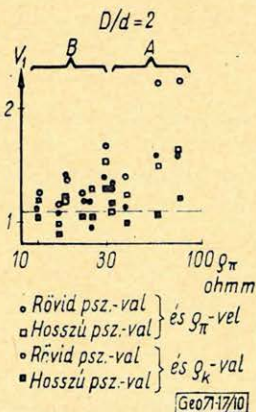
10. ábra. Felsőpannoniai összlet Barlai-féle félkvantitatív interpretációjának eredményei

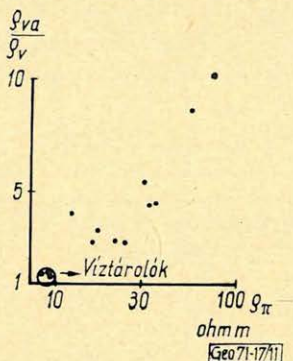
Фиг. 10. Результаты интерпретации по полуколичественному методу Барлай для верхнепаннонской толщи

Fig. 10. Ergebnisse der halbquantitativen Interpretation nach Barlai der oberpannonischen Schichtenfolge



9. ábra. Kísérleti mérések vizsgálata
Фиг. 9. Истолкование экспериментальных измерений
Fig. 9. Untersuchung von Versuchsmessungen





11. ábra. Látszólagos és valódi rétegvíz ellenállásának aránya felsőpannóniai összletben

Фиг. 11. Отношение кажущегося и истинного сопротивления пластовой воды в верхне-паннонской толще

Fig. 11. Verháltnis von scheinbaren und wirklichen Schichtenwasserwiderständen in der oberpannonischen Schichtenfolge

Alsópannóniai szénhidrogéntárolók kimutatására végzett feldolgozások ugyancsak a rövid pszeudo szempontjából szolgáltattak kedvezőbb eredményeket.

A rövid pszeudo szelvény alkalmaznak mutatkozott látszólagos rétegvíz ellenállás (ρ_{va}) formáció elemző szelvény (lásd pl. Schlumberger, 1969) készítésére. Az eredeti képlet átalakítható így:

$$\rho_{va} = \frac{\rho_{\pi} \text{ (vagy } \rho_{kol})}{F_{RP}}$$

ahol a $F_{RP} = \rho_A / \rho_c$, a rövid pseudóból meghatározva (a 4. ábrán bemutatottal egyező felépítésű monogramból). A V_1 módszerrel már interpretált kútra végzett számítási eredmények a 11. ábrán láthatók a ρ_{π} -t felhasználó kedvezőbb esetre. ρ_{va} / ρ_v még az erősen szennyezett szénhidrogéntárolóknál is nagyobb 2,5-nél, tehát ezek is biztosan kimutathatók.

A számításokhoz meghatározott ρ_A / ρ_c értékek jól egyeznek a területre jellemző, más feldolgozásokból kapott átlagértékekkel. Sekély elárasztásnál a rövid pszeudo szelvényéből végzett ρ_A / ρ_c meghatározások megbízhatóbbak lehetnek, mint a mikroszelvényekből (mikrológ, mikrolaterológ) kapott adatok. Utóbbiaknál ugyanis az érintetlen réteg fajlagos ellenállásának hatása nem vehető korrekcióba, a rövid pszeudónál viszont igen.

3. Összefoglalás

A bemutatottak alapján az Alföld pannóniai összleteket kutató „édes” öblítőfolyadékkal mélyített 8 1/2" átmérőjű fúrásaiban a rövid pszeudolaterolog a hosszú pszeudónál alkalmasabb a félkvantitatív interpretációs módszerekben történő felhasználásra akkor, ha $\rho_A / \rho_c \cong 50$, mert jobban tükrözi ρ_A -t és sokkal kevésbé ρ_{π} -t, még kis elárasztási mélységeknél is. Sós fúróiszapban való használata a rétegsor tulajdonságaitól függően bírálandó el.

Mennyiségi kiértékelésre való alkalmazása is indokoltnak látszik a hosszú pszeudóval szemben. ρ_{π} és D meghatározását különösen a növekvő elárasztások és a kismélységű csökkentő elárasztások tartományában teheti megbízhatóbbá. E mellett alkalmas ρ_A / ρ_c meghatározására vagy becslésére is.

Laboratóriumi és terepi tapasztalatok alapján a kis vizsgálati mélységű laterolog típusú szondák közül Koszenkov (1969) a rövid pszeudót tartja az egyik legoptimálisabbnak.

Végül érdemes megjegyezni, hogy a szelektivitás növelésére kialakítani tervezett egyéb, bonyolultabb fókuszált áramterű szondákkal szemben nem igényli a már meglévő felszíni műszerek átalakítását vagy cseréjét.

Barlai Z.: Új karottázs kiértékelési módszerek szénhidrogéntároló rétegek kimutatására. Kézirat, 1959. Az ellenállás szelvényezés kombinatív alkalmazása a szénhidrogénkutatásban. Magyar Geofizika, 1967. 2–3.

Koszenkov O. M.: Mnogoelektrodnie zondi bokovogo karotazsa. Prikladnaja Geofizika 57. 1969.

Perkov N. A.: Albom teoreticeszkih krivih zondov bokovogo karotazsa. Vnii geofizika, 1968.

Schlumberger: A szelvénykiértékelés alapelvei. Dokumentum 1969.

LAPSZEMLE

Csiky Gábor: A Tiszántúl kőolajföldtani viszonyai és a további kutatások perspektívája, *Alföldi Olajbányász*, VII. évf. 8. sz., 1971. augusztus 1–2. oldal.

A cikk első része rövid kutatás-történeti áttekintést ad az 1918–tól 1971-ig eltelt időközre. A Nagyalföld tiszántúli részében 1918 óta folyik szénhidrogénkutatás, minthogy az 1918. évben végzett Nagyhortobágy – 1-es sz. fúrás volt az Alföld első szénhidrogénkutató fúrása. Az elkövetkező évtizedekben lemélyített sok fúrás kevés gyakorlati eredménnyel járt ugyan, de azok jelentős adatokkal gazdagították ismereteinket a Tiszántúl földtani viszonyairól. A felszabadulás után a kutató tevékenység megélnéült s 1957-ben új geofizikai és kőolajföldtani átértékelés alapján a régóta várt siker is megjött. Az eredmények elérését a geofizikai előkutatások nagy mértékben elősegítették. Összehasonlításként megemlíthetjük, hogy míg a felszabadulás előtt megfúrt 11 földtani „szerkezetből” csak 2 volt eredményes, addig ez a szám az azóta megfúrt 68 szerkezet közül 39-re emelkedett, vagyis ennyi fúrás adott szénhidrogént.

A következő fejezet a Tiszántúl vázlatos földtani felépítését ismerteti, majd a szerző rátér a különleges kőolajföldtani viszonyokra, végül a Tiszántúl kutatási perspektíváinak megrajzolására. Összefoglalva leszögezi, hogy bizakodva tekinthetünk a kőolaj- és földgázkutatásnak a Tiszántúltra előirányzott feladatai elé.

Wirth Endre – Bónis Katalin: A légköri jégkristályok keletkezése, *Fizikai Szemle*, 1971/5 sz., XXI. évf. 1971. május, 136–142 oldal.

Egy cikksorozat harmadik része. Az első részben (*Fizikai Szemle* 20., 85. oldal) a felhőfizikai kutatások főbb irányait tekintették át. A második rész (*Fizikai Szemle* 20, 207. oldal) a légköri vízgőz kondenzációjának termodinamikai és kinetikai jellemzését tartalmazza. A jelen tanulmány célja a jégfázis keletkezésével kapcsolatos elméleti, laboratóriumi és természetes viszonyok között végzett vizsgálatok eredményeinek ismertetése.

Szalay A. Sándor: Kutatási gravitációs hullámok után, *Fizikai Szemle*, 1971/5, XXI. évf. 1971. május, 153–157 oldal.

A cikk összefoglalja ezirányú eddigi ismereteinket és a ma előtérben álló kérdés jelenlegi állását, annak relativitáselméleti alapjaiból kiindulva.

Miroslav Vujkov: A beceji földgázmező a Be – 5. jelű fúrás vad széndioxidgáz-kitörése után, *Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz*, 4 (104) évf., 7. sz. 1971. július, 193–196 oldal.

A cikk röviden kitér a területen eddig végzett geofizikai mérésekre is.

Feigy Béla: Geofizikai kutatómérések az oroszlányi szénmedencében, *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* 104. évf. 7. szám, 1971. július, 470–475 oldal.

Szerző áttekintést nyújt a régebben végzett geofizikai mérések kiértékeléséről és összehasonlítja azokat az újabban végzett kutatófúrások adataival. A különböző mérési metodikák adatainak összevetése hasznos támpontot nyújthat a jövőben végzendő geofizikai mérések legcélszerűbb módszerének kiválasztásához. A befejező rész a geoelektromos szondázás hasznosságát bizonyítja a kutatófúrások telepítésénél.

Asztronautikai Közlemények, kiadja a *MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya*, 1971, 84 oldal 23. ábra, litográfált kiadvány.

Horváth Ferenc: A Föld gravitációs terének meghatározása mesterséges holdak segítségével és az eredményekből levonható néhány geofizikai következtetés, 5–41 oldal, 11. ábra.

1. A geoid meghatározásának klasszikus módszerei.

2. A földi gravitációs tér meghatározása mesterséges holdakkal.

3. Mesterséges holdakkal meghatározott gravitációs potenciál geofizikai alkalmazása.

Tarcsai György: Geocentrikus koordináták meghatározása mesterséges holdak Doppler-görbéinek segítségével, 43–84 oldal, 12 ábra.