

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1968. IX. ÉVFOLYAM 6. SZÁM

Szerkesztőség

Magyar Geofizikusok Egyesülete
 Budapest V., Szabadság tér 17.
 Telefon: 118-476

Felelős szerkesztő

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

Szerkesztő bizottság

CZEGLÉDI ISTVÁN
Dr. POZSGAY KÁROLY
RÁDLER BÉLA
Dr. RENNER JÁNOS

Felelős kiadó

SALA SÁNDOR
 igazgató

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Szilágyi Endre</i> : Az agyag- és aleurit-frakció szerepe az algyői felső pannoniai tároló kőzetek közetfizikai tulajdonságainak kialakításában	201
<i>Marton Péter—Szalay Emő</i> : Cserhát-hegységi andezitek áttekintő paleomágneses vizsgálata	224
<i>Hegymegi László—Körmendi Alpár—Szulyovszky Imre</i> : Protonprecessziós mágneses mérések a Balatonon	231
<i>Szabó János—Somlyay Zoltán—Székely Endre—Tirkala Ferenc—Virágh Péter</i> : A gamma-gamma szelvényezés feladatai a mecseki ércbányászatban.	237
Egyesületi hírek	223

INHALTSVERZEICHNIS

<i>Szilágyi, E.</i> : Die Rolle der Ton- und Aleurit-Fraktion bei der Entstehung der petrophysikalischen Eigenschaften der ober-pannonischen Speichergesteine von Algyó	201
<i>Marton, P.—Szalay, E.</i> : Übersichtsuntersuchung der paläomagnetischen Eigenschaften der Andesite des Cserhát-Gebirges	224
<i>Hegymegi, L.—Körmendi, A.—Sunyovszky, L.</i> : Messungen mit Protonprezessions-Magnetometer am Balaton	231
<i>J. Szabó—Z. Somlyay—E. Székely—F. Tirkala—P. Virágh</i> : Aufgaben der Gamma-Gamma-Profilierung im Erzbergbau des Mecsek-Gebirges	237
Vereinsnachrichten	223

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Силади, Е.</i> : Пыль глинистой и алевроитовой фракций в формировании физических свойств верхнепаннонских коллекторов месторождения Алдэ	201
<i>Мартон, П—Салаи, Э.</i> : Палеомагнитное исследование андезитов района горы Черхать	224
<i>Хедьмеги, Л.—Кöрменди, А.—Шуньовски, И.</i> : Ядерные магнитные измерения на Балатоне	231
<i>Я. Сабó—З. Шомьяи—Э. Секей—Ф. Тиркала—П. Вираг</i> : Задачи метода ГГК при горнорудных работах в районе гор Мечек	237
Новости в Обществе Венгрских Геофизиков	223

Index: 26 507

MAGYAR GEOFIZIKA

Felelős szerkesztő: Dr. Sebestyén Károly

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9-11., Telefon: 221-293

Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató

Terjeszti: **MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE**

Megjelenik évente hatszor. Megrendelhető egész évre 30.- Ft előfizetési áron, mely összeg a MTE SZ 171.249-70. sz. csekkszámájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében.

68.2908. Állami Nyomda, Budapest

Az agyag- és aleurit-frakció szerepe az algyői felső pannóniai tároló kőzetek kőztfizikai tulajdonságainak kialakításában

SZILÁGYI ENDRE

A tanulmányban a szerző megkísérlti az algyői felső pannóniai szénhidrogén-tárolók karottázis-értelmezésénél felmerülő nehézségek kőztfizikai okainak felderítését. A kőzetani tulajdonságok tárgyalása után vizsgálja az agyag- és aleurit-frakció hatását a tároló legfontosabb kőztfizikai tulajdonságaira. Megállapításait szelvényelemzésekkel igazolja.

В работе делается попытка найти петрофизические причины, вызывающие затруднения при интерпретации каротажных данных, получаемых против верхнепаннонских нефтегазоносных коллекторов месторождения Алдьё. После анализа петрофизических особенностей коллекторов рассматривается влияние глинистой и алеуритовой фракций на основные физические свойства этих коллекторов. Автор подтверждает свои заключения на основе анализа каротажных диаграмм.

Es wird versucht, die bei der Karottage-Interpretation der Kohlenstoffspeicher im oberen Pannonikum von Algyő auftretenden Schwierigkeiten petrophysikalisch aufzudecken. Nach der Diskussion der petrophysikalischen Eigenschaften wird der Einfluss der Ton-, sowie der Aleurit-Fraktion auf die wichtigsten petrophysikalischen Eigenschaften des Speichers untersucht. Die Resultate werden durch Profilanalysen unterstützt.

Az algyői szerkezet a legjelentősebb az eddig feltárt alföldi szénhidrogén-tároló szerkezetek között. A kutatási tevékenység az algyői mezőben 1965-ben kezdődött és elsősorban az alsó-felső pannóniai átmeneti zóna és a felső pannóniai alemelet szénhidrogén-tároló telepeinek (a továbbiakban felső pannóniai telepek) megismerésére irányult. E munkában a mélyfúrás-geofizikai interpretáció legfontosabb feladata a szénhidrogén-tároló rétegek kijelölése, valamint az olajtárolók és gáztárolók elkülönítése. A feladatokat, miként az az 1. és 2. táblázatból kitűnik, csak részben sikerült megoldani.

1. táblázat

1968. 8. 1.-ig megvizsgált rétegek

Összes vizsg. réteg	MÉLYFÚRÁSI GEOFIZIKAI JAVASLATOK												Egyéb javaslatok				
	összes vizsg.	I			II			III			IV			összes vizsg.	CH	V	BN
		CH	V	BN	CH	V	BN	CH	V	BN	CH	V	BN				
213	147	47	2		40		2	24	8	3	12	6	3	66	14	42	10

I: Szénhidrogén-tároló

II: Valószínű szénhidrogén-tároló

III: Valószínű víztároló

IV: Bizonytalan

CH: Szénhidrogén-termelő

V: Víztermelő

BN: Beáramlást nem adott

Az 1. táblázat az 1967. augusztus 1-ig megvizsgált rétegek mélyfúrás-geofizikai minősítését és a vizsgálati eredményeket tartalmazza.

A 2. táblázat – a szénhidrogén-tárolók fázisára vonatkozó előrejelzés.

A nehézségeket a szénhidrogén-tárolók kijelölése vonatkozásában a 3. táblázat szemlélteti. Ebben a szénhidrogén-termelő rétegek fajlagos elektromos

Szénhidrogén-tárolók fázisára vonatkozó előrejelzés

ÖSSZES		MEGVIZSGÁLT		
Javasolt	I–II. Fázisra előrej.	I–II. min. réteg	Fázisra előrej.	Jelzéstől elt. eredm.
402	295	91	49	4

(Olaj helyett gáz vagy gázos víz)

3. táblázat

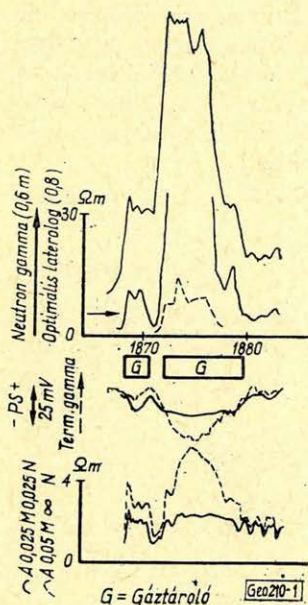
Szénhidrogén-termelő rétegek fajlagos elektromos ellenállása

Fajlagos ellenállás (ohmm)	Gyakoriság %	
	ÉNy-i	DK-i
0 – 5,0		2
5,0 – 7,5	13	49
7,5 – 10,0	18,5	19,5
10,0 – 20,0	29	24,5
20,0 – 50,0	37	5
> 50,0	2,5	

ellenállásának gyakorlati értékei találhatóak, a szerkezet ÉNy-i és DK-i részére külön-külön. Ha figyelembe vesszük, hogy a legtisztább, tehát legkevésbé agyagos víztároló kőzetek fajlagos elektromos ellenállása általában 4,0–8,0

ohmm között változik, látható, hogy a szénhidrogén-termelő rétegek jelentős részének fajlagos elektromos ellenállása ugyanaz, vagy csak valamivel nagyobb mint a legtisztább víztárolóké.

Törmelékeny szénhidrogén-tárolók fajlagos elektromos ellenállásának csökkenését a szakirodalom az agyagtartalom megnövekedésével hozza kapcsolatba. A mélyfúrás-geofizikai szelvények azonban a következő jelenségre hívták fel a figyelmet: Permeábilis rétegekkel szemben a természetes potenciál és természetes-gamma szelvények indikációi nagyon gyakran „ellentmondanak” egymásnak, a természetes potenciál indikáció alig változik, miközben a természetes gamma intenzitás jelentősen emelkedik. Ilyen esetekben a szénhidrogén-tárolórétegek fajlagos elektromos ellenállása és gáztárolás esetén a neutron-gamma intenzitás a természetes gamma szelvényt követi ellentétes értelemben, miként az az 1. ábrán látható.



1. ábra. Példa a természetes-potenciál és természetes-gamma-szelvények „ellentmondására”
 Фиг. 1. Пример „противоречия”, намечающегося между кривыми ПС и ГК
 Fig. 1. „Widerspruch” des SP – und natürlichen-Gamma-Profiles

Algyő - 8

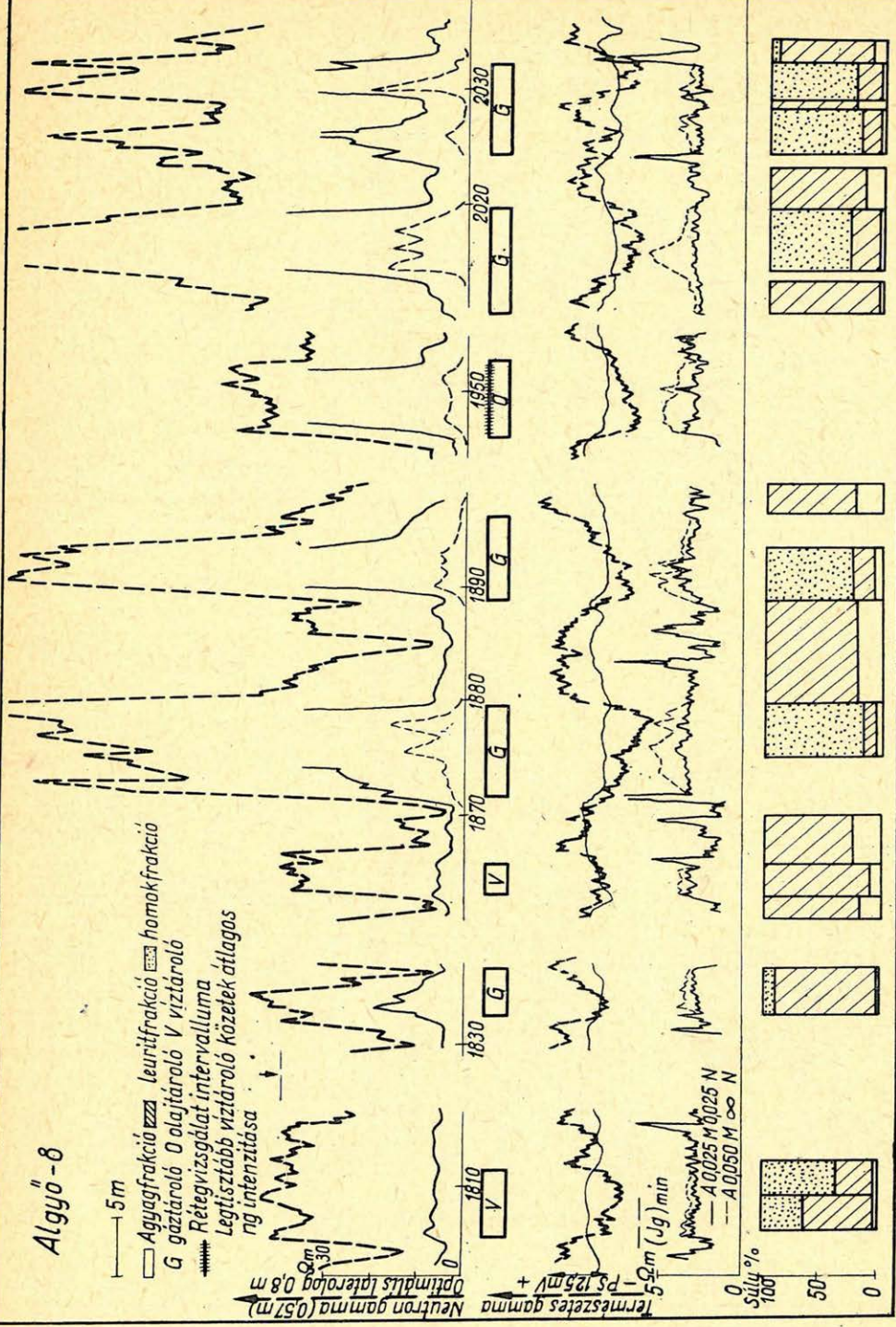
5m

□ Aggfrakció \square leunifrakció \square homokfrakció
 G gáziróló 0 olajiróló V viziróló
 - - - Rétegvizsgálat intervalluma
 Legtiszább viziróló kőzetek átlagos
 rig intenzitása

Neutron gamma (0,57m)
 Optimalis laterolog 0,8 m
 +
 PS 125 mV
 -
 Természetes gamma
 50m (Jg/min)

A 0,025 M 0,025 N
 A 0,050 M ∞ N

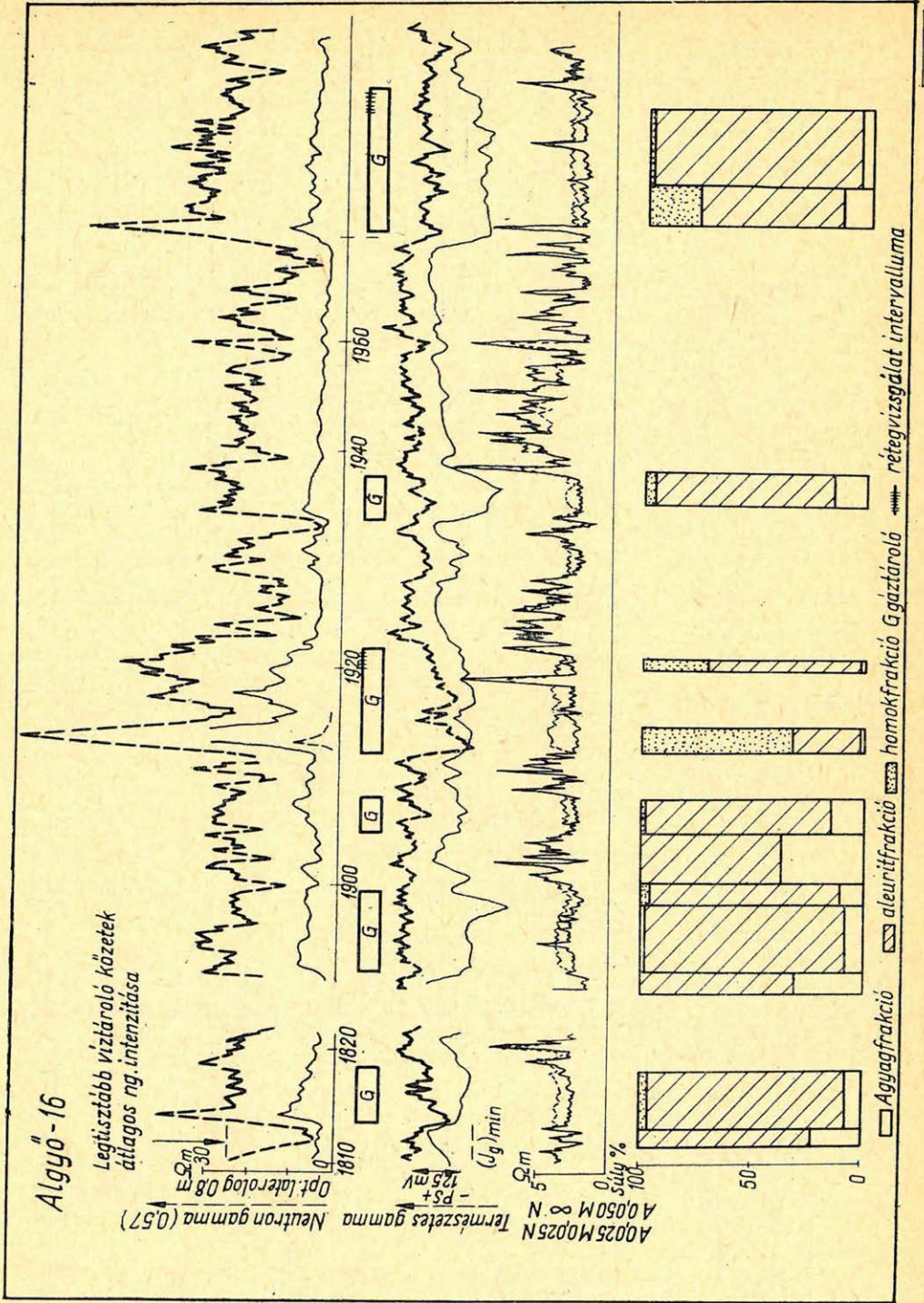
Súly %
 100
 50
 0



2. ábra. Algyő-8. fúrás

фиг. 2. Скважина Алдьё-8

Fig. 2. Bohrlloch No 8. von Algyő



3. ábra. Algyő-16. fúrás фиг. 3. Сквжина Алдьё-16 Fig. 3. Bohrloch No 16. von Algyő

Az agyag-frakció mellett tehát kell lennie olyan további „zavaró” kőzetalkotónak is, melynek természetes gamma intenzitása a homok-frakcióénál jóval nagyobb, jelenléte a szénhidrogén-tároló réteg vezetőképességét és gáztárolóknál hidrogéntartalmát is jelentősen növeli, miközben az agyagtartalom csak kismértékben emelkedik. A természetes-gamma intenzitás és a természetes potenciál vonatkozásában ilyen tulajdonságokkal irodalmi közlések alapján az aleurit-frakció rendelkezhet. E frakció egyéb tulajdonságait azonban a szerző tudomása szerint még nem vizsgálták.

A dolgozatban fizikai-matematikai kőzetmodellek felhasználásával tanulmányozzuk az agyag- és aleurit-frakció hatását a permeábilis kőzetek fajlagos elektromos ellenállására, neutron-gamma és természetes-gamma intenzitására, valamint a természetes potenciál indikációira. Meg kell kísérlni a modellvizsgálatokból levont következtetések igazolását szelvényelemzésekkel is.

A vázolt program megvalósításához a 8. és 16. kutakból nyert magfúrási anyag kőzetvizsgálati eredményei nyújtanak segítséget. Az anyaggyűjtés időszakában a két fúrás adatai álltak rendelkezésre. A 8. fúrás az *ENy*-i, a 16. fúrás a *DK*-i mezőrészt képviselője.

A következtetések további igazolásához és kiterjesztéséhez vagy módosításához még nagyobb számú, a mélyfúrási-geofizikai célokat jobban szolgáló kőzettani és kőzefizikai vizsgálat elvégzésére lenne szükség.

1. Kőzettani tulajdonságok

Az alsó-felső pannóniai átmeneti zóna és a felső pannóniai alemelet üledékei váltakozó tavi és folyóvízi üledékképződés során keletkeztek, mind horizontálisan, mind vertikálisan nagyon változatosak. Erről győződhetünk meg a 2. és 3. ábra tanulmányozásával is.

1.1. A frakció-határok megválasztása

A 2. és 3. ábrán a tárolókőzetek szemcsenagyság összetételeit bemutató oszlopdiagramok is találhatóak. A bevezetésben leírtaknak megfelelően a törmelékes kőzeteket három frakcióra kell bontani; homok, aleurit és agyag. Az egyes frakciók mennyiségének megállapítására a szemcsenagyság-elemzések alkalmazsak. Hibái ellenére ez a módszer szolgáltatja a legfontosabb statisztikus jellemzőket a kőzetek ásványi vázának méret szerinti eloszlásáról (*Vendelstejn*, 1967.)

A törmelékes kőzetek egyes frakcióinak elhatárolása kérdésében a kőzettani irodalom nem egységes. A mélyfúrási-geofizikai szempontból történő elhatárolás kérdései sem tisztázottak eléggé.

A frakcióhatárok kijelölésénél szerző a következőket vette figyelembe: Az agyag-aleurit határt ott kell megvonni, ahol a fajlagos elektromos ellenállás, természetes gamma sugárzás, a hidrogén index és a kation szelektivitás, vagy legalább is ezen jellemzők nagyobb része jelentős változást mutat. Ez legvalószínűbben akkor következik be, ha a frakcióban az agyagásványok uralkodó mennyiségűek. *Bárdossy* (1961) szerint hazai agyag-kőzetek vizsgálata alapján *0,005 mm* szemcsenagyságot (szemcseátmérőt) leghelyesebb határnak választani.

Az aleurit-homok frakció határa a kőzettani irodalomban általában *0,05 – 0,1 mm*. Mélyfúrási-geofizikai szempontból az algyői viszonyok között a *0,1 mm* elfogadása látszik jobbnak. A határ megállapításához a 4a ábra nyújt segítséget, melyen a 8. és 16. fúrásból nyert permeábilis minták szemcsenagyság-

eloszlási görbéi módusainak, mint a szemcsenagyság „legjellemzőbb, típusos értékeinek” (Bárdossy (1957) hisztogramja látható. A pszammit frakcióban három fő gyakorisági maximum jelentkezik. A $0,1\text{ mm}$ alattiak az egymáshoz közelebb állók. Ezeket célszerű egy frakcióba sorolni, mert várható, hogy tulajdonságaikban is jobban hasonlítanak egymáshoz. A fő maximumok elhelyezkedése miatt, $0,1\text{ mm}$ -t választva „természetes határral” osztható fel a pszammit frakció.

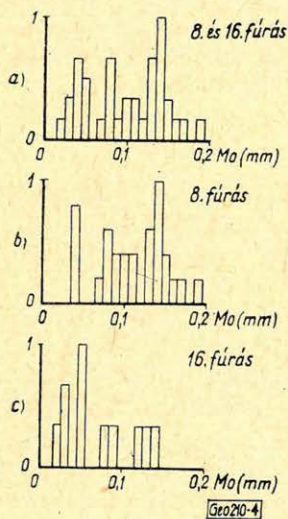
Összefoglalva:

agyag	$d < 0,005\text{ mm}$
aleurit	$0,005\text{ mm} < d < 0,1\text{ mm}$
homok	$d > 0,1\text{ mm}$.

1.2. Permeabilis kőzetek

A kőzettani vizsgálatok szerint gyengén cementáltak (lazák), a kötőanyag karbonát. Gyakori a közel vízszintes rétegződés. Általában jól osztályozottak.

A leggyakoribb szemcsenagyságokat illetően, a vizsgált két fúrás alapján, eltérés van az ÉNy-i és DK-i rész között (4. ábra).



Az átlagos szemeseátmérők a 8. és 16. fúrás alapján a homokköveknél $\approx 0,14\text{ mm}$, az aleuritoknál $\approx 0,05\text{ mm}$.

Az agyag-, aleurit- és homok-frakció súlyszázalékos mennyiségei (Pl , A , H) változása helyi törvényszerűségeinek tanulmányozására szolgál az 5. ábra. A diszperzen szennyezett permeabilis kőzeteket ennek alapján két csoportba lehet sorolni:

Az első csoportnál (1) az agyagtartalom nagymértékű megnövekedésekor kerül túlsúlyba az aleurit-frakció. A második csoport (2) kőzeteinél ezzel szemben az agyagtartalom kismértékű növekedése az aleurit-frakció mennyiségének lényeges megnövekedését eredményezi.

4. ábra. Szemcsenagyság-eloszlási görbék módusainak hisztogramja
Фиг. 4. Гистограмма кривых гранулиметрического распределения

Fig. 4. Histogramm der Verteilungskurven der Korngrösse

Mindkét csoportban megtalálhatók mind a 8., mind a 16. fúrás kőzetei.

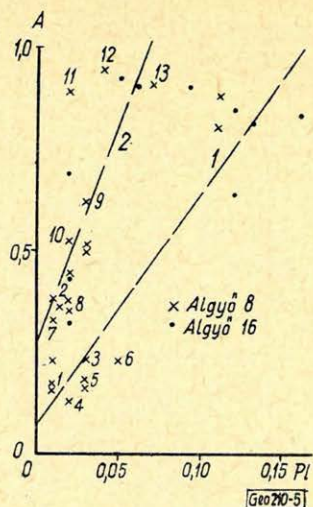
A kevésbé agyagos permeabilis kőzetek porozitása (Φ) általában $\Phi = 0,25 - 0,30$ (a porozitás, víztelítettség értékeit a továbbiakban is tizedestört alakban írjuk a százalék-alak helyett.) Ebből következik, hogy a mátrixporozitás (Φ) értékei is $\Phi_m = 0,25 - 0,30$ közöttiek a kőzetek legnagyobb részénél. Mivel a porozitás nem függ a kőzetet alkotó szemcsék nagyságától, egyező szemcsealak és osztályozottság esetén nincs ok annak feltételezésére, hogy az aleurit mátrixporozitása a homokkőétől lényegesen eltérjen. Az aleuritok ugyanis a homokkövekhez hasonlóan általában jól osztályozottak.

A kőzetváz fajlagos felületének (A_v) becslését Pirson (1966) gömbalakú szemcsékre leszámított összefüggésével lehet elvégezni. Ennek alapján a homokkőmátrix átlagos fajlagos felülete $430\text{ cm}^2/\text{cm}^3$, az aleuritmátrix átlagos fajlagos felülete $1200\text{ cm}^2/\text{cm}^3$.

A tárolókőzetek áteresztőképessége (k) az OKGT. TKFF. (1966) jelentése alapján $10 - 2400$ md közötti. A homokkő-mátrix átlagos permeabilitására 1000 md -t lehet feltételezni.

Az aleuritváz permeabilitása ennél lényegesen kisebb. Ha a fajlagos felületeket a *Kozeny* egyenletbe helyettesítjük és feltételezzük, hogy a többi jellemzők a két kőzetvázra közel azonosak, az aleuritmátrix átlagos permeabilitására 130 md adódik.

Az aleuritmintákon végzett mérések a mindig jelenlevő agyagtartalom miatt kisebb értékeket szolgáltatnak. Azt, hogy az aleuritváz permeabilitására tett feltételezés minőségileg helyes, a 4. táblázat igazolja. Azokban az intervallumokban, ahol a permeabilis kőzetek aleuritok (lásd a 3. ábrát is), a permeabilitás 100 md alatt van. A homokkőves szakaszban lényegesen nagyobb értékeket kaptak. Ezeknek a mintáknak a porozitása nem nagyobb, mint a vizsgált aleuritok egy csoportjánál.



5. ábra. Agyag- és aleurit-frakció mennyiségének változása

Фиг. 5. Изменение количества глинистой и алевроитовой фракций

Fig. 5. Variation der Anteile der Ton- und Aleurit-Fraktion

4. táblázat

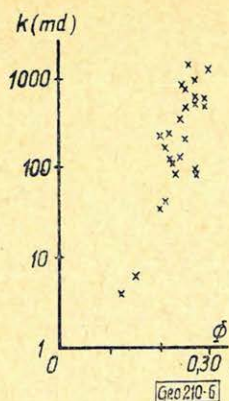
Algyó 16. sz. furás permeabilis kőzeteinek porozitása és permeabilitása

Mélység (m)	Kőzet	Porozitás	Permeabilitás (md)
1875,0 – 1899,5	aleurit	0,218	35,3
	aleurit	0,260	20,5
	aleurit	0,266	14,3
1899,5 – 1918,0	homokkő	0,243	346,9
	homokkő	0,265	663,0
	homokkő	0,260	739,0
1918,0 – 1936,0	aleurit	0,182	65,8
	aleurit	0,227	81,6

A diszperz anyagszennyezés növekedése a porozitás és permeabilitás törvényszerű csökkenését eredményezi. Viszonyaink között az agyagfrakció növekedésének hatása a permeabilitásra kettős: a pszammit-frakció szemnagyságának csökkenése miatt csökken a kőzetváz áteresztő képessége, ezt csökkenti tovább a diszperzen eloszlott agyagszennyezés. Ennek növekedése miatt a porozitás csökken. Igazolással az *Algyó-2* telepre szerkesztett összefüggés szolgál (6. ábra.)

A vizsgált kőzetek jelentős részét agyagmárga csíkok is szennyezik.

Vastagságuk mm - dm nagyságrendű. Általában kis dőlésűek, sík felületekkel határoltak és konkordánsak, de hullámos, diszkordáns kifejlődéssel és lencseszerű betelepülésekkel is lehet találkozni.



6. ábra. Algyő 2. telep porozitás-permeabilitás összefüggése

Фиг. 6. Зависимость пористости от проницаемости для залежи 2 месторождения Алдьё
Fig. 6. Porosität-Permeabilität-Zusammenhang der Lagerstätte Algyő 2

A permeabilis szakaszok szemnagyság-összetételére részletesebb vizsgálatokat nem végeztek, a 3. ábra alapján azonban feltételezhető, hogy e kifejlődési formában az aleurit a gyakoribb permeabilis kőzet.

1.3. Impermeabilis kőzetek

Aleuritos agyagmárgák. Két csoportra oszthatók:

Az első csoportot a rendelkezésre álló vizsgálatok alapján 50% körüli agyagfrakció-tartalom jellemzi. Ezek elégitik ki legjobban a mélyfúrásigeofizikai „agyag” követelményeit. A továbbiakban ezért így is nevezzük azokat.

A második csoport agyag-frakció-tartalma 20–30%. Karottázs-paraméterei lényegesen különböznek az agyagokétól.

Az uralkodó agyagásvány a kőzettani vizsgálatok szerint a montmorillonit, az illit alárendelt.

A ritkábban előforduló, valószínűleg nagyobb karbonáttartalmú betelepülésekről ismereteink hiányosak.

2. KÖZETFIZIKA

2.1. A permeabilis kőzetek fajlagos elektromos ellenállása

A szénhidrogén-tároló rétegek kijelölésénél egyik alapvető adat a rétegek fajlagos elektromos ellenállása. Ennek tanulmányozása, miként az a bevezetésből következik, az algyői viszonyok között különösen nagy fontosságú.

2.1.1. A kőzetváz fajlagos elektromos ellenállását befolyásoló paraméterek

Laboratóriumi meghatározásukra lehetőség nem volt, irodalmi ajánlásokat kellett elfogadni.

A cementációs kitevő (m) az 1.2.-ben közöltek alapján Pirson (1966) ajánlásának figyelembevételével $m = 1,5 - 1,7$. Ez megszabja a kőzetváz-formációfaktor (F) értékeit is (5. táblázat). Ezeket mind a homokkőmatrixra,

5. táblázat

Matrixporozitások és formációfaktor-értékek

Φ_m	F
0,30	6 – 8
0,25	8 – 11

mind az aleuritmatrixra érvényesnek fogadhatjuk el. Valószínűsíteni lehet azt, hogy a tortuozitásnak a két vázra jellemző értékei között nincs túl nagy eltérés.

Továbbá az ajánlás alapján m és emiatt F csak a kőzetkifejlődéstől és a porozitástól függ, melyek 1.2. szerint mindkét vázra közel egyformának vehetők. A szaturációs kitevő a továbbiakban $n=2$. Mivel a cementáló anyag karbonát, a kőzetváz elektromos szigetelő.

A legtisztább víztároló rétegeknél végzett ellenőrzések azt mutatták, hogy a választott formációfaktor-értékek általában helyesek. Az m -re és n -re tett feltételezés helyességét minőségileg ($m < n$) néhány fúrás szelvényanyagából végzett optimális laterológ-neutron gamma korreláció bizonyítja (Szilágyi 1968).

6. táblázat
Homokkő- és aleuritmátrixra jellemző
redukálhatatlan víztelítettségek (S_{wi})

	Mátrix Φ_m	S_{wi}
Homokkő	0,30	0,215
	0,25	0,125
Aleurit	0,30	0,60
	0,25	0,325

Permeabilitás minden esetben 1000 md.

A redukálhatatlan víztelítettség-értékeket a *Schlumberger* (1955) görbesereg-gyűjtemény $E-4$ lapjából lehet megbecsülni (6. táblázat). Egyező mátrixporozitásnál az átlagos aleuritváz redukálhatatlan víztelítettsége háromszor akkora, mint az átlagos homokkővázé.

A további vizsgálatokhoz szerző feltételezi, hogy az áramvezetés mechanizmusa a homokkővázban és az aleuritvázban egyforma, a felületi vezetéstől el lehet tekinteni.

2.1.2. Diszperz eloszlású agyaggal szennyezett permeabilis kőzetek

A vizsgálatokat csak az idealizált alapesetekre, azaz az átlagos homokkő-mátrix és az átlagos aleuritmátrix fokozatos agyagosodása eseteire lehet elvégezni. („*Elméleti kőzetek*”). Ennek eredményeiből a valóságos viszonyok jól megbecsülhetők.

Feltételezzük, hogy az agyagrészecskék *Pirson* (1966) modelljének megfelelően közel egyenletesen borítják be a mátrix felületét. A mozgásképtelen vízsaturáció ($S_w)_{nm}$ ekkor:

$$(S_w)_{nm} = (S_w)_{it} + \Phi_h, \quad (1)$$

ahol $(S_w)_{it}$ egy olyan tiszta kőzet redukálhatatlan víztelítettsége, melynek porozitása és permeabilitása ugyanakkora, mint az agyagos permeabilis kőzeté;

Φ_h az agyagrészecskék hidrátburka által kötött víz.

Φ_h labormérések hiányában az agyag porozitásának (Φ_a) ismeretében becsülhető. Az egész kőzettérfogatra vonatkoztatott hidrátvíz (Φ_h^*):

$$\Phi_h^* = s - s_t = s_t \frac{\Phi_a}{1 - \Phi_a}, \quad (2)$$

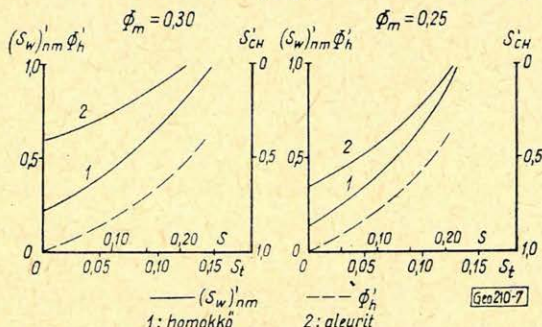
ahol s_t a térfogati agyagmátrix tartalom, az agyagfrakció térfogata az egységnyi kőzettérfogatban;

s az agyagmátrix és az általa megkötött hidrátvíz térfogata az egységnyi köztér fogatban.

Irodalmi ajánlások alapján $\Phi_a = 0,4$.

$(S_w)_{it}$ ugyancsak a diszperz agyagtartalom függvénye. A bemutatott porozitás-permeabilitás-összefüggés és a *Schlumberger E-4* nomogram segítségével lehet a fokozatosan elagyagosodó átlagos mátrixokra érvényes értéket becsülni. A $\Phi'_e = \Phi_m - s_i$ a pórusterre vonatkoztatott agyagtartalom-mozgásképtelen víztelítettség függvényeket a 7. ábra mutatja. Az agyagtartalom növekedése a mozgásképtelen víztelítettség jelentős növekedését eredményezi.

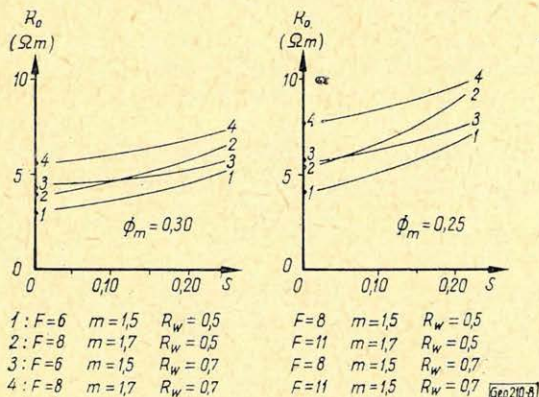
A 7. ábra lehetőséget ad az effektív póruster (Φ_e) minimális víztelítettségének $(S_w)_{min}$ meghatározására is. Az értékeket az agyagtartalom függvényében a 9. ábrán találjuk. A víztároló diszperz agyagos kőzetek fajlagos elektromos ellenállásának (R_o) a *Barlai* (1966) által javasolt kifejezéssel számított



7. ábra. Mozgásképtelen víztelítettség-agyagtartalom összefüggés

Fig. 7. Зависимость водонасыщенности от содержания глины

Fig. 7. Zusammenhang zwischen der Immobil-Wassersaturation und dem Tongehalt



8. ábra. Diszperz-agyagos víztároló rétegek fajlagos elektromos ellenállása.

Fig. 8. Удельное электрическое сопротивление водоносных пластов, содержащих рассеянные глинистые частицы

Fig. 8. Spezifischer elektrischer Widerstand wasserspeichernder Schichten mit dispersem Ton

értékei a 8. ábrán találhatóak. A számításoknál a diszperz agyag fajlagos elektromos ellenállása, $R_{shd} = 1,0$ ohmm. A rétegvíz fajlagos elektromos ellenállásának értéktartománya réteghőmérsékleten $0,5 - 0,7$ ohmm. A számítások szerint a diszperz agyagszennyezés növekedése a víztároló kőzet fajlagos elektromos ellenállásának kis mértékű növekedését okozza.

Az ellenállás-növekedési tényező (J)-víztelítettség függvényeket a 9. ábra mutatja különböző diszperz agyagtartalmaknál. A számításhoz felhasznált kifejezést *Barlai* (1966) származtatta le. Az ábrából $(S_w)_{min}$ értékei is leolvashatók; (1) az elagyagosodó homokmátrixra, (2) az elagyagosodó aleuritmátrixra vonatkozik.

A diszperz agyagtartalom növekedésével J jelentősen csökken.

A maximális szénhidrogéntelítettséggel rendelkező szennyezett „elméleti” kőzetek fajlagos elektromos ellenállásának alakulása az agyagtartalom függvényében a 10. ábrán látható. A valóságos esetek ebből a kőzetcsoport tulajdonságainak megfelelően állapíthatók meg.

A diszperz agyagszennyezés legfontosabb hatásai a következőkben foglalhatók össze:

A diszperz agyagtartalom növekedésével rohamosan nő a kőzet mozgásképtelen vízszaturációja, tehát rohamosan csökken a szénhidrogén-felhalmozódás számára rendelkezésre álló pórustérfogat. Az agyagtartalom növekedésével növekszik az a víztelítettség, amely mellett a kőzetből még vízmentes szénhidrogén-termelés várható. A víztelítettség növekedését fokozza az, hogy az agyagtartalom növekedésével a valóságos kőzetek agyagos aleuritokká válnak.

A diszperz agyag a víztároló kőzetek fajlagos elektromos ellenállásának kis mértékű emelkedését eredményezi, a szénhidrogén-tároló kőzetek fajlagos elektromos ellenállását viszont jelentősen csökkenti. E hatást fokozza az agyagos aleuritnak az agyagos homokkőnél nagyobb minimális víztelítettsége.

A tároló ipari értékének megállapításánál a tényleges víztelítettség mellett ezt is ismerni kell. A minimális víztelítettség az agyag- és aleurit-frakció ismeretében becsülhető meg a tároló mátrixporozitását is figyelembe véve. Értéke az agyagos aleuritoknál nagyon nagy lehet.

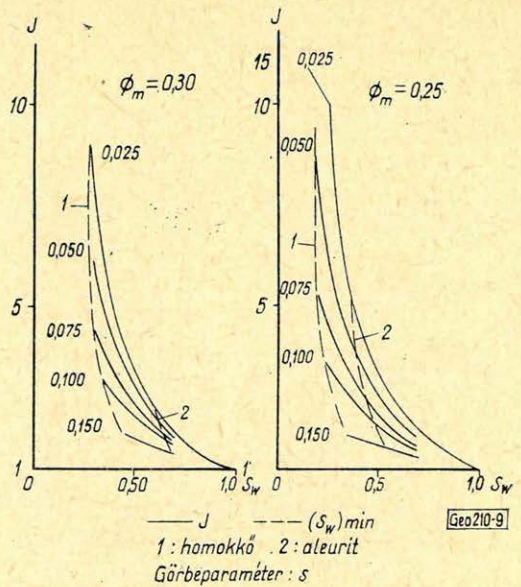
2.1.3. Agyagcsíkokat tartalmazó permeabilis kőzetek

Feltételezhetjük, hogy az agyagcsíkokkal sűrűn tagolt permeabilis kőzetek elsősorban aleuritok. A permeabilis csíkok vastagságának megnövekedésével ezek homokkővek és aleuritok egyaránt lehetnek.

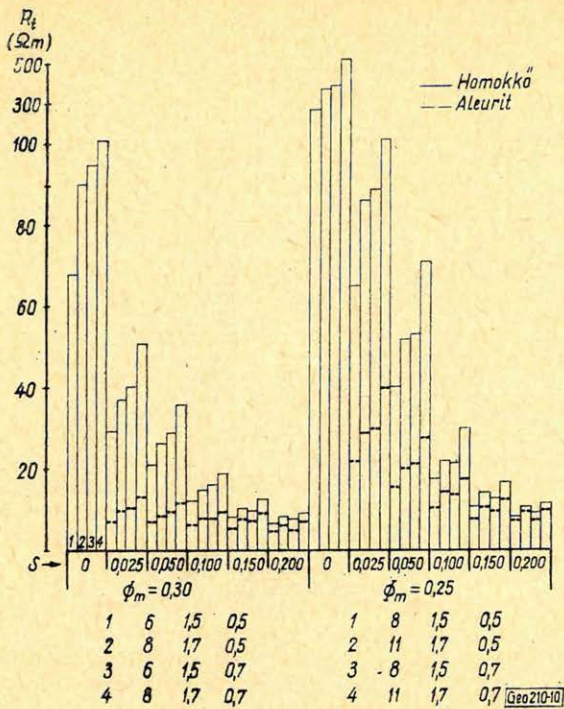
A közbetelepült agyagcsíkok fajlagos elektromos ellenállását (R_{sh}) irodalmi ajánlások alapján egyenlőnek vesszük a vastagabb agyagrétegekével, tehát $R_{sh} = 2,0 - 3,0$ ohmm. A valóság bonyolult eseteit a rendelkezésre álló modellek csak közelítik. Poupon, Loy, Tixier a tiszta permeabilis kőzet és agyagcsíkok váltakozásából álló modellre származtatott le összefüggéseket.

A víztároló kőzet longitudinális fajlagos elektromos ellenállására (R_{0L}) végzett számítások eredményei a 11. ábrán láthatók. Agyagcsíkok jelenléte a víztároló kőzetek longitudinális fajlagos elektromos ellenállását csökkenti és a különböző kőzettani és kőzetfizikai jellemzőjű kőzetek fajlagos elektromosellenállása egyre közelebb kerül egymáshoz.

Az ellenállás-növekedési tényezőnek a modell alapján kiszámított értékei példaként a $\Phi_m = 0,25$ esetre érvényes görbeseregeket mutatja a 12. ábra. Az agyagcsíkok mennyiségének (P) növekedése J erőteljes csökkenését ered-



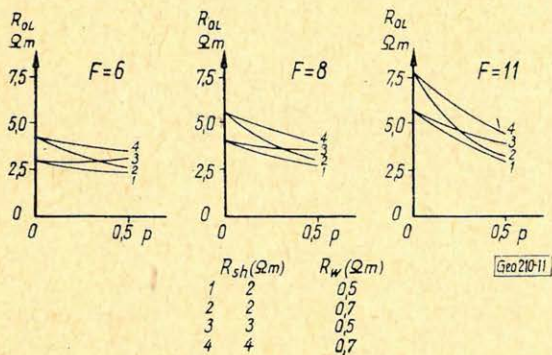
9. ábra. Diszperz-agyagos szénhidrogén-tároló kőzetek ellenállás-növekedési tényezője
 Фиг. 9. Коэффициент повышения сопротивления нефтегазоносных коллекторов, содержащих рассеянные глинистые частицы
 Fig. 9. Widerstandszunahme-Koeffizient von kohlenwasserstoffspeichernden Gesteinen mit dispersem Ton



10. ábra. Diszperz-agyagos szénhidrogén-tároló kőzetek fajlagos elektromos ellenállása

Fig. 10. Удельное электрическое сопротивление нефтегазоносных коллекторов, содержащих рассеянные глинистые частицы

Fig. 10. Spezifischer elektrischer Widerstand von kohlenwasserstoffspeichernden Gesteinen mit dispersem Ton



11. ábra. Agyagcsíkokkal szennyezett víztároló kőzetek longitudinális fajlagos elektromos ellenállása

Fig. 11. Продольное удельное электрическое сопротивление водоносных пород с прослойками глин

Fig. 11. Longitudinaler spezifischer Widerstand von mit Tonbändern verunreinigten wasserspeichernden Gesteinen

ményezi. Ez együtt jár J -nek a víztelítettség-változás iránti érzékenységsökkenésével. Az ellenállás-növekedési tényező csökkenése különösen nagymértékű a tiszta aleurit és agyagcsíkok váltakozásából álló kőzetnél.

Mozgásképes vizet nem tartalmazó szénhidrogéntárolók fajlagos elektromos ellenállásának (R_{IL}) számított értékei különböző értékű agyagcsík-szennyezésnél a 13. ábrából olvashatók le, mind a tiszta homokkő és agyagcsíkok váltakozásából álló, mind a tiszta aleurit és agyagcsíkok váltakozásából álló kőzetre. Az eredmények a rétegvíz fajlagos ellenállása teljes tartományára érvényesek. Az ábrából megállapítható, hogy $p=0,2$ -nél már olyan kicsi a mátrixporozitás és a formáció-faktor-különbségek hatása, hogy a longitudinális fajlagos elektromos ellenállást lényegében csak R_{sh} befolyásolja.

A valóságos kőzetekben a permeábilis csíkok valószínűleg mindig tartalmaznak diszperz eloszlású agyag-szennyezést is. Ennek hatására a szénhidrogén-tároló kőzet longitudinális fajlagos elektromos ellenállása a modellhez viszonyítva tovább csökken, az eltérések az agyagcsíkok mennyiségének növekedésével egyre kisebbek lesznek.

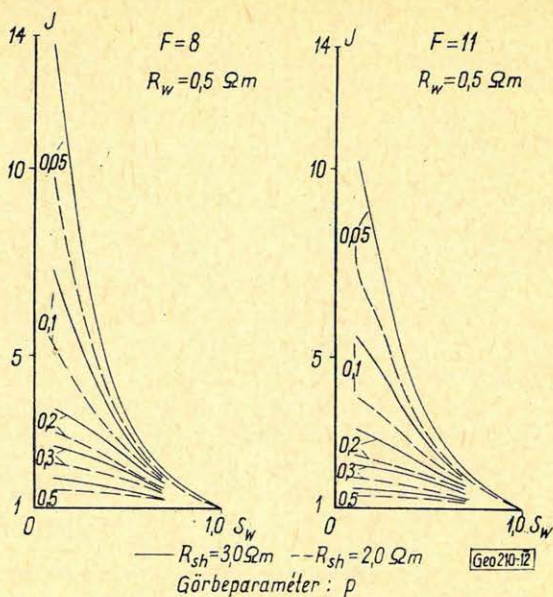
2.1.4. Összefoglalás

Az elvégzett modellvizsgálatok azt mutatják, hogy mind a diszperz, mind a csíkok formájában jelentkező agyagszennyezés a szénhidrogén-tároló kőzetek fajlagos elektromos ellenállásának nagymértékű csökkenését eredményezi. Ezt a csökkenést intenzívebbé teszi az, hogy a diszperz agyagtartalom növekedésével a permeábilis kőzetekben egyre nagyobb szerephez jut az aleuritfrakció.

Ezek a hatások együttesen idézik elő azt, hogy 4,0–10,0 ohmm fajlagos elektromos ellenállású kőzetek vízmentes szénhidrogéntermelést eredményezhetnek. Ez a fajlagos ellenállástartomány egybeesik a víztároló kőzetek nagy részének fajlagos ellenállástartományával. A szénhidrogéntároló rétegek kijelölésénél tehát egyaránt fontos mind a kőzetek agyagtartalmának és a szennyezés formájának, mind az aleurit mennyiségének ismerete. Csak ezek birtokában lehet a tároló ipari értékét megállapítani.

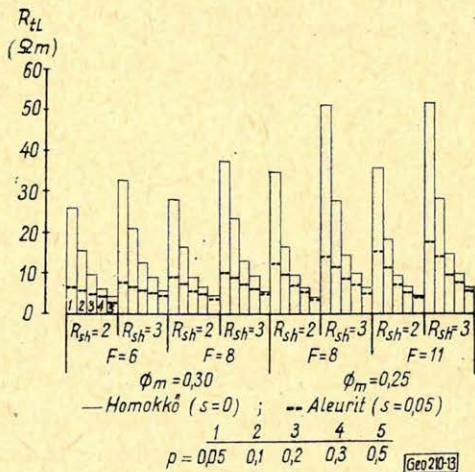
2.2. A permeábilis kőzetek neutron-porozitása

A permeábilis kőzetek neutronporozitásának tanulmányozása képezi a gázkiutató lehetőségének alapját. Az agyag- és aleuritfrakciónak a neutronporozitásra gyakorolt hatása tanulmányozása előtt az egyes alkotók hidrogénindexét kell meghatározni.



12. ábra. Agyagszíkekkel szennyezett szénhidrogéntároló kőzetek ellenállás-növekedési tényezői

Fig. 12. Коэффициент повышения сопротивления нефтегазоносных коллекторов с прослойками глин
Fig. 12. Widerstandszunahmekoeffizienten von mit Tonbändern verunreinigten kohlenwasserstoffspeichernden Gesteinen



13. ábra. Agyagszíkekkel szennyezett szénhidrogéntároló kőzetek fajlagos elektromos ellenállása

Fig. 13. Удельное электрическое сопротивление нефтегазоносных коллекторов с прослойками глин
Fig. 13. Spezifischer elektrischer Widerstand von mit Tonbändern verunreinigten kohlenwasserstoffspeichernden Gesteinen

2.2.1. Az agyag és a rétegfolyadékok hidrogén indexe

A diszperz agyag hidrogén-indexe (egyenértékű víztartalma) a hidrat-burokban megkötött víz és a kristályvíz összege. Utóbbira mérési adatok nincsenek. Az uralkodó agyagásványra tekintettel, irodalmi ajánlást figyelembe véve (Larionov 1959) az agyagmátrix hidrogén-indexére $K_s = 0,2$ -t tételezünk fel. Az agyagrétegek és agyagcsíkok hidrogén-indexe $K_p = 0,4$, ami az agyagrétegek agyagfrakció tartalma és a közbetelepült agyagrétegeknek a diszpergált agyagnál kisebb porozitása (Vendelstein 1966) figyelembevételével adódik és jó összhangban van az irodalmi ajánlásokkal is.

A metánként kezelhető földgáz hidrogén-indexét (K_g) az általánosan ismert nomogram segítségével lehet meghatározni, el kell azonban végezni az algyói telepviszonyok miatt szükséges átszámításokat, így átlagértékként $K_g = 0,21$ adódott.

A telepolaj hidrogén-indexét (K_o) a tartályolaj hidrogéntartalma és az olaj teleptérfogati tényezője határozza meg. Ezek figyelembevételével a telepolaj hidrogén-indexe $K_o = 0,85$.

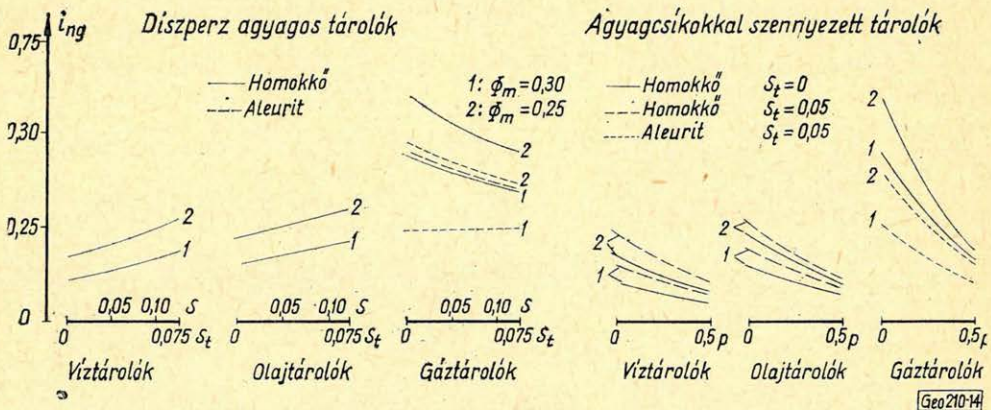
A víz hidrogén indexe: $K_w = 1,0$; a klórtartalom hatását nem kell figyelembe venni.

2.2.2. A permeábilis kőzetek neutron-porozitása és neutron-gamma indikációi

A tároló kőzetek neutron-porozitása (Φ_N) a legáltalánosabb esetben, amikor a diszperz agyagos kőzetet agyagcsíkok szennyezik:

$$\Phi_N = \{\Phi'_e[(S_w)'_{nm} + S'_{CH}K_{CH} + s_t K_s]\}(1-p) + K_p p, \quad (3)$$

ahol K_{CH} az olaj vagy gáz hidrogén-indexe.



14. ábra. Permeábilis kőzetek viszonylagos neutron-gamma indikációi

Фиг. 14. Показания относительного нейтронного гамма-излучения для проницаемых пород

Fig. 14. Relative Neutron-Gamma-Indikationen von permeablen Gesteinen

A továbbiakban a neutron-porozitásoknak tükrözőjüknön, a neutron-gamma szelvényen való megjelenését vizsgáljuk a 14. ábra segítségével. Ezen a másodlagos gamma-indikációk viszonylagos egységeknél (i_{ng}) vannak kife-

jezve. Az $i_{ng}=0$ -hoz $\Phi_N=0,40$ és $i_{ng}=1,0$ -hez $\Phi_N=0,025$ tartozik. Ez egyezik a Vendelstein (1964) által $L=0,6$ m szondahosszra általános érvényűnek bemutatott összefüggéssel. Az ábra azzal a feltételezéssel készült, hogy a permeábilis kőzeteknek nincs elárasztott zónája.

A diszperz agyagos tárolóknál a fajlagos elektromos ellenállás tanulmányozásához hasonlóan csak az átlagos homokkőváz és az átlagos aleurit-váz fokozatos elagyagosodásának hatását lehet vizsgálni. A kőzetesoportoknak megfelelő valóságos esetek ebből már jól megbecsülhetők. A homokkőváz fokozatos agyagosodása víztárolás és olajtárolás esetén a másodlagos gamma-intenzitás kis mértékű növekedését eredményezi. Az olajnak a víznél kisebb hidrogén-indexe további intenzitás-növekedést von maga után. Az olajtároló aleuritok indikációi a nagyobb nem mozgó víztelítettség miatt a víztároló és olajtároló „homokkő” közöttiek.

A diszperz agyagnak a gáztárolókra gyakorolt hatása az előbbieknél fordítottja, az agyagtartalom növekedése általában a másodlagos gamma-indikációk jelentős csökkenését eredményezi. A nagy mátrix-porozitású aleuritokra gyakorolt hatás kivétel ez alól. A gáztároló aleurit neutron-gamma-indikációja a nagyobb nem mozgó víztelítettség miatt mindig kisebb mint a „homokkőé”. $\Phi_N=0,25$ mátrix-porozitásnál ezt az agyagtartalom tovább csökkenti, $\Phi_N=0,30$ mátrixporozitásnál azonban a gáztároló aleurit másodlagos gamma-indikációja az agyagtartalom növekedésével gyakorlatilag nem változik és alig haladja meg a közepes agyagtartalmú folyadéktárolók indikációit.

Ha a tároló agyagcsíkokkal is szennyezett, ezek mennyiségének növekedése az összes vizsgált esetben a másodlagos gamma-intenzitás csökkenését eredményezi. Különösen jelentős ez a gáztárolóknál, főleg a gáztároló aleuritoknál. Hatására már a közepes agyagtartalmú gáztároló aleuritok is a folyadéktárolók indikációinak tartományába kerülnek.

A tárolók fajlagos elektromos ellenállásának vizsgálatánál elmondottakkal egyezően itt is az a végkövetkeztetés, hogy a neutron-porozitás és ezen keresztül a másodlagos gamma-intenzitás kialakításában az agyag- és aleuritfrakció együttesen vesz részt. A gáztároló rétegek biztosabb elkülönítéséhez tehát az agyagszennyezés módjának és mértékének, továbbá az aleurit mennyiségének ismerete szükséges.

2.3. A kőzetek természetes-gamma sugárzása

A természetes-gamma sugárzás szelvénye egyike az agyagtartalom meghatározására alkalmas szelvényeknek. Felhasználási lehetőségeit azonban a helyi viszonyok szabják meg.

2.3.1. Az agyag-, aleurit- és homok-frakció átlagos fajlagos természetes-gamma-aktivitása

A három komponensű kőzetmodellel a kőzetek viszonylagos természetes-gamma-intenzitása (K_{ig}), a következőképpen írható le:

$$K_{ig} = K \frac{I_g - (I_g)_{min}}{(I_g)_{max} - (I_g)_{min}} = g_{Pl}(Pl) + g_A A + g_H H \quad (4)$$

ahol g_{Pl} , g_A , g_H az agyag-, aleurit- és homokfrakció átlagos fajlagos aktivitása, K az agyagrétegekben az agyagfrakció százalékos aránya. A szokásos esetekben: $g_A > g_H$ és $g_A < g_{Pl}$.

A szelvényre ható átlagos fajlagos aktivitások meghatározására a 8. fúrás szemcsenagyság-eloszlási vizsgálatai és a többenél részletesebb felbontó képességet eredményező időállandóval és húzatási sebességgel felvett természetes gamma-szelvénye adott lehetőséget. Az $(I_g)_{max}$ értékek a kb. 50% agyagfrakciót tartalmazó agyagok intenzitása, $(I_g)_{min}$ pedig a legkisebb agyag- és aleurit-tartalmú homokkövek indikációinak átlagos szintje.

A megfelelő szemnagyság-elemzési eredményeket és (ki_g) értékeket (12)-ben egymás mellé rendelve 15 sugárzási egyenletet lehetett felírni. Az ezekből számított normálegyenletek megoldása a keresett ismeretlenekre:

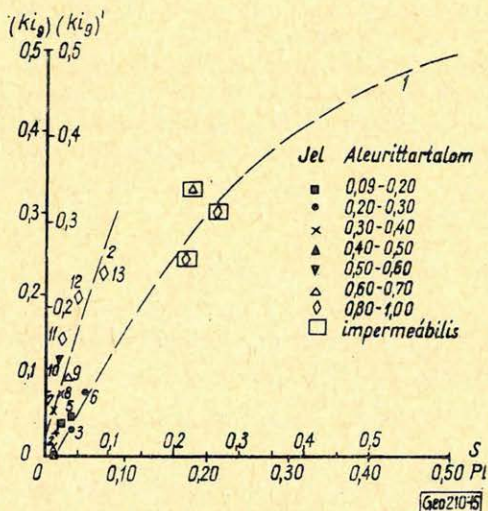
$$g_{P1} = 0,83$$

$$g_A = 0,16$$

$$g_H = 0,02.$$

Az eredmények a vártak megfelelően mutatják, hogy a tiszta agyag fajlagos aktivitása nagyobb, mint az 50% agyagfrakciót tartalmazó kőzeté, a homokfrakcióé pedig kisebb, mint a kezdő értékül választott agyagot és aleuritot is tartalmazó homokkövek intenzitása.

Az aleuritfrakció átlagos fajlagos aktivitása kb. egyötöd része az agyagfrakció aktivitásának, tehát öt súlyrész aleurit ekvivalens egy súlyrész agyaggal a természetes-gamma intenzitást illetően. Továbbá az aleuritfrakció fajlagos aktivitása lényegesen nagyobb mint a homoké.



15. ábra. Agyagtartalom-természetes-gamma-intenzitás összefüggés az Algyó-8. sz. fúrásban
 Fig. 15. Зависимость интенсивности естественного гаммаизлучения от содержания глины в разрезе скважины Алдьё-8

Fig. 15. Zusammenhang zwischen Tongehalt und natürlicher Gamma-Intensität im Bohrloch Algyó-8.

2.3.2. A természetes gamma-sugárzás törvényszerűségei

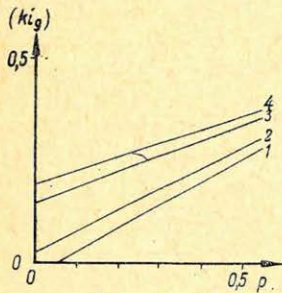
A 8. sz. fúrás diszperz agyagtartalmúnak tekinthető kőzeteire felépített $(ki_g)' = f(Pl)$ összefüggés a 15. ábrán látható. A $(ki_g)'$ lépték a már ismertett rendszerre vonatkozik, ahol $k=0,5$. A (ki_g) lépték a Vendelstein (1964) által a Szovjetunió déli részének harmadkori rétegeire felépített görbesereg $k=0,5$ -ös görbéjének léptéke: Ez az „elméleti görbe” is megtalálható az ábrán (1. sz. görbe).

A pontok egy része az 1. sz. görbét jól követi, a permeábilis kőzetek közül azok (1, 3, 4, 5, 6), melyek kevés aleuritot tartalmaznak. A permeábilis kőzetek pontjainak másik csoportja (7–13) az „elméleti görbe” fölé esik. Ezt a csoportot az előbbinél magasabb aleurit-tartalom jellemzi, az agyagtartalom kis értékeinél is, majd az agyagtartalom növekedésével az aleurit-tartalom jelentősen emelkedik. Hasonlítsuk össze pontjainkat az 5. ábra pontjaival! Az egyforma számmal megjelölteket vizsgálva megállapítható, hogy a természetes-gamma sugárzás szempontjából az első csoportba sorolt kőzetek az első kőzetcsoporthoz tartoznak, míg a második sugárzási csoporthoz (2. sz. görbe) tartozók a második kőzetcsoporthoz. A kőzetcsoporthoz szerinti felosztás tehát a természetes-gamma-intenzitás-agyagtartalom összefüggés eltérő jellege miatt is indokolt.

Permeábilis kőzeteink nagy csoportját szennyezik agyagcsíkok. A szerzőnek az a véleménye, hogy ezeknek agyagtartalmát nem szabad a 15. ábra felhasználásával meghatározni. Szerinte a szennyező agyagcsík-tartalom-termeszetes-gamma-intenzitás összefüggést az alábbi kifejezés írja le helyesen:

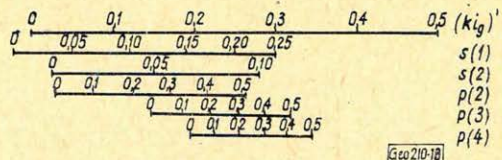
$$(ki_g)' = C_1(ki_g)'_1 + C_2(ki_g)_2, \quad (5)$$

ahol C_1 a homokkő-vagy aleuritesíkok térfogati részaránya a kőzetben, C_2 az agyagcsíkok térfogati részaránya a kőzetben, $(ki_g)'_1$ és $(ki_g)_2$ pedig a homokkő vagy aleurit és az agyagcsíkok szemcseösszetételének megfelelő három kompo-



	H	A	Pl
1	1,0	0	0
2	0,78	0,20	0,02
3	0,17	0,80	0,03
4	0	0,96	0,05

Geo 210-17



18. ábra: Összehasonlító nomogram

фиг. 18. Сравнительная номограмма

Fig. 18. Vergleichendes Nomogramm

17. ábra. Agyagcsíkokkal szennyezett permeábilis kőzetek agyagcsík-tartalma és természetes-gamma-intenzitása közötti összefüggés

Фиг. 17. Зависимость интенсивности естественного гаммаизлучения от содержания глинистых прослоев в проницаемых породах, загрязненных глинистыми прослойками

Fig. 17. Zusammenhang zwischen dem Tonbandgehalt von mit Tonbändern verunreinigten Gesteinen und der natürlichen Gamma-Intensität

nensű sugárzási egyenletek.

Mivel $C_1 + C_2 = 1$ és $C_2 = p$, (5) a következő alakra hozható:

$$P[(ki_g)'_2 - (ki_g)'_1] + (ki_g)'_1 = (ki_g)' \quad (6)$$

Ha feltételezzük, hogy $(ki_g)'_1$ és $(ki_g)'_2$ az agyagszikok mennyiségétől függetlenül állandó, a (6) összefüggés egyenes egyenlete, melynek meredekségét az impermeábilis és permeábilis kőzetek természetes gamma intenzitásának különbsége szabja meg. A 17. ábrán ezzel a feltételezéssel különböző összetételű agyagszikokkal szennyezett kőzetekre számított egyenesek láthatók.

A 18. ábra a 15. és 17. ábrák felhasználásával szerkesztett összehasonlító nomogram. Ez szemléletesen bizonyítja, hogy a természetes gammaszelvény egymagában nem alkalmas az agyagtartalom meghatározására. Ez még akkor sem ad egyértelmű eredményt, ha az agyagszennyezés fajtáját ismerjük. Ennek oka, hogy a természetes-gamma intenzitás is az agyag- és aleuritfrakció együttes hatásának eredménye.

2.4. A permeábilis kőzetek természetes potenciálja

Van-e olyan, általunk mérhető kőzefizikai tulajdonság, melyre az aleuritfrakció hatása várhatóan minimális?

Dahnov (1962) vizsgálatai alapján a természetes potenciál elégíti ki ezt a követelményt. A 0,02 mm szemátmérőnél nagyobb frakció diffúziós-adszorpciós aktivitása ugyanis szerinte már csak kis mértékben csökken az átmérő növekedésével. A vizsgált permeábilis kőzetek legnagyobb részénél tehát a diszperzitásfok-változásának hatása a természetes-potenciál-indikációkra másodrendű.

2.4.1. A permeábilis kőzetek természetes potenciálja és az agyagtartalom közötti összefüggés

Ennek tanulmányozására szolgál a 19. ábra. Ez négy olyan fúrás feldolgozását tartalmazza, melyek a telepek legnagyobb részét víztároló helyzetben harántolták. Így elkerülhető több, részben korrekcióba sem vehető zavaró hatás. A 21. fúrást gipszes-sós, a többit olajemulziós öblítőiszappal mélyítették.

A feldolgozás első lépése a vizsgálatra kiválasztott rétegek agyagtartalmának a 15. ábra 1. görbéjével történő meghatározása volt. Az *a*) ábrán ezek az „agyagtartalmak” (PV) láthatók a PS kitérés függvényében. A 2000 m alatti rétegek külön meg vannak jelölve. Az *a*) ábrából valóban az tűnik ki, hogy nincs kapcsolat a PS indikációk és az így meghatározott agyagtartalmak között. Ha tehát nem vesszük figyelembe a természetes-gamma szelvény és az agyagtartalom közötti, az előbbieken tárgyalt helyi jellegzetességeket, látszólagos ellentmondás van a két szelvény között.

Ha azonban a diszperz-agyagosnak minősíthető szakaszok agyagtartalmát a 15. ábra 1. és 2. görbéjéből is meghatározzuk, majd a PS indikációk nagyságát is figyelembe véve választjuk ki ezen értékpárok közül a rétegre valószínűbben jellemző agyagtartalmat, ezek és a PS indikációk között az ismert minőségi összefüggés állapítható meg, (*b*. ábra), nevezetesen az, hogy az agyagtartalom növekedésével a természetes-potenciál-indikációk csökkennek. Az agyagszikokkal szennyezett permeábilis rétegek feldolgozása ugyanilyen elv alapján a 17. ábra segítségével történt.

A 20, 21, 24. fúrások szelvényeiből szerkesztett összefüggések egymással egyező eredményt szolgáltatottak.

Ettől eltér a 161. fúrásra kapott összefüggés. Ennek valószínű oka az, hogy míg az előbbi kutakban az öblítőiszap fajlagos elektromos ellenállása réteg-

hőmérsékleten kielégítette az elméleti követelményt, a 161. fúrásnál ez nem következett be.

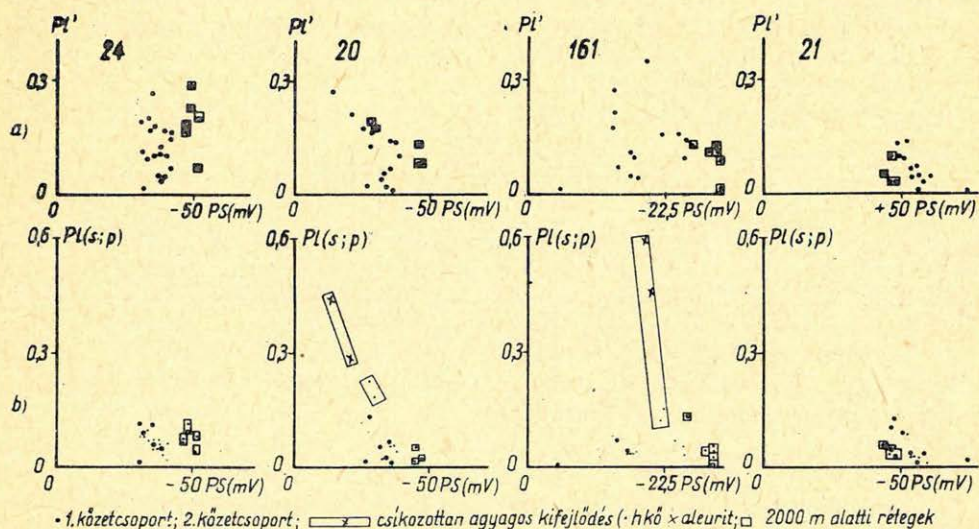
2.4.2. Az agyag- és aleurit-frakció mennyiségének meghatározása

A bemutatott feldolgozás nemcsak a természetes-potenciál-indikációk agyagtartalomtól való függésének igazolására szolgál, hanem általában alkalmas a permeábilis kőzetek agyag- és aleurit-tartalmának meghatározására, ha az agyagszennyezés fajtája ismert.

A diszperz agyagos kőzetek valószínűbb agyagtartalmának a PS indikáció figyelembevételével történő kiválasztása a 15. ábra 1. és 2. görbájéből leolvasott két agyagtartalom közül egyben a kőzetcsoport meghatározását is jelenti, miként azt a 19. ábra mutatja is. Ha pedig az agyagtartalom és a kőzetcsoport ismert, az 5. ábra felhasználásával lehet a valószínűbb aleurit-tartalmat meghatározni. Agyagcsíkokkal szennyezett rétegeknél pedig a 17. ábra 2., 4. (vagy 3.) görbájéből meghatározott agyagtartalmak közül a valószínűbb kiválasztása egyben a permeábilis csíkok uralkodó szemcsefrakciójára is felvilágosítással szolgál.

A 19. ábrán vizsgált rétegek aleurit-tartalma nagyon változó. Ennek ellenére mutatják az agyagtartalomtól való lineáris függést. Az aleurit hatása tehát a természetes-potenciál-szelvényre elegendően nagy izzapellenállás esetén valóban csak másodrendű.

Az agyagtartalomnak a természetes-gamma-szelvényből történő meghatározása előnyösebbnek tűnik, mint a természetes-potenciál-szelvényből történő meghatározás. Utóbbira ugyanis csak olyan interpretációs anyagok állnak



19. ábra. Permeábilis kőzetek természetes potenciálja és agyagtartalma közötti összefüggés

Фиг. 19. Зависимость величин ПС от содержания глины в проницаемых породах

Fig. 19. Zusammenhang zwischen dem natürlichen Potential und Tongehalt von permeablen Gesteinen

rendelkezésre, amelyek feltételezik, hogy mind az iszap, mind a rétegvíz $NaCl$ oldat. A rétegvízre vonatkozóan ez nem teljesül. Biztosan nem teljesül a gipszes-sós öblítőfolyadékra, de az általánosan alkalmazott olajemulziós öblítő-iszap is vizsgálatokat igényel ilyen irányban.

3. SZELVÉNYELEMZÉSEK

A 2. fejezet megállapításait a 8. és 16. fúrások szelvényelemzésével igazoljuk, az agyag- és aleurit-tartalom-meghatározás kivételével. Vizsgált fúrásaink öblítőiszapjának fajlagos elektromos ellenállása ugyanis nem volt elegendő kifejező természetes-potenciál indikációk kialakításához. Ezért a PS – természetes-gamma összehasonlítást nem lehetett elvégezni. Felhasznált szelvények: $0,8$ m-es optimális laterolog, neutron-gamma természetes-gamma, mikrológ, természetes potenciál. A $0,8$ m-es optimális laterolog szonda által mért látszólagos fajlagos elektromos ellenállás sok esetben jó közelítéssel a réteg valódi longitudinális fajlagos ellenállásával egyező. Az elárasztás ugyanis csak kis mértékű.

Az elemzésnél a szerző felhasználta a laboratóriumi porozitás- és permeabilitás-mérések eredményeit is, ezek külön bemutatása nélkül.

3.1. Algyő 8. sz. fúrás.

1. 1806,5 – 1812,5 m. Víztorló.

Fajlagos elektromos ellenállása ($6,0 - 7,5$ ohmm), az agyagtartalmat és a porozitást figyelembe véve a modellszámításokkal jól egyezik. $1810,0$ m alatt a fajlagos ellenállás kismértékű csökkenése összhangban van az agyagtartalom csökkenésével. Itt a természetes-gamma -indikáció is kisebb. A neutron-gamma-szelvény indikációja a víztorló, kevésbé szennyezett kőzetekével egyező.

2. 1833,0 – 1837,0 m. Gáztorló.

Az összetétel változására (agyag- és aleurit-tartalom-növekedés) utal a rétegtalp közelében a természetes gamma-szelvény emelkedése és a fajlagos ellenállás csökkenése. Ezt az alsó szakaszt kihagyva, a réteg fajlagos elektromos ellenállása (kb. $14,0$ ohmm), valamivel magasabb, mint az átlagos aleuritra kapott számítási eredmény. Ennek valószínű oka a jelenlevő homokfrakció. A továbbiakban bemutatásra kerülő, hasonló porozitású és agyagtartalmú homokkövekkel összehasonlítva azonban kitűnik az aleurit-frakció hatására bekövetkező jelentős fajlagos ellenállás-csökkenés.

A neutron gamma szelvény indikációja a legtisztább víztorlók szintjét alig haladja meg. A nagy porozitású gáztorló aleurit tehát nem különíthető el a hasonló porozitású folyadéktorlóktól.

3. 1863,0 – 1866,0 m. Víztorló.

A diszperz agyagos aleuritra kapott számítási eredmények intervallumába esik a réteg fajlagos ellenállása ($6,0$ ohmm). A természetes-gamma-szelvény indikációja lényegesen magasabb, mint a legtisztább homokkövek szintje.

4. 1873,0 – 1881,0 m. Gáztorló.

Az $1876,0$ m alatti szakasz átlagos fajlagos ellenállása (kb. 100 ohmm) valamivel magasabb, mint a réteg porozitásánál jellemző számított érték. Ez az

átlagosnál magasabb permeabilitással lehet kapcsolatban, amit a mérési eredmény igazol. A fajlagos ellenállás-változások kisebb inhomogenitásokra utalnak. A gáztárolás tényét a jelentősen megnövekedett neutron-gamma-indikáció mutatja. A réteg teteje felé a fajlagos elektromos ellenállás és a neutron-gamma-intenzitás csökken, a természetes-gamma-intenzitás növekedik, a *PS* alig változik. Ezek a jelenségek az agyag, de főleg az aleurit-tartalom növekedésével fűgghetnek össze.

5. 1890,0 – 1898,0 m. Gáztároló.

Az 1890,0 – 1898,0 m közötti szakaszon a kőzettulajdonságok a szelvények szerint kis mértékben változnak. A fajlagos ellenállás átlagértéke (35,0 ohmm), a bemutatott számítási eredményekkel összhangban van. A gáztárolás tényét a neutron-gamma szelvény bizonyítja.

A réteg alján a fajlagos ellenállás és a neutron-gamma indukációk csökkenése, a természetes gamma intenzitás növekedése az agyag- és aleurit-tartalom növekedésre utal.

6. 1947,5 – 1953,5 m. Olajtároló.

Annak bemutatására szolgál, hogy a tiszta olajtároló réteg neutron-gamma intenzitása a víztárolókénál valamivel magasabb.

7. 2012,0 – 2020,5 m. Gáztároló.

A 2015,0 m alatti szakaszon a szelvények kisebb inhomogenitásokra utalnak. A réteg átlagos fajlagos ellenállása (kb. 100 ohmm) magasabb, mint az átlagos kőzetre végzett számítások eredménye. Permeabilitása is magasabb, ez adhatja előbbiek magyarázatát. A gáztárolást a neutron-gamma szelvény szembetűnően jelzi.

A 2015,0 m feletti szakaszon jelentős fajlagos ellenállás és másodlagos-gamma-intenzitás-csökkenés, természetes-gamma-indikáció-növekedés következik be. Ennek szemnagyságelemzési vizsgálattal is igazolt oka az aleurit-frakció uralkodóvá válása. A fajlagos ellenállás átlagértéke (9,5 ohmm) a modellvizsgálati eredményeket igazolja.

3.2. Algyő 16. sz. fúrás.

Ebben a fúrásban az előbbivel ellentétben a permeábilis kőzeteket gyakran szennyezik agyagcsíkok.

1. 1813,0 – 1818,0 m. Gáztároló.

Kőzetleírás szerint néhány, 5 cm-nél vékonyabb finomhomokos agyagmárga csík szennyezi a kevés homokot is tartalmazó aleuritot. Az átlagos fajlagos ellenállás (9,0 ohmm) a várható értékek tartományába esik. A neutron-gamma-intenzitás nem haladja meg a tiszta víztároló kőzetek szintjét.

2. 1892,0 – 1897,0 m. Gáztároló.

Néhány agyagmárga-csíkkal szennyezett aleurit. A fajlagos ellenállás a réteg tetején 8,0 ohmm, 1895,0 m alatt csökken. Ez valószínűleg kőzetkifejlődési eltérés következménye. Az értékek a modellvizsgálatokat igazolják.

A neutron-gamma-intenzitás alig haladja meg a vizes szintet. A természetes-gamma sugárzás erősen megnövekedett.

3. 1905,0 – 1980,0 m. Gáztároló.

Tulajdonságai 2-vel egyezők.

4. 1912,0 – 1921,0 m. Gáztároló.

A szemmagyságvizsgálat szerint a rétegtetőn (1912,0 – 1914,5 m) a homokfrakció az uralkodó. A természetes gamma szelvény indikációja I_{min} -hez közelálló. A fajlagos ellenállás átlagértéke kb. 50 ohmm-nek becsülhető, a homokkövekre számított értékek tartományába esik. A neutron-gamma szelvény jelentős indikációnövekedéssel mutatja a gáztárolás tényét.

1918,0 m alatt a szemmagyságvizsgálat és a szelvények is az aleurit-frakció megnövekedésére utalnak, de a homokfrakció is képviselteti magát. Ennek megfelelően a fajlagos ellenállás és a neutrongamma-indikáció magasabb, mint az eddig vizsgált aleurit rétegeknél. A természetes-gamma szelvény is alacsonyabb értékeket mutat.

5. 1934,0 – 1938,0 m. Gáztároló.

Az agyagtartalom növekedése, az aleurit frakció uralkodóvá válása hatására a természetes-gamma-intenzitás az előbbi réteg alueritos szakaszának indikációjánál magasabb. A fajlagos ellenállás 7,0 ohmm ami az agyagcsíkokkal való közepes szennyezettség tényét figyelembevéve a számított értékek tartományába esik.

A másodlagos-gamma-intenzitás a víztárolók szintjével egyező.

6. 1961,0 – 1974,0 m. Gáztároló.

1964,0 m-ig agyaggal diszperzen szennyezett, alatta agyagcsíkokat is tartalmazó aleurit. A fajlagos ellenállás átlagértéke 7,0 ohmm, a réteg alja felé kissé csökken. Az értékek a számítottaknak megfelelnek. Érvényes ez mind a felső szakasz magas diszperz-agyagtartalmú aleuritjára, mind az alatta levő, agyagcsíkokkal közepesen szennyezett permeábilis kőzetre. A neutron-gamma-intenzitás csak valamivel magasabb, mint a víztároló szint, a természetes-gamma indikáció is megnövekedett.

3.3 Összefoglalás

A szelvényelemzéseket a permeábilis rétegek fajlagos elektromos ellenállása vonatkozásában mennyiségileg, a neutron-gamma és természetes-gamma intenzitása vonatkozásában minőségileg végeztük el.

A fajlagos ellenállásértékeket és a modellvizsgálati eredményeket összehasonlítva általában jó egyezés adódott, az eltéréseket pedig minőségileg meg lehet magyarázni az 1. és 2. fejezetben leírtakkal. A természetes-gamma és neutron-gamma szelvények minőségi elemzése is összhangban van az erre vonatkozó megállapításokkal. Kiemelendő, hogy az egyezés a homokköveknél és aleuritoknál egyaránt jó. A szelvényelemzések tehát igazolják az 1. és 2. fejezetben tett megállapításokat.

A dolgozat kísérlet az algyői felső pannóniai szénhidrogén tárolók karotázis értelmezésénél felmerülő nehézségek kőzetfizikai okainak felderítésére.

A bevezetésben tett feltételezést, az agyag-frakció mellett egy másik zavaró kőzetalkotó – az aleurit-frakció jelenlétét a kőzetani vizsgálatok beigazolták. A 2. fejezetben felderítettük e zavaró kőzetalkotók együttes hatását a tárolók legfontosabb kőzetfizikai tulajdonságaira. A szelvényelemzések megerősítették

a kőzetfizikai fejezet megállapításait. Ezeket jó közelítéssel helytállóknak nyilváníthatjuk, bár a vizsgálatokhoz sokszor kellett mért értékek helyett irodalmi utalásokból származó adatokat használni. Több helyen rámutattunk a kőzet-tani ismeretek hiányára is.

A tárolók tulajdonságainak jobb megismerése tehát további vizsgálatokat tesz szükségessé. Ezek adhatnak felvilágosítást arra is, hogy a leírtak hol és milyen mértékű módosításra szorulnak.

IRODALOM

- Barlai Zoltán*: Mérési adatok feldolgozása és értelmezése a szénhidrogén-kutatás és -termelés mélyfúrású geofizikai vizsgálatainál. I. – II. Tankönyvkiadó, 1966., 1967.
- Bárdossy György*: Statisztikai módszerek alkalmazása a földtanban. Földtani Közlöny, 1957. 3. füzet.
- Bárdossy György*: Üledékes kőzeteink nevezéktanának kérdései. Földtani Közlöny, 1961. 1. füzet.
- Bérczi István*: Az Algyői 1, 2, 4, 5 kőolajkutató fúrásokkal feltárt felsőpannóniai homokkővek nehézasvány-vizsgálata. Kézirat, 1967.
- Dahnov V. N.*: Interpretacija rezultatov geofiziceszkih issledovanyij razrezov szkvazsin. Gosztoptyehizdat, 1962.
- Larionov V. V.* – *Holín A. I.*: Ucsjot vlijanyija mineralizacii plasztovoj zsidkosztyi i glinisztoztyi kollektorov pri ocenke ih porisztnosztyi po dannim nyejtronnovo gamma metoda. Nyeftjanoe Hozjajsztvo, 1959. 9.
- OKGT. TKFF*: Az algyői szénhidrogén-telepek tárolómérnöki vizsgálata. Jelentés, 1966.
- Pirson S. J.*: Handbook of well log analysis – Szpravocsnik po interpretaciji dannih karotazsa. Nyedra, 1966.
- Pirson S. J.*: Formation evaluation by log interpretation. World Oil, 1957. ápr. máj. jún.
- Szilágyi Endre*: Optimális laterolog-neutron gamma korrelációs módszer vizsgálata az algyői felsőpannóniai tárolókban. M. G. E. előadás, 1968.
- Vendelstejn B. Ju.* – *Larionov V. V.*: Iszpolzovanyije dannih promiszlovoj geofiziki pri podszesote zapaszov nyefiti i gaza. Nyedra, 1964.
- Vendelstejn B. Ju.*: Issledovanyije razrezov nyeftjanij i gazovij szkvazsin metodom szobsztvemnij potencialov. Nyedra, 1966.
- Vendelstejn B. Ju.*, stb.: O roli diszpersznosztyi materiala v formirovanijii szvojsztyv terrigennij porod. Voproszji promiszlovoj geofiziki. Nyedra, 1967.

EGYESÜLETI HÍREK

A MTESZ 20. évi fennállása alkalmából rendezett rendkívüli közgyűlésén első ízben kiadott MTESZ-DÍJ-at többek között Egyesületünk elnöke

Bese Vilmos

is megkapta a hosszú időn át az MTESZ-ben végzett áldozatos társadalmi munkájának elismerésül.

Cserhát-hegységi andezitek áttekintő paleomágneses vizsgálata

M Á R T O N P. — M. S Z A L A Y E.

Szerzők a Cserhát hegységi középső miocén korú andezitek paleomágneses feldolgozásának eredményeit mutatják be. A méréseket asztatikus magnetométerrel végezték. Mágneses tisztításra váltóáramú lemágnesezést alkalmaztak. Az öt megvizsgált mintacsoport fordított mágneszettségű. Az egykori déli földmágneses pólus koordinátái: $\Phi = 83,5^\circ$, $\Lambda = 188^\circ$, egyezésben az Irving szerinti felsőharmadkori európai pólushelyzettel [14].

A cserhádi mérések részben kiegészítik, részben megerősítik szerzők korábbi eredményeit a harmadkorra vonatkozó paleomágneses zónákat illetően [5].

В работе излагаются результаты палеомагнитных исследований, проведенных на андезитах среднемиоценового возраста (горы Черхат).

Измерения были произведены на астатическом магнитометре. Для магнитной чистки было использовано размагничивание переменным полем. Все 5 исследованных нами местонахождений имеют обратную намагниченность. Координаты древнего миоценового южного магнитного полюса $\Phi = 83,5^\circ$, $\Lambda = 188^\circ$, находятся в соответствии с положением верхнетретичного геомагнитного полюса для Европы [14].

Измерения на андезитах Черхата частично дополняют, частично подтверждают результаты предыдущих исследований авторов относительно палеомагнитных зон третичного возраста [5].

Der Aufsatz stellt die Ergebnisse der paläomagnetischen Bearbeitung der mittelmiozänen Andesite des Cserhátgebirges dar.

Die Messungen wurden mit einem astatischen Magnetometer durchgeführt. Die Methode der magnetischen Reinigung war die Wechselfeldentmagnetisierung. Alle fünf untersuchten Probengruppen besitzen feldentgegen orientierte Magnetisierung. Die Koordinaten des ehemaligen südlichen erdmagnetischen Poles: $\Phi = 83,5^\circ$, $\Lambda = 188^\circ$, entsprechen der obertertiären europäischen Pollage nach Irving [14].

Die Messergebnisse der aus dem Cserhátgebirge stammenden Proben teils ergänzen, teils belegen die früheren tertiären paläomagnetischen Zoneneinteilung der Verfasser [5].

Bevezetés

A neogénre és a kvarterre vonatkozó paleomágneses vizsgálatok szempontjából, azoknak mind földmágneses, mind földtani vonatkozásait tekintve a kárpáti vulkanizmus kulcsszerepet játszik: a vulkáni képződmények ui. kevés hézaggal fedik az adott időszakot és sztratigrafiailag jól datáltak. Középszlovákiából [1], Kelet-Szlovákiából [2] és Szovjet-Kárpátontúlról [3], illetve Magyarországról az Északi Középhegységből [4,5] ismeretesek paleomágneses részletvizsgálatok. Ez a dolgozat a Cserhát-hegység áttekintő paleomágneses felmérésének eredményéről számol be és szervesen illeszkedik a kárpáti vulkáni képződmények rendszeres feldolgozásának programjába.

A kárpáti vulkáni övben a Mátra — Cserhát önálló és szervesen összetartozó vulkanológiai egységet képez; kőzetei azonos magmakamrából származnak [6]. Ezen felismerés nyomán jelenleg van folyamatban a két hegység képződményeinek közettani azonosítása. Ebben a Mátrában már megismert [7] szintekre támaszkodnak. Ilymódon a Cserhát vulkanológiai leírása a mátrai közettani kapcsolatok figyelembevételével történhet meg.

A Mátra hegységben a felső helvétitől az alsó szarmatáig tartó andezit-vulkánosság három részre tagolható [8]. Az alsó és középső andezit részletes vizsgálata során megállapították a vulkáni működés sorrendjét és a középső andezit csoportot több szintre tagolták (2. táblázat) [7]. Az andezitteléreket a középső andezithez sorolják.

A Cserhát hegységben a vulkanizmus a Mátrában is szintjelzőként használt középső riolittufával indult meg a helvét-tortonai emelet határán. A piroxénandezit-összetétel az alsó-tortonai emeletben keletkezett és korábban nem tagolható, egyszéri vulkáni kitörésnek tartották. A szarmata emeletben végbent riolittufa-kitöréseket nem sorolják a szorosan vett cserhádi vulkanizmus-hoz, mert távoli kitörési központból származnak [9, 10].

Újabb vizsgálatok szerint [11] a Cserhát DNy -i részén két egymást követő lávaömlés mutatható ki, amelyeket agglomerátum és tufarétegek választanak el egymástól. A cserhádi telérendszer 5–15 m széles kettős telérekből áll és lehetséges, hogy a telérek duplázódása a lávaömlések ismétlődésével van kapcsolatban.

Legújabban azt találták, hogy a Cserhátban is nyomomonkövethetők az $ÉNy$ -Mátrában megállapított bronzitos-, amafitos- és mikroandezitszintek, a sejtes andezit pedig az amafitos andezit lávaömlések felső szintjeként jelenik meg [12].

Mintavétel

A mintavételi helyeket Póka Terézia útmutatása nyomán jelöltük ki és a gyűjtést személyes közreműködésével végeztük.

A mintavétel idején, 1966 nyarán a Cserhát földtani újvizsgálatának eredményeiből annyi volt ismeretes, hogy a hegységben egy idősebb és egy fiatalabb vulkáni kitörés mutatható ki. Az áttekintő vizsgálatra kiválasztott mintacsoportok közül a Bercelli-hegy (1) és Szanda-hegy (2) az idősebb, a Kisgéc (4) és a Zsuny (5) a fiatalabb kitöréshez tartoznak. A baráthegyi lávatarak (3) besorolása még nem történt meg.

Mérés és mérési eredmények

A kőzetminták (2,5 cm élhosszúságú kockák) mágnesezettségének mérése asztatikus magnetométerrel történt [5]. A remanens mágnesezettségen kívül az indukált mágnesezettséget is meghatároztuk. A természetes remanens mágnesezettség abszolút értékeit és a Q_n hányadosokat (remanens mágnesezettség/indukált mágnesezettség) a függelékben találjuk meg (3. táblázat).

Mágneses tisztításra váltóáramú lemágnesezést alkalmaztunk (a váltótér csúcsértéke 300–400 Oe). A tisztítás folyamán legkisebb szórást mutató irányokból határoztuk meg mintacsoportonként a \bar{D} (közepes deklináció) és \bar{I} (közepes inklináció) irányokat, amelyeket az egykori földi mágneses tér irányaként tekintünk.

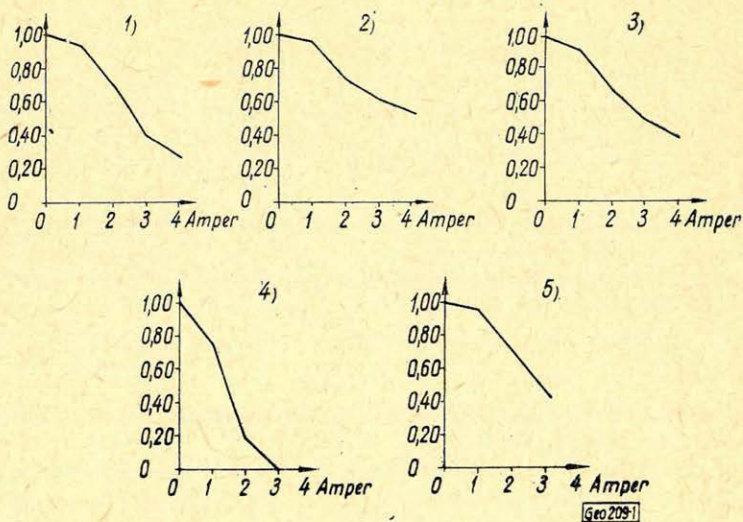
A közepestől feltűnően eltérő irányt mutató mintáknak egyúttal kicsi a Q_n -jük, ami az elsődleges mágnesezettség elpusztulására utal. Ezeket a mintákat a feldolgozásból kirekesztettük.

Az 1. ábrán bemutatjuk a remanens mágnesezettség abszolút értékének viselkedését a váltóáramú lemágnesezés folyamán mintacsoportonként egy-egy jellegzetes példán.

A közepes irányokat és a statisztikus paramétereket Fisher módszerével [13] számoltuk. Az eredményeket grafikusán a 2. ábrán, számszerűen az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Az adatok szerint minden egyes mintacsoport fordított mágnesezettségű. A 3. csoporttól eltekintve – amelynek eltérő irányát helyi tektonikai mozgás okozhatta – a középirányok a mai földi mágneses tér irányával antiparallelek

és a közepes déli virtuális földmágneses pólus koordinátáira a $\Phi = 83,5^\circ$, $A = 138^\circ$ értékeket adják. A cserhádi paleopólus jól megegyezik az Irving [14] által közölt európai felső harmadkori pólussal (3. ábra).



1. ábra: Váltóáramú lemágnesezési görbék ($IA = 100$ Oe)

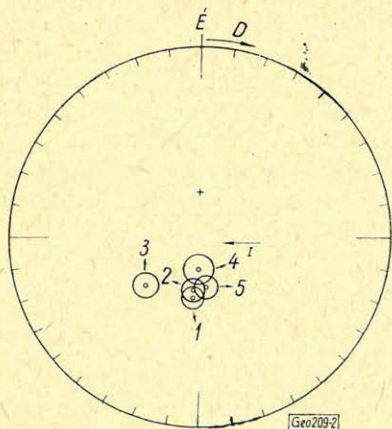
1. Bercelli-hegy, 2. Szanda-hegy, 3. Barát-hegy, 4. Kisgéc, 5. Zsuny

Fig. 1. Типичные кривые размагничивания переменным полем ($IA = 100$ oe)

1 - г. Берцели, 2 - г. Санда, 3 - г. Барат, 4 - Кишгец, 5 - Жунь

Fig. 1. Wechselfeld-Entmagnetisierungskurven ($IA = 100$ Oe)

1. Berzelliberg, 2. Szandaberg, 3. Barátberg, 4. Kisgéc, 5. Zsuny



2. ábra: A mágnesesen tisztított adatokból számított középirányok a konfidenciakörrel (1-5 csoportok).
+ : a jelenlegi térirány.

Fig. 2. Средние направления \bar{D} и \bar{I} вычисленные из данных, полученных после магнитной чистки, с окружностями достоверности 0,95 (1-5 групп).
+ : направление современного магнитного поля

Fig. 2. Mittlere nach der Entmagnetisierung erhaltene \bar{D} und \bar{I} Richtungen mit den Konfidenzkreisen (0,95) (1-5 Gruppen) +: heutige Feldrichtung

Értelmezés

Egy korábbi dolgozatunkban [5] a Mátra hegység áttekintő paleomágneses vizsgálatának egyik eredményeként közöltük a középső miocénre vonatkozó paleomágneses zónák sémáját. A cserhádi eredmények értelmezése ennek alapján történhet meg. A földtani megfigyelések alapján tortonainak

ítélt vulkánosság paleomágneses alapon a mátrai középső andezitesoporttal – a bronzitos piroxénandezit szinttől a mikroandezittel bezárólag – azonosítható.

Ugyanakkor az újabb, még nem publikált kőzettani vizsgálatok szerint [15] a Mátrában megállapított amafitos andezitszintbe sorolható Bercelli-hegy és Szanda-hegy paleomágneses adatai kiegészítik, illetve megerősítik a korábbi zónabeosztást (2. táblázat).

1. táblázat

Cserhát andezitek paleomágneses adatai

Mintavételi helyek	Minták száma		Földrajzi koordináták		Közepes		Fisher statisztika		Az egykori virtuális földmágneses pólus koord.		A konfidenciaóváltengelyei		Az egykori-tér polaritása	Paleomágneses zóna
	Mért	feldolgozott	φ°	λ°	\bar{D}°	\bar{I}°	K	α	Φ°	Λ°	Δp	Δm		
5. Zsuny	5	5	48,0	19,6	187	-60	100	7,7	80	165	8,8	11,6	-	R
4. Kisgéc	11	7	48,1	19,6	177	-70	43	9,2	84	4	13,7	15,9	-	
3. Barát-hegy	10	8	47,9	19,6	132	-48	39	9,0	50	282	7,7	11,8	+	
2. Szanda-hegy	8	8	47,9	19,4	190	-58	50	7,9	79	156	8,6	11,6	+	
1. Bercelli-hegy	8	8	47,9	19,4	174	-54	58	7,2	76	220	7,4	10,1	-	
1, 2, 4, 5	32	28	48,0	19,5	181,9	-60,3	45	4,1	83,5	188	4,7	6,2	-	R

A táblázatban szereplő jelölések:

φ, λ : a mintavételi hely földrajzi koordinátái

\bar{D} : közepes deklináció

\bar{I} : közepes inklináció

K: a pontosságra jellemző paraméter

α : a 95% valószínűségi szintnek megfelelő konfidenciakör sugara

Φ : a virtuális földmágneses pólus szélességkoordinátájai

Λ : a virtuális földmágneses pólus hosszúságkoordinátájai

$\Delta p, \Delta m$: a konfidencia óváltengelyei

R: fordított paleomágneses zóna

Таблица 1. Палеомагнитные данные андезитов Черхата. Условные обозначения:

φ, λ – географические координаты местонахождения образцов

\bar{D} – среднее склонение

\bar{I} – среднее наклонение

K – коэффициент, характеризующий точность оценки среднего направления по Фишеру

α – радиус окружности достоверности на уровне вероятности 0,95

Φ – координата широты виртуального палеополуса

Λ – координата долготы виртуального палеополуса

$\Delta p, \Delta m$ – полуоси овала достоверности на уровне вероятности 0,95

R – зона обратной намагниченности

Tabelle 1.: Paläomagnetische Daten der Andesite des Cserhátgebirges

Buchstabenerklärung:

φ, λ : geographische Koordinaten der Fundstellen

\bar{D} : mittlere Deklination

\bar{I} : mittlere Inklination

K: charakteristische Zahl für die Genauigkeit der Abschätzung der mittleren Richtung nach Fisher

α : Radius der Konfidenzkreise mit Wahrscheinlichkeitsniveau 0,95

Φ : Breitenkoordinate des virtuellen Paleopols

Λ : Längenkoordinate des virtuellen Paleopols

$\Delta p, \Delta m$: Halbachsen des Konfidenzovals mit 0,95 Wahrscheinlichkeitsniveau

R: umgekehrte paläomagnetische Zone

Mátra és Cserhát-hegységi paleomágneses zónák korrelálása

Emelet	a vulkáni kitörési sorrend a Mátrában	Mátra	Zóna			Cserhát		
			Polaritás		Polaritás			
szarmata	felső andezit	Nyesettvár Rudolftanya	+	N				
tortonai	középső andezit	mikroandezit	Mátrakeresztes	-		-	Zsuny	
		üreges andezit	Mátrakeresztes	-	R	-	Kisgéc	
		amafitos andezit				-	-	Barát-hegy Szanda-hegy Berceli-hegy
		augitalapanyagú andezit						
		bronzitos piroxénandezit	Tippanos	-				
		hiperszténandezit	Csókakő alja Csörgő patak	+	N			
		alsó andezit	Ágasvár	-	R			

N: egyenes paleomágneses zóna
R: fordított paleomágneses zóna

Таблица 2. Сопоставление палеомагнитных зон в горах Матра и Черхат

N — зона прямой намагниченности
R — зона обратной намагниченности

Tabelle 2.: Korrelation der paläomagnetischen Zonen der Mátra- und Cserhátgebirgen

N: normale paläomagnetische Zone
R: umgekehrte paläomagnetische Zone

Függelék

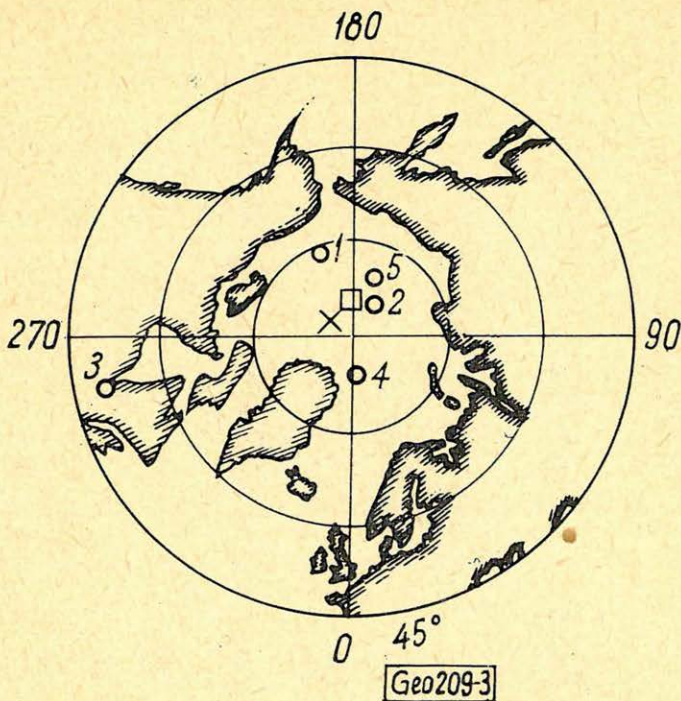
A cserhádi andezitvulkáni testek mint mágneses hatók elemzéséhez szükséges ezen képződmények remanens mágnesezettségének és Q_n -hányadosának ismerete. A remanens mágnesezettségi irányok a jelenlegi tériránnyal antiparallelek, az abszolút értékek és a Q_n -számok pedig a vizsgált mintavételi helyekre a 3. táblázatban szerepelnek.

	Minta	$I_n \cdot 10^{-5}$ CGS	Q_n
1. Bercei-hegy	324	96	6,3
	325	167	3,5
	326	156	3,8
	327	159	3,0
	328	133	2,0
	329	185	2,8
	330	129	2,7
	331	172	2,3
2. Szanda-hegy	332	302	6,4
	333	193	2,8
	334	218	9,7
	335	237	7,0
	336	292	7,7
	337	305	8,8
	338	286	7,5
	339	164	2,8
3. Barát-hegy	406	148	1,6
	407	15	0,2
	408	41	0,4
	409	34	0,5
	410	47	0,4
	411	71	1,2
	412	28	0,9
	413	46	0,8
	414	69	0,6
	415	34	0,4
4. Kisgéc	357	110	1,2
	358	45	0,4
	360	31	0,3
	361	76	0,8
	362	28	0,2
	363	328	4,7
	364	133	1,5
	365	184	2,6
	366	139	1,7
	367	98	1,1
368	115	1,2	
5. Zsuny	340	72	0,9
	341	96	1,2
	342	170	1,5
	343	162	1,6
	344	112	1,2

A remanens mágnesezettség abszolút értékei (I_n) és a Koenigsberger viszony-
számok (Q_n) mintacsoportonként

Таблица 3. Абсолютные величины остаточной намагниченности (I_n) и факторы Q_n

Табелле 3.: Absolutwerte der remanenten Magnetisierungen (I_n) und die Q_n -Werte



3. ábra: A virtuális földmágneses paleopólusok elhelyezkedése a Föld felszínén.

○, üres körök: D-i pólus, 1–5 mintacsoportok
 □, üres négyszög: közepes pólus, 1,2,4,5-ből számítva
 X, ferde kereszt: felsőharmadkori európai pólus (Irving szerint)

Fig. 3. Положения виртуальных палеомагнитных полюсов на поверхности Земли.

○, пустые круги: Южный полюс, 1–5 групп образцов
 □ пустой четырехугольник: Средний полюс вычисленный по группам 1, 2, 4, 5.
 X крест: Верхнетретичный полюс для Европы (по Ирвингу)

Fig. 3. Lage der virtuellen paläomagnetischen Pole auf der Erdoberfläche

○, leere Kreise: Südpol, 1–5 Probengruppen
 □, leeres Viereck: Mittlerer Pol, berechnet auf Grund der Probengruppen 1,2,4,5.
 X, schräges Kreuz: Europäischer Pol für Obertertiär (nach Irving)

IRODALOM

- [1] Nairn, A. E. M.: Palaeomagnetic investigations of the tertiary and quaternary igneous rocks. A palaeomagnetic study of the Central Slovakian Province. Geofysikální Sborník 252. 1966.
- [2] Nairn, A. E. M.: Palaeomagnetic investigations of the tertiary and quaternary igneous rocks. III. A palaeomagnetic study of the East Slovak Province. Geologische Rundschau 56. 1967.
- [3] Mihajlova, N. P. – Glevasskaja, A. M.: Geológiai-észlelt paleomagnitnovo izucsenyija tretyicsnih effuszivov szovjetszkova zakarpatja. A Kárpát-Balkáni Asszociáció VIII. kongresszusa. Belgrád. 1967.
- [4] Márton P. – Szalay E.: Paleomágneses vizsgálatok hazai bazaltkőzeteken. Magyar Geofizika VIII. 2–3. 1967.
- [5] Márton P. – Szalay E.: Áttekintő paleomágneses vizsgálatok Mátra-hegységi andeziteken. Földtani közlöny 1969 (sajtó alatt).
- [6] Szádeczky-Kardoss E.: A kárpáti közbenső tömeg magmás mechanizmusáról. MTA Geokémiai Konferencia, Budapest, 1959.
- [7] Kubovics I.: Az ÉK és ÉNy-Mátra ásvány-kőzettani vizsgálata. Kandidátusi értekezés, 1966.
- [8] Szádeczky-Kardoss E.: et al.: A Mátra-hegység neogén vulkanizmusa. MTA Geokémiai Konferencia. Budapest, 1959.
- [9] Noszky J.: A Cserhát-hegység földtani viszonyai. Budapest, 1940.
- [10] Vadász E.: Magyarország földtana. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1960.
- [11] Szádeczky-Kardoss E. – Pantó Gy. – Póka T. – Pantó G. – Székely-Fux V. – Kiss J. – Kubovics I.: Die Neovulkanite Ungarns. Acta Geologica 11. 1–3. 1967.
- [12] Árkai P.: A DNy-Cserhát kőzettani és földtani vizsgálata. Szakdolgozat. 1967.
- [13] Fisher, R. A.: Dispersion on a Sphere. Proc. Roy. Soc. A., 217. 1953.
- [14] Irving, E.: Palaeomagnetism. John Wiley, New York (London) Sydney, 1964.
- [15] Árkai P.: szóbeli közlés.

Protonprecessziós mágneses mérések a Balatonon*¹

HEGYMEGI LÁSZLÓ – KÖRMENDI ALPÁR –
SZÜLYOVSKY IMRE

A cikk ismerteti az 1967–68. évi balatoni totális mágneses méréseket. Tárgyalja a protonprecessziós magnetométerrel vizen végzett mérések technikáját, valamint a kiértékelés során jelentkező speciális problémákat és azok egy lehetséges megoldását. Végül az eredményeket összehasonlítja az ELGI által végzett légi mágneses mérések adataival.

Статья сообщает об измерениях полной напряженности магнитного поля, проведенных в 1967–68 годах на Балатоне. Обсуждается техника проведения ядерных магнитных измерений на воде, возникающие специальные проблемы при обработке данных и одно из возможных решений их.

В заключении результаты сравниваются с данными аэромагнитных измерений, проведенных Геофизическим Институтом.

Es werden die in 1967–68 über dem Balaton geführten Messungen der magnetischen Totalintensität besprochen; die Messungen erfolgten mit einem Protonprezessions-Magnetometer. Die Technik der Messungen über der Wasseroberfläche, sowie die sich bei der Auswertung ergebenden speziellen Probleme werden ausführlich erörtert und eine mögliche Lösung wird mitgeteilt. Weiter wurden die Resultate der Messungen mit denen der aeromagnetischen Aufnahme verglichen.

Az ELTE Geofizikus Diákköre 1966 és 1967 nyarán mágneses méréseket végzett a Balaton területén és partvidékén. A mérések célja a protonprecessziós magnetométer terepi kipróbálása, és áttekinthető totális mágneses anomáliatérkép készítése volt. A Balatonról mindezideig ilyen térkép nem készült. Ennek oka, hogy klasszikus eszközökkel vízi mérések nem végezhetőek. A protonprecessziós magnetométer a totális térerősséget méri és használatánál nincs szükség szintezésre és az égtájaknak megfelelő irányításra. A mérés a műszer mozgása közben is elvégezhető. Ezért a balatoni mérésekhez protonprecessziós magnetométert használtunk, amely az ELTE Geofizikai Tanszékén dr. Szemerédy Pál irányításával készült.

Műszerünket a VITUKI Balaton nevű kutatóhajóján helyeztük el, a szonda pedig egy tutajon volt. A szonda magassága 1,5 m volt a vízszint fölött, hogy elkerüljük a tó vizének zavaró hatását a protonjelre. Az elég nagy méretű vas-hajó zavaró hatásának csökkentése céljából a tutajt a hajóval egy 60 m-es árnyékolt kábel kötötte össze. Az árnyékolt kábel ellenére rádiózavarok jelentkeztek, ezek jeleit egy sávszűrővel szűrtük ki.

Bár a szonda csak hozzátétőleges tájolást igényel, a jel/zaj viszony növelése érdekében tengelyét a hajó menetirányára merőlegesen és vízszintesen rögzítettük. Mindig párhuzamos szelvényeket húztunk, amelyek iránya $\text{ÉNy} - \text{DK}$ volt.

Szelvényeink átlagos távolsága 500 m. A hajó sebessége átlag 167 m/min volt és a szelvény mentén ötpercenként végeztünk geodéziai méréseket.

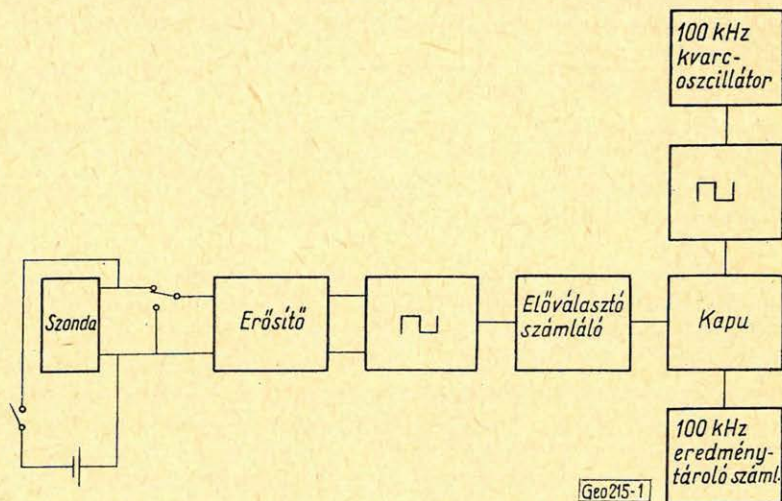
Három parti geodétacsoport a hajóról leadott zászlójelzésre mérte a hajó szögadatait.

Mágneses mérési adataink időbeli javításához új módszert próbáltunk ki. Erre azért volt szükség, mert a tihanyi obszervatórium Z és H regisztrátumaiból a totális tér időbeli variációjának megszerkesztése (kiszámítása) hosszadalmas és kevésbé pontos eljárás.

A legkézenfekvőbb megoldás egy második magnetométer üzembehelyezése lett volna a bázisállomáson. Erre nem volt lehetőségünk, mert csak egy műszerünk volt.

Korrektíós méréseinket így a következőképpen végeztük: készítettünk egy második protonszondát, amelyet a mérés időtartamára a tihanyi Cserhegyen helyeztünk el. Az itt előállított protonjeleket erősítón keresztül egy rövidhullámú adó segítségével kisugároztuk. Ezeket a jeleket a hajón vettük és megfelelő szűrés után a magnetométerbe vezettük. Így ugyanazon a műszeren olvastuk le a szelvénymenti totális értéket és annak időbeli változását. A rádiók egyben összeköttetést is létesítettek a hajó és a part, valamint a geodéziai csoportok között.

A módszer pontosabb megértéséhez bemutatjuk a magnetométer blokkvázlatát az 1. ábrán.



1. ábra. Magnetométer blokkvázlata

Фиг. 1. Блок-схема магнитометра

Fig. 1. Blockschema des Magnetometers

Eljárásunk előnyei a következők: Olcsóbb, mint két önálló műszer elkészítése. Még inkább igaz ez, ha figyelembe vesszük, hogy a rádiókészülékekre egyébként is szükség van.

A módszer azonnali (kvalitatív) kiértékelést tesz lehetővé, így ha az anomália természete megkívánja, a szelvények és a mérési pontok sűrítése azonnal elvégezhető.

A vízi mágneses méréseket percenként, erősebben zavart területeken (pl. Badacsony) félpercenként végeztünk. A parti protonjelet 10 percenként sugároztuk a hajóra, egy-egy alkalommal hármát, 15 secos időközökkel. E három egymás utáni mérés elegendő mérési pontosságot nyújtott.

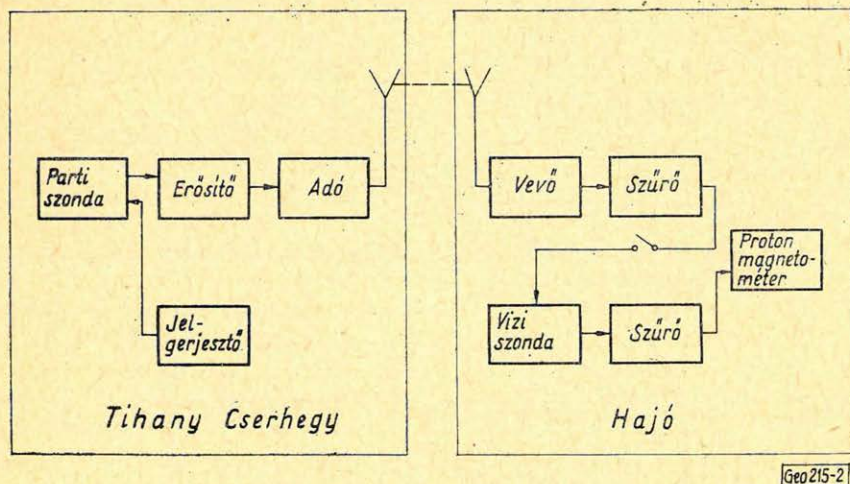
A mérések kiértékelése

A geodéziai mérések szögadataiból a teodolit-felállások és a hajó helyzetének koordinátáit az egyetemi számítóközpont Ural-2 számítógépével hatá-

roztuk meg. Az előre és hátrametszési feladatok gépi megoldása hazánkban újszerű volt.

A geodéziai mérések pontossága a geodétacsoportoknak egymáshoz és a hajóhoz viszonyított helyzetétől függött. A hajó helyének pontjai 5–20 m-es oldalú hibaháromszögekbe estek. Ez a pontosság kielégítő.

A klasszikus mágneses mérési gyakorlathoz hasonlóan a protonprecessziós magnetométeres mérések eredményein is el kellett végezni az idő- és normálkorrekciót.



2. ábra. A teljes mérési elrendezés blokkvázlata

Фиг. 2. Блок-схема полной измерительной системы

Fig. 2. Blockschema der ganzen Messanordnung

Időkorrekció:

Az említett rádió-közvetítéses módszerrel csak 1967 közepétől mértünk. Az egyéb napokon a tihanyi obszervatórium ΔH és ΔZ regisztrátumaiból számítottuk a ΔF totális napi meneteket, az alábbi módszer szerint:

Ismeretes, hogy

$$dF = \frac{\partial F}{\partial H} dH + \frac{\partial F}{\partial Z} dZ,$$

mivel

$$F = \sqrt{H^2 + Z^2}$$

és

$$H = H_0 + \Delta H$$

ill.

$$Z = Z_0 + \Delta Z,$$

ahol H_0 , Z_0 a regisztrálási bázisérték, ΔH , ΔZ a variáció és $H_0 \approx H$, $Z_0 \approx Z$. Ezért írhatjuk, hogy

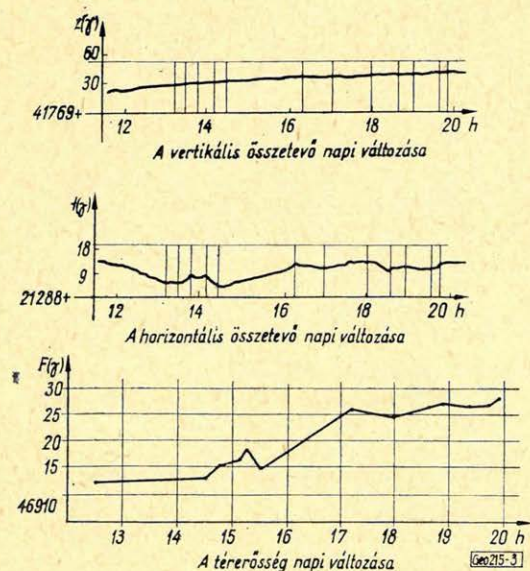
$$\Delta F(t) = A\Delta H(t) + B\Delta Z(t),$$

ahol

$$A = \frac{H_0}{\sqrt{H_0^2 + Z_0^2}}; \quad B = \frac{Z_0}{\sqrt{H_0^2 + Z_0^2}}$$

konstansok.

A 3. ábrán függőleges vonalak által határolt intervallumokban lineáris szakaszokkal közelítettük a regisztrátumot, a töréspontokban kiszámítottuk az $F = F(t)$ értékeket, majd megszerkesztettük a napi menetet. Ezt használtuk fel az időkorrekcióhoz.



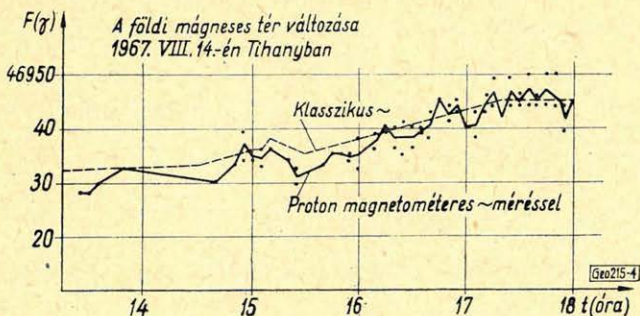
3. ábra. Az F napi menetének megszerkesztése
 Фиг. 3. Построение суточного хода F .
 Fig. 3. Konstruktion des Tagesganges von F

A 4. ábrán bemutatjuk a totális mágneses tér időbeli változásának különböző módszerekkel készített görbéit. Az összehasonlításból jól látható, hogy a protonszondával rádióan keresztül mért adatok pontosabban adják a tér pillanatnyi értékét.

Normálkorrekció

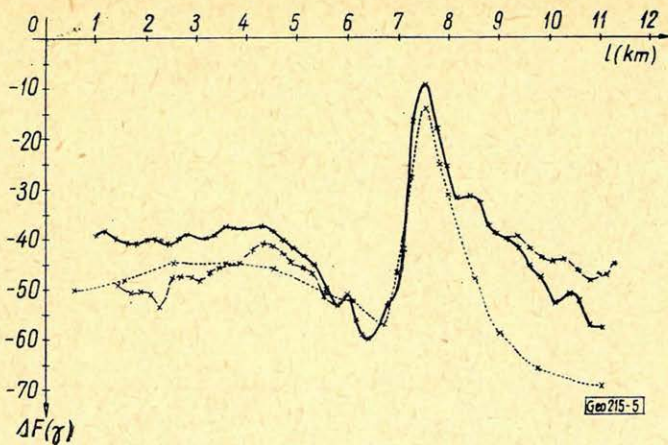
A mérési eredményekből ki kell küszöbölni a regionális anomáliát. Az országos mágneses normál érték meghatározásakor a mágneses térerősség értékeit a földrajzi koordináták másodfokú hatványpolinomjával egyenlítik ki. Kisebb területen végzett mérés esetén melegegkedhetünk elsőfokú közelítéssel is.

Méréseink korrekciójához szintén kielégítő volt az elsőfokú közelítés, a másodfokú tagok járuléka lényegesen a mérési hiba alatt maradt. A számításokhoz szükséges együtthatókat az ELGI Mágneses Osztályától kaptuk. A normáltér ekvidisztáns vonalrendszer alkotó izogammáit 5γ -ként felvittük a munkatérképekre. A mérési pontjainkban felvett értékeket lineáris interpolációval olvastuk ki.



4. ábra. Összehasonlítás a különböző módszerű időkorrekciós görbék között
 Фиг. 4. Сопоставление кривых поправки времени, построенных разными методами
 Fig. 4. Vergleich der mit verschiedenen Methoden erhaltenen Korrektionskurven

Tekintve, hogy a magnetométer mérési pontossága $\pm 1\gamma$, arra törekedtünk, hogy a korrekciók pontossága az interpolációknál is az 1γ -n belül legyen.



5. ábra. Légi és vízi mágneses mérések összehasonlítása

Két egymásmelletti vízi mérés folytonos vonallal és egy közte húzódo légi mágneses mérés szelvénye pontozott vonallal

Фиг. 5. Сопоставление магнитных измерений, выполненных в воздухе и по водной поверхности

Профили двух смежных измерений по водной поверхности указаны сплошной линией, а профиль аэромагнитной съемки между ними — пунктиром

Fig. 5. Vergleich der magnetischen Messungen auf Wasser und aus Luft. Zwei nebeneinander liegende Messungen auf Wasser figurieren mit kontinuierlichen Linie und die dazwischen fallende aeromagnetische Messung mit punktierter Linie.

Hajóhatás

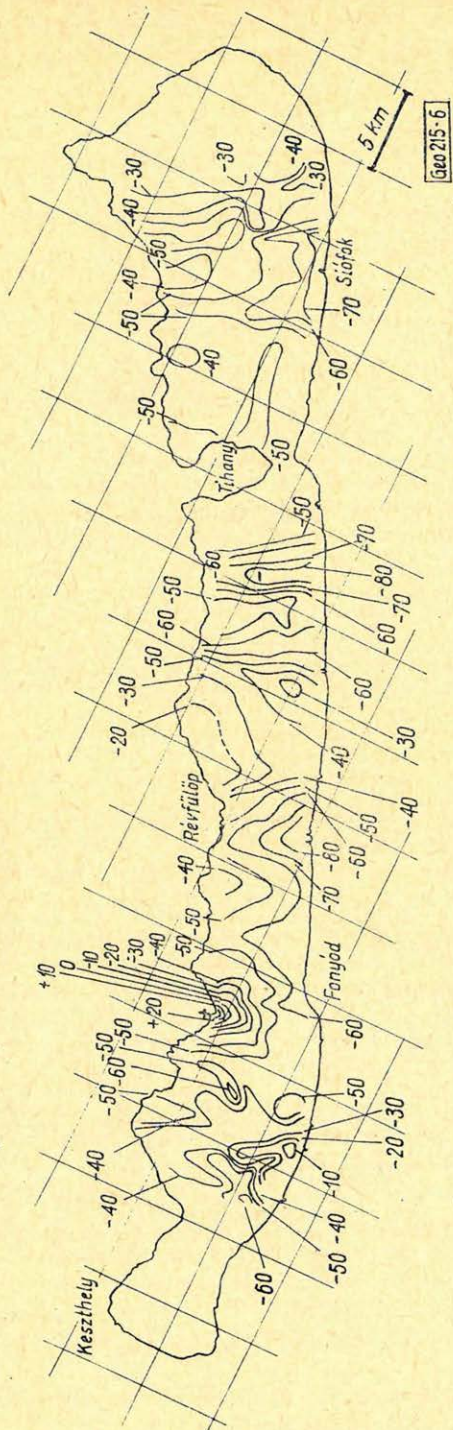
A hajó saját mágneses tere miatt a szonda 60 m-es távolsága ellenére is további korrekció alkalmazása volt szükséges. A hajó hatását a többféle és bonyolult kapcsolatú ható miatt matematikailag nem tudtuk leírni. Méréseink folyamán megállapítottuk, hogy ez a hatás irányfüggő: ez egyébként elméletileg is indokolható. Ezért húztunk mindig párhuzamos szelvényeket. A párhuzamosan húzott szelvények átlaga között mindig konstans különbséget találtunk. Így feltételeztük, hogy a tényleges (hajóhatás mentes) érték a kettő között helyezkedik el és az ettől való pozitív és negatív eltérést a hajó okozza. A kiértékelésnél ennek a konstansnak a felét vettük korrekcióba, mindig a megfelelő előjellel.

A mérési eredményeket a fenti korrekciók elvégzése után izovonalas térképen ábrázoltuk. A választott vonatkoztatási szint (tíhanyi közepes bázisérték) 46881 γ . A vonalak síma lefutásúak, a mágneses tér változása az egész Balaton területén viszonylag kicsi. Megemlítjük még, hogy kiegészítésként a parton is végeztünk méréseket. Ezek jól illeszkednek a vízi mérésekhez, kivételt csak néhány sűrűn lakott területen végzett kiértékelhetetlen mérés mutat.

Mérési eredményeinket összehasonlítottuk az ELGI Földmágneses Osztálya által rendelkezésünkre bocsátott légi mágneses felvétellel. Az összehasonlítást csak durván tudjuk elvégezni, mert a légi mérések szelvényei nem estek egybe a mieinkkel (5. ábra).

A bemutatott szelvények (és a két térkép is) azonos jellegűek. Méréseink nagyobb sűrűsége miatt a mi térképünk részletesebb.

Totális mágneses anomáliák a Balatonon 1967-68



6. ábra. A Balaton totális mágneses anomáliáinak áttekintő térképe

Фиг. 6. Обзорная карта тотальных магнитных аномалий для оз. Балатона

Fig. 6. Übersichtskarte der totalen magnetischen Anomalien des Balatons

IRODALOM

Szemerédy P.: A protonprecessziós magnetométerről. Fizikai Szemle IX. 7. 1961.
 Szemerédy P.: Jelentés a „hordozható protonprecessziós magnetométer” tárgyban végzett kutatási munkáiról. 1964. (kiadatlan).

A gamma-gamma szelvényezés feladatai a mecseki ércbányászatban

SZABÓ JÁNOS — SOMLYAY ZOLTÁN — SZÉKELY ENDRE —
TIRKALA FERENC — VIRÁGPÉTER

A Mecseki Ércbányászati Vállalat bányavágatból mélyített kutató fúrásait jelenleg a fúrások 70–80% százalékában a folyamatos gamma-karottázs adatai alapján dokumentálják. A folyamatos gamma-szelvény információmennyisége a produktív összlet kijelölése és törvényszerűségeinek felderítése szempontjából több, mint a maganyagé. A magfúrások mellőzése a fúrási teljesítmény növekedését illetve az önköltség csökkenését eredményezi. A szelvényeszerkesztés minőségének megjavítására azonban olyan további információkra is szükség van (pl. vetők, törésvonalak, agyag- és dolomit beékelődések stb. helyzetének meghatározása), amihez a folyamatos gamma-szelvényezés sem – vagy csak ritkán – nyújt elegendő adatot.

Ez adott indítékot a gamma-gamma módszer alkalmazásával való kísérletezésre, melynek eredményeit a dolgozat (két ábrával és két táblázattal kapcsolatban) közli. Egyben kitér az egyébként általánosan ismert gamma-gamma módszer bányaknál jelentkező alkalmazásának elemzésére és az itt felmerülő speciális problémák ismertetésére és megoldására. A kísérletek egyik legfontosabb feladata a helyi körülményeknek megfelelő intenzitású sugárforrás megválasztása volt, hogy a sugárveszélyt a minimumra csökkenthessék, továbbá az alkalmazott szondaműszer vágási szintjének meghatározása.

A mérési eredményeket néhány szelvényen elemezve, a dolgozat hangsúlyozza a módszer használhatóságát bányászati célokra.

Документация около 70–80% от всех скважин, гуриящихся в горных выработках Мечекским рудопоисковым предприятием, осуществляется по данным непрерывного гамма-каротажа. Для выделения продуктивных пластов и выяснения закономерностей их залегания, кривые ГК характеризуются дольшим объемом информации, по сравнению с кернавым материалом скважин. Бескерновое бурение приводит к повышению производительности буровых работ и к снижению их себестоимости. Однако, повышение качества представления данных в виде разрезов (напр. выделение сбросов, линий нарушения, определение положения вклиниваний глин и доломитов и т. д.) требует дополнительной информации, для чего метод непрерывного ГК не дает (или дает только редко) достаточно данных.

В связи с этим были проведены опытные работы с применением метода гамма-гамма-каротаж, результаты которых описываются в настоящей работе и иллюстрируются в виде фигур и таблиц. Одновременно анализируются возможности применения хорошо известного метода ГГК в горнорудных скважинах и излагаются возникающие при этом специальные проблемы, а также пути их решения. Основными задачами опытных работ были выбор источника с соответствующей при данных условиях интенсивностью, с, снижением до минимума опасности, а также определение уровня детектирования применяемого скважинного прибора.

Анализируя результаты на примере некоторых кривых, авторы подчеркивают применимость рассматриваемого метода в горнорудных работах.

Etwa 70–80 % der aus Grubenbauen abgeteufen Schürfböhrungen des Erzbauunternehmens im Mecsekgebirge werden auf Grund von fortlaufenden Gamma-Karottage-Daten dokumentiert. Der Informationsgehalt des fortlaufenden Gamma-Profiles ist vom Gesichtspunkt der Bestimmung der produktiven Schichtenfolge und der Feststellung ihrer Gesetzmässigkeiten grösser, als der des Kernmaterials. Der Verzicht auf Kernböhrungen ermöglicht eine Erhöhung der Bohrleistung bzw. Verminderung der Selbstkosten. Im Interesse der Qualitätsverbesserung der Profile werden aber auch solche Informationen benötigt (z.B. die Bestimmung der Lage von Verwerfungen und Brüchen, der Einkeilung von Ton- oder Dolomit-Schichten usw.), für welche die fortlaufende Gamma-Profilierung keine genügenden Daten gibt oder aber nur selten zu geben fähig ist.

Dadurch wurden Versuche mit der Anwendung der Gamma-Gamma-Methode auf in Grubenbauen abgeteufte Schürfböhrungen gerechtfertigt, über deren Resultate hier berichtet wird. Zugleich wird auf die Analyse der sich hier meldenden Probleme der sonst gut bekannten Methode eingegangen. Eine der wichtigsten Aufgaben der Versuche war die richtige Wahl der Strahlungsquellen-Intensität mit besonderer Berücksichtigung der Strahlungsgefahr, sowie die Bestimmung des Abschneideniveaus des angewandten Sondenapparats. Die Messresultate werden anhand von mehreren Profilen analysiert und es wird auf die Brauchbarkeit der Methode im Bergbau hingewiesen.

A Mecseki Ércbányászati Vállalat bányavágból mélyített kutató fúrásait korábban a maganyag vizsgálata alapján dokumentálták. Jelenleg ehelyett, a fúrások 70–80%-ban, a folyamatos gamma-karottázs adatait használják fel. A folyamatos gamma-szelvény információmennyisége a produktív összlet kijelölése, valamint törvényszerűségeinek felderítése szempontjából több, mint a maganyagé – természetesen figyelembe véve azt is, hogy a magkihozatal sohasem teljes. A produktív összleten belül a gamma-sugárzás intenzitása ugyanis az urántartalommal arányos, mivel a *K* és *Th*-család sugárzása ehhez képest elhanyagolható.

A magfúrások mellőzése a fúrási teljesítmény növekedését, ill. önköltségének csökkentését hozta magával, mely tényezők további javítások kisebb átmérőjű (36 mm) fúrások tették lehetővé. Ez egyúttal azt is jelentette, hogy a karottázscélokra szolgáló szondák átmérőjét 32 mm-re kellett csökkenteni. A teljes szelvényű fúrások arányának növelése, valamint az adatszolgáltatás minőségének javítása céljából azonban szükség van további információkra is, nevezetesen vetők, törésvonalak, agyag-, dolomitbeékelődések, fatörzsek, stb. helyzetének megadására, amihez a folyamatos gamma-szelvényezés, ill. korábban a maganyag dokumentálása nem, vagy csak ritkán szolgáltatott adatokat.

E feladat megoldására kísérleteket végeztünk a gamma-gamma módszerrel. Ezek eredményeinek közzlése, reméljük, elősegíti e módszer más bányákban való alkalmazását is.

1. táblázat

Izotóp	Felezési ideje	Foton-energiája	Bomlásonkénti fotonok száma
Co – 60	5,24 év	1,17 MeV	1,0
		1,33 MeV	1,0
Cs – 137	27 év	0,661 MeV	0,82
Tu – 170	129 nap	0,084 MeV	0,085

A gamma-gamma szelvényezés alapja: valamely sugárforrás által kisugárzott (1. táblázat) és a fúróluk fala által visszaszórt gamma-sugarak észlelése. A gammafoton visszaszórását a Compton effektus írja le, ha a sugárzás energiáját és a detektálás energiatarományát helyesen választják meg.

A különböző energiájú gamma-fotonok különböző anyagi minőségű kőzetekben különböző nagyságú utat futhatnak be, míg egy Compton-effektus bekövetkezik. Ezt szemlélteti a 2. táblázat.

2. táblázat

Gamma-sugárzás energiája	H ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
	1,0 g/cm ³	2,65 g/cm ³	4,0 g/cm ³	5,1 g/cm ³
0,1 MeV	6 cm	2,3 cm	1,6 cm	0,7 cm
0,2 MeV	7,3 cm	3,0 cm	2,0 cm	1,5 cm
0,3 MeV	8,5 cm	3,5 cm	2,4 cm	1,9 cm
0,4 MeV	9,4 cm	4,1 cm	2,7 cm	2,1 cm
0,5 MeV	10,3 cm	4,3 cm	2,9 cm	2,3 cm
0,6 MeV	11,2 cm	4,7 cm	3,1 cm	2,5 cm
0,8 MeV	12,7 cm	5,3 cm	3,6 cm	2,9 cm
1,0 MeV	14,2 cm	5,9 cm	4,0 cm	3,2 cm
1,5 MeV	17,4 cm	7,3 cm	4,9 cm	4,0 cm

A visszazórt sugárzás intenzitását a következő összefüggés írja le:

$$I_{ss} = \varrho \frac{N_0 Q}{8\pi l} \int_1^\infty dx \int_{-1}^{+1} \frac{d\sigma/d\Omega}{\left(\frac{R_1+R_2}{l}\right)\left(\frac{R_1-R_2}{l}\right)} e^{-\frac{N_0}{2} \left(\sigma_k \frac{2R_1}{l} + \delta_k' \frac{2R_2}{l}\right)} dy, \quad (1)$$

ahol: ϱ = a sűrűség; N_0 = Avogadro-féle száma; Q = a sugárforrás erőssége; l = a szondahossz R_1 = az út hossza sugárforrástól a Compton-effektus helyéig; R_2 = az út hossza a sugárzásérzékelőtől a Compton-effektus helyéig;

$$x = \frac{R_1+R_2}{l} \quad y = \frac{R_2+R_1}{l} \quad \tau = \text{hatáskeresztmetszet.}$$

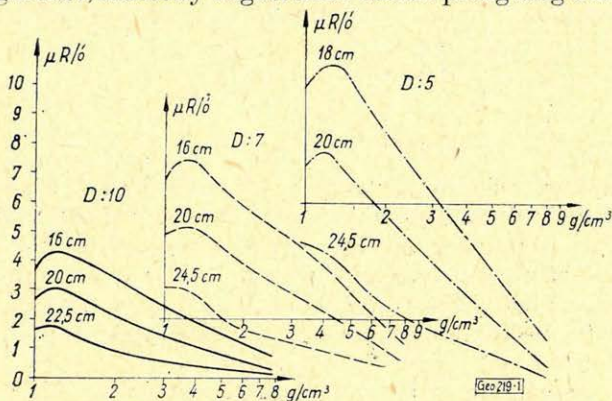
Az általunk elvégzett kísérletek legfontosabb feladata tehát a megfelelő intenzitású sugárforrás kiválasztásán kívül a szondahossz meghatározása volt.

A mélyfűrészek gamma-gamma szelvényezése sugárveszélyes munka, a sugárforrást tároló edényben kell tartani. A forrásnak a szondára való felhelyezésekor időkorlátozás van. A bányabeli sugárforrásos munka komoly követelményeket támaszt a földalatti szállító berendezések használata, az izotópnak ember által történő huzamosabb ideig tartó szállítása miatt.

A felszíni lyukakban használt sugárforrások erőssége < 40 mC. Kísérleteink viszont azt bizonyítják, hogy a bányabeli fűrészek- és szondaátmérő-viszonyok, valamint ún. rövid szondahossz mellett lényegesen kisebb erősségű sugárforrások használata is elegendő. Ezen felül érzékeny $NaJ(Tl)$ kristálydetektor használata lehetőséget ad egészen kis erősségű, az emberi szervezetre hosszabb ideig tartó ráhatás esetén sem veszélyes sugárforrás alkalmazására.

Az (1) képletnek megfelelően a sugárforrás erősségének csökkenését a szondahossz csökkentésével lehetett ellensúlyozni. A szondahossz csökkentése azonban kihat a módszer érzékenységére. Ezért az optimális szondahosszat – ebben az esetben optimálisnak azt a szondahosszat tartottuk, amely kis erősségű sugárforrás használata mellett $0,05$ g/cm³ térfogatsúly-változást még kimutat – modelleken végzett mérésekkel állapítottunk meg.

E mérések további feladata az alkalmazott műszer vágási szintjének meghatározása volt. A műszer vágási szintje ugyanis a mérési eredményeket, a módszer lehetőségeit lényegesen befolyásolja. Magas vágási szint esetén csak a közvetlen sugárzást, alacsony vágási szint esetén pedig még a zaj-impulzusokat



1. ábra

Фиг. 1.

Fig. 1.

is regisztráljuk. A szondahossz és a vágási szint együttes hatását az 1. ábra alapján értékelhetjük.

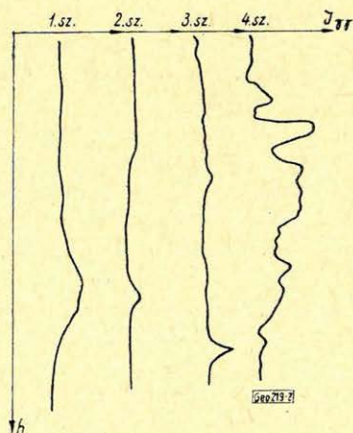
A gamma-gamma szelvények értelmezéséhez fúrómagokon a kőzetek térfogatsúlyának meghatározása céljából sorozatvizsgálatot végeztünk. A mérések eredményei azt mutatják, hogy az üde, nem töredezett homokkövek térfogatsúlya $2,5 \text{ g/cm}^3$ körül változik, míg a közbetelepült agyag- és szénrétegek $1,8-2,3 \text{ g/cm}^3$ -nél kisebb térfogatsúlyúak. A töredezett, mállott rétegek térfogatsúlya a megadott értékeknél alacsonyabb.

A gamma-gamma szelvényezés értelmezésekor az alábbi két szempontot nem szabad figyelmen kívül hagyni:

1. A gamma-gamma intenzitás viszonylag kismervű lokális változása is réteget jelenthet, mivel a módszer effektív sűrűséget határoz meg.
2. A kőzetek valódi térfogatsúlya a gamma-gamma adatok korrekciója nélkül csak elegendően vastag rétegekre adható meg.

A fenti megállapításokat azon esetekben kell elsősorban szem előtt tartani: amikor a kőzet sűrűsége valamely fontos minőségi paraméterrel korrelál és a fúrólyukszelvényezés minőségmegállapításra is szolgálhat (pl. kőszenek hamutartalma).

A mecseki homokkövek kemények, kavernák ritkán képződnek, ezért biztosak lehetünk abban, hogy a gamma-gamma szelvény a térfogatsúly változását tükrözi. Omlékony kőzetekben azonban tisztázni kell a fúrólyuk átmérőjének esetleges megváltozását is lyukbőségméréssel, és az értelmezésnél ezt figyelembe kell venni.



2. ábrs Фиг. 2 Fig. 2.

A következőkben néhány szelvényt mutatunk be (2. ábra), amelyeket a permi antiklinális déli, illetve északi szárnyán elhelyezkedő bányauzemekben vettünk fel. A két üzem szelvényeinek egybevetése tükrözi a kőzetviszonyaikban fennálló különbségeket. Az északi üzem (1,2 görbe) tömör, állékony kőzeteivel ellentétben a déli üzem (3,4 görbe) földtani szelvénye általában változékonyabb, kőzetei tektonikailag erősen igénybe vettek, különböző irányú repedésekkel szabdalnak.

Az 1. és 2. szelvényen a szelvény alsó harmadában jól látható egy-egy réteg megjelenése, amelyet térfogatsúlycsökkenés jellemez: az 1. szelvényen a

kitérés kb 1 m vastag, a környezeténél $0,1-0,2\text{ t/m}^3$ -rel nagyobb térfogatú kőzet beékelődését jelzi, a 2. szelvényen pedig néhány cm -es agyagsík van. Ezekről az első pillanatra is nagyon különbözik a 3. és 4. szelvény, amelyek differenciáltságának oka a rétegsor korábban említett kőzettani és tektonikai változékonysága.

Itt szükséges rámutatni a gamma-gamma mérések közvetlen bányászati célú felhasználhatóságára. Kétségtelen, hogy már a szelvények leírásánál említett rétegfelbontás (zúzott zónák, agyagsíkok, stb. felderítése) a bányaművelés és biztosításmód tervezési szempontjából is fontos információnak tekinthető. Ezen túlmenően azonban lényegesnek tartjuk egyes fúrások időszakonként ismétlődő gamma-gamma vizsgálatát is, mert ezen az úton a kőzettelazulás bekövetkezését regisztrálhatjuk, a robbantás által megbolygatott kőzethatárt kimutathatjuk.

Amint a fentiekből látható, a gamma-gamma módszer a mecseki ércbányászatot széleskörűen segíti.

IRODALOM

1. O. A. Barzsukov *etc.*: Radioaktivnue metodü izsledovanija nyeftyanüch i gazovüch szkvaszin. GOSZTOPTECHIZDAT Moszkva 1958
2. E. M. Fillipov: K voproszu o jaderno-geofiziceszkich metodach opredelenija szosztava gornüch porod i rud.
3. E. M. Fillipov: Koefficientü oszlablenija gamma izlucsenija nektorüch gornüch porodi mineralov. Polevüe jadernüe geofiziceszkie metodü. Nauka. Moszkva (1966)
4. Karas Gyuláné: Radioaktív módszerek alkalmazhatósága a szénkutató fúrásokban. Magyar Geofizika III. 1-2. 119-122. 1962.
5. Dr. Sebestyén Károly: Vizsgálatok kőszenek minőségi paramétereinek mélyfúrási geofizikai módszerekkel történő meghatározásához. Magyar Geofizika II. 1-12. 1961.
5. Dr. Sebestyén Károly: Kőszénkutató fúrások karottázs vizsgálatának módszerei. Geofizikai Közlemények X. 1-4. 1962.
7. Dr. Tatár János: Nukleáris geofizika alkalmazása barnakőszenek minőségének meghatározására. Geofizikai Közlemények XIII. 4. sz. 1964.

Nyomdai kézirat elkészítésének előírásai

A Magyar Geofizika szerkesztősége csak az alábbi módon elkészített kéziratot fogadja el:

A kézirat A/4-es papíron (normál irodapapír) két példányban küldendő be. Ezek közül az egyik példány első gépelés legyen. (Indigóval készült másolatot a nyomda nem fogad el.) A papírlapon csak az egyik oldalra lehet gépelni 2-es sortávval. Egy-egy sorban 50 betűhely lehet. A bal margót az írógép 20-as beosztására kell állítani. Egy oldalon 25 sor gépelés lehet. A gépelt szövegben minden szükséges ékezetet fel kell tüntetni, amelyik nincs az írógépen, azt tollal utólag kell felrakni.

A táblázatokat külön lapra kell gépelni, helyüket a folyamatos szöveg bal oldali margóján is fel kell tüntetni.

A rajzokat tussal kell megrajzolni pausz vagy fehér papíron. A különböző jelölések csak csíkozással, pontozással oldhatók meg, színezett rajzok nem közzélhetők. Csak kemény, kontrasztos fényképfelvételek fényes papírra készült másolatai alkalmasak a közlésre. Térképeken, szelvényrajzokon a léptéket rajzos léptékben adjuk meg. Az ábrák aláírását, lábjegyzeteket külön lapra kell gépelni, sorrendjüknek megfelelően.

Minden rajzon, fényképen fel kell tüntetni az ábrák számát, valamint nyíllal meg kell jelölni a felső szélét.

A kéziratban a görög, gót betűket, matematikai ábrákat és képleteket rajzolt betűkkel (nem folyóírással) kell feltüntetni.

A cikkhez a lapban orosz, valamint német kivonatot közlünk. Kérjük a szerzót, hogy ennek szövege röviden ismertesse a tanulmányt úgy, hogy az az összefoglalás alapján érthető legyen.

Amennyiben az idegen nyelvű összefoglalást a szerzőnek nem áll módjában a fenti két idegen nyelven megadni, úgy kérjük annak fordításra alkalmas magyar nyelvű kivonatát 3 példányban.

A fordítás költségét, valamint a nem szabvány formában érkező kézirat gépelési költségét a szerzői díjakból térítjük meg.

SZERKESZTŐSÉG