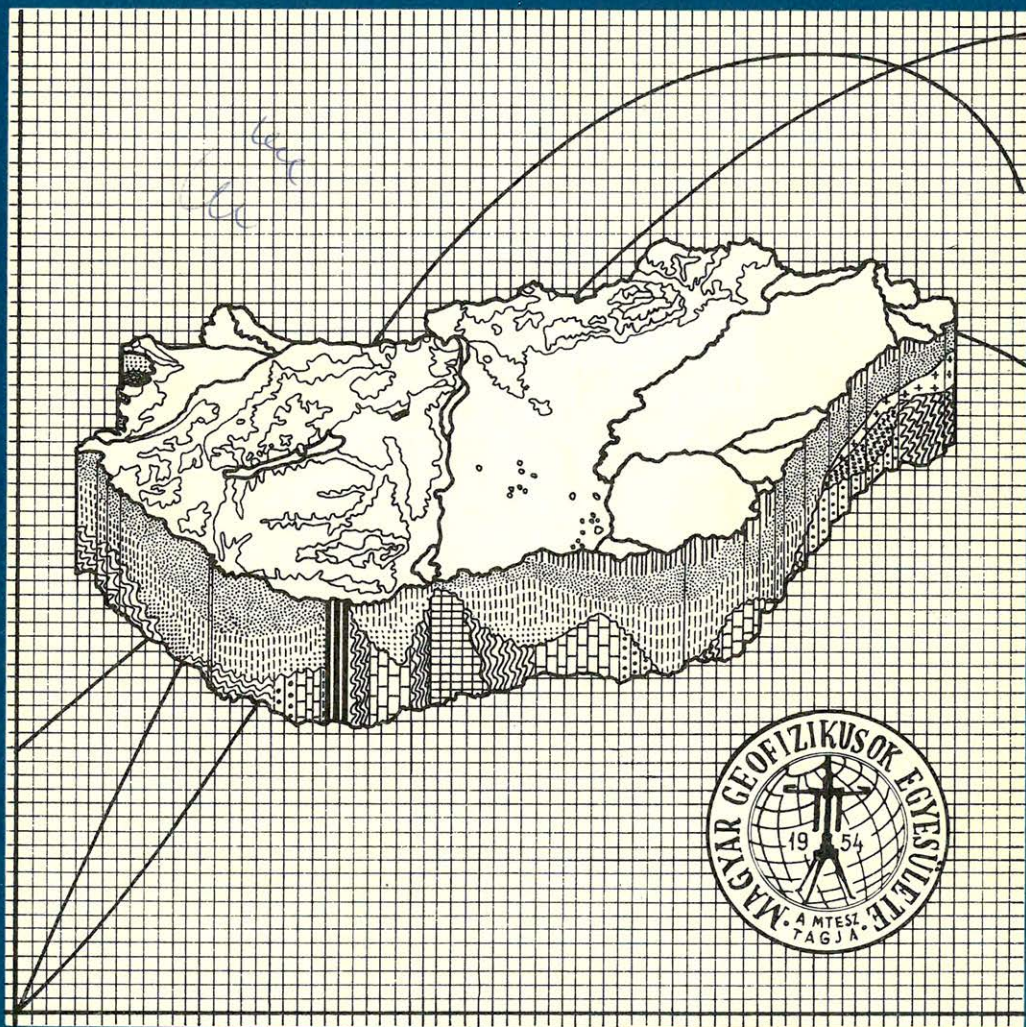


MAGYAR 5 GEOFIZIKA



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1979. XX. ÉVFOLYAM, 5. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Nyerges L. – Mindszenty A.:</i> Bauxitteleptani jellegzetességek vizsgálata mélyfúrási geofizikai mérésekkel, és ezek jelentősége az ipari bauxitkutatásban	161
<i>Egerszegi Pál:</i> Szénkarotázs információs anyagának bányászati célra történő feldolgozása	167
<i>Landy K. – Lantos M. – Nagy Z.:</i> Számítógép-vezérelt magnetotellurikus rendszer adatfeldolgozása	180
<i>Komlósi Zs.:</i> Az anomális nyomású rétegek előrejelzése karotázs adatok alapján az OGIL gyakorlatában	186
<i>Takács E.:</i> Az elektromágneses módszerek néhány alkalmazási lehetősége a bányászati geofizikában	192
Lapszemle, könyvszemle	179, 185, 198
Nekrológok	199, 200

Főszerkesztő: Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

Szerkesztő bizottság: Dr. Bencze Pál, Dr. Bodoky Tamás, Czeglédi István, Deres János,
Gerzson István, Dr. Horváth Ferenc, Hursán László, Lakatos Sándor,
Marton Tibor, Dr. Posgay Károly, Rádlér Béla, Tóth Géza, Dr. Tóth Péter

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

Bauxitleptani jellegzetességek vizsgálata mélyfúrási geofizikai mérésekkel, és ezek jelentősége az ipari bauxitkutatásban

NYERGES LAJOS* – MINDSZENTY ANDREA*

A dolgozat a természetes gammasugárzás-mérés újszerű bauxitgenetikai és gyakorlati bauxitkutatási alkalmazásának tárgyában megindult vizsgálatról ad tájékoztatást.

В работе дается информация об исследованиях, направленных на изучение возможности практического применения метода гамма-каротажа в разведке на бокситы и в решении вопросов их происхождения.

The paper reviews the investigations initiated concerning a new application of natural gamma radiation measurements for bauxite genetical and bauxite prospecting purposes.

Bevezetés

A magyarországi karsztbauxitok települési formái, képződései, felhalmozódási viszonyai igen változatosak, a réteges telepektől a kanyonszerűekig több alaptípus és ezek kombinációi fordulnak elő. A bauxit ásvány – kőzettani összetétele, szöveti jellege (a bauxitképződés és a későbbi folyamatok összetett hatása következtében) – igen változatos.

Ismert, hogy a bauxitkutató fúrások korszerű, magfúrásos technológiával mélyülnek. Emellett a kutatási mód mellett kellett (és kell) kialakítani azt a mélyfúrási geofizikai információrendszert, amely hatékonyan egészíti ki (esetenként pótolja) a hagyományos módszereket.

A bauxitkutató fúrások mélysége 50 – 500 m, átlagmélysége 100 – 150 m, a kutatás üteme gyors, így a földtani információt is hordozó analóg mélyfúrási geofizikai szelvények „versenyképességét” a közvetlen és gyors hasznosítási lehetőség biztosítja.

Az előttünk álló főbb feladatok:

- A bauxitlep súlyponti tektonikai problémáinak megoldásához a szelvénykomplexumnak kőzettani alapú szintezési (korrelálási) lehetőséget kell biztosítani.
- A harántolt nyersanyagról mennyiségi adatokat kell szolgáltatni már a mérés alkalmával a terepen.
- A karbonátos fekről mechanikai, vízföldtani jellemzést kell adni vízföldtani és bányászati problémák megoldásához.

Éz alkalommal a természetes gammasugárzás-mérés újszerű bauxitgenetikai és gyakorlati bauxitkutatási alkalmazásának tárgyában megindult vizsgálatról adunk tájékoztatást.

Sugárzó anyag a bauxitokban

Mint ismert, az üledékes rétegsorban az agyagos-márgás kőzetek általában a K^{40} izotóptól származó magas aktivitással jelentkeznek. A bauxitok agyagos

* Bauxit Kut. V., Balatonalmádi.

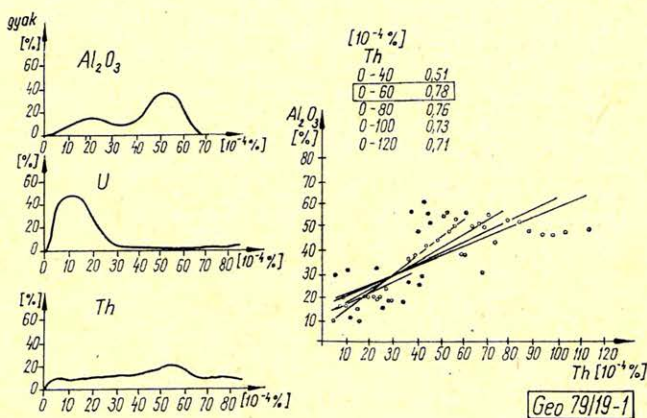
komponense azonban szinte teljes egészében kaolinitből áll, kálium tartalmú ásvány csak helyenként fordul elő, s a környezetnél mintegy $10 \times$ nagyobb aktivitását a tórium és urán dúsulása okozza.

Ezek mennyiségére (francia, jamaikai, jugoszláv stb.) karsztbauxitokra különböző szerzőktől [1] [2] és hazai adataink szerint is kb. az alábbi átlagok adhatók meg:

Th:	45	– 55 g/tonna
U:	10	– 18 ”
Th/U	5,0	– 2,5 ”

A két elem közül jól követhető, szabályszerű viselkedést csak a tórium mutat. Hazai irodalmi adatok [5] [6] és saját vizsgálatunk szerint az érc tórium- és alumínium-tartalma között viszonylag jó a korreláció.

A közelmúltban feltárt egyik bauxitterületen a teljes bauxitminőségi tartományt átfedő (1. ábra bal oldala) mintavizsgálatokból (36 db fúrás, 410 db minta) az 1. ábrán mutatott eredmény adódott.



1. ábra

Puc. 1

Fig. 1.

A korreláció-számítás eredményét az ábra jobb oldali részén mutatjuk be. A tórium koncentrációhoz tartozó Al_2O_3 adatok kiátlagolása után a nyert pontalmazhoz 20 g/t tórium egységenként növekvő intervallumokra regressziós egyeneseket számítottunk.

Az ábrán közölt értékek szerint a 0 – 70 g/t tartományban az Al_2O_3 -al kb. 0,8-as a korrelációs tényező.

Látható, hogy a Th-tartalom további növekedését az Al-tartalom már nem követi.

A szorosnak mondható korreláció, illetve a nagy Th-értékeknél történő korreláció-romlás a Th bauxitba kerülésének két módjával hozható összefüggésbe:

1. A 4 vegyiértékű tórium adszorptíve szorosan kötődött a kolloid szuszpenzió vagy gél formájában jelentkező bauxitos alapanyaghoz.

Ezen belül az eltérő kolloidkémiai tulajdonságú Al, Ti, Fe, Si hidroxidok, ill. oxidhidroxidok közül feltételezhetően az első háromhoz kapcsolódik.

2. Az adszorpciósan kötődő tóriumon kívül a bauxitban helyenként 0,1 – 0,2%-ban előforduló cirkon (mint jellegzetes tórium tartalmú ásvány) is Th-hordozóként szerepelhet.

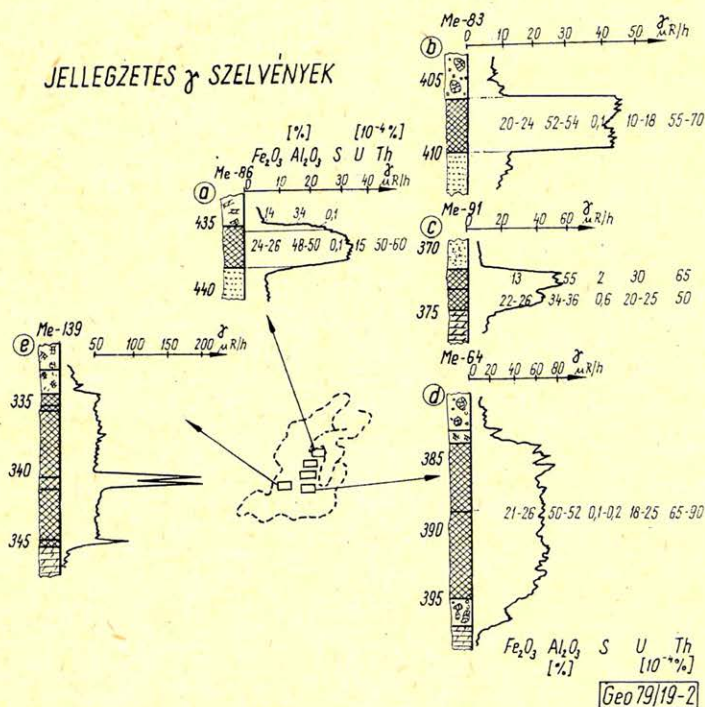
Az urán mint ismert, jóval mozgékonyabb a tóriumnál. Feltételezésünk szerint a tóriumhoz hasonlóan került a bauxitos alapanyagba, ahhoz adszorpciósan kötődött. Ezt a „zavartalan helyzetű” bauxitszelvényekben egy viszonylag egyenletes, 10–18 g/t mennyiségű uránszint igazolja. Mobilitásából következően a bauxitot ért utólagos hatások közvetlenül vagy közvetetten ezt az alapszintet megváltoztatták: helyi kioldás vagy akkumulálódás jött létre.

Bauxitgenetikai, bauxitkutatósi összefüggések

A karsztbauxit genetikai problémái között szerepel a bauxitos anyag felhalmozódásának, leülepedésének, a leülepedést követő eseményeknek a rekonstrukciója.

Néhány kiragadott példán keresztül megkíséreljük bemutatni, hogyan tükröződnek ezek a természetes gammaugrás-szelvényeken.

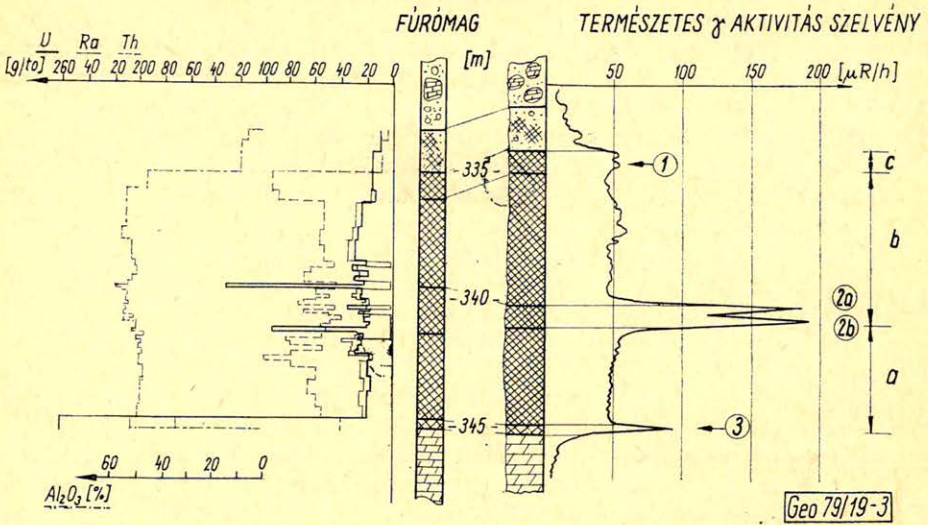
A 2. ábrán egy rétegszerű bauxittelep (melynek fekéje triász dolomit, fedője triász dolomit anyagú eocén breccsa) és néhány, fúrásban felvett természetes gammaugrás-szelvény látható.



2. ábra

Puc. 2

Fig. 2.



3. ábra

Puc. 3

Fig. 3.

- „a” és „b” jelű szelvényen az előzőekben említett zavartalan helyzet látható, mind az ércminőség, mind az U-, Th-tartalom egyenletes.
- „c” jelű szelvényen a zavartalan helyzet megszűnik: vastartalom-csökkenés, kén- és urántartalom-dúsulás következett be.

A bauxitot ért kénhidrogénben (H_2S) dús deszcendens oldatok okozta redukációs hatásra a bauxitban levő hematit és goethit Fe^{3+} tartalma redukálódott és piritté, markazittá [esetünkben feltételezhetően nagyobb oldott széndioxid (CO_2) tartalom hatására] szideritté alakult, illetve a kétvegyértékű vas ionok egy része oldott formában eltávozott. [3]

Ez a környezet a bauxittal kapcsolatba kerülő hatvegyértékű uránt is négyvegyértékűvé redukálhatta és így kicsapódását is elősegítette.

Tekintve, hogy a közvetlen fedő itt nem mocsári fácias, a redukációs környezet kialakulása egy, a telepet közelben keresztező szerkezeti vonal feltételezésével magyarázható. Ez a szerkezeti vonal ui. mint jó vízvezető „csatorna” lehetővé tette a nagyobb távolságokból érkező reduktív kémhatású oldatok vándorlását és a bauxittal való közvetlen kapcsolatba kerülését is.

- „d” jelű szelvény ismét zavartalan helyzetet jelez.

Ez a négy fúrászelvény a tektonikai térkép szerint – a „c” jelű szelvény közelében feltüntetett idős, lepusztult alaphegységi vetőtől eltekintve – egy tektonikai blokkban van.

Az „e” jelű szelvényen több sugárzóanyag-dúsulást mutató szintet figyelhetünk meg, a fúrás környezete más tektonikai blokkba tartozik, több „zavaró” hatásnak volt kitéve, elemzési adatait részletezve a 3. ábrán mutatjuk be.

A fúrás magminta-anyagából (az ábra bal oldalán) részletes vegyelemzés és sugárzóanyag-elemzés készült. Ezek egy részét diagramban rajzoltuk föl.

A bauxiton belüli jellegetes szintek „rétegek” alapján a környezet bauxitjának felhalmozódását a következőképpen képzeljük el:

„a” jelű ciklus kezdetén az üledékgyűjtőbe urán-rádiumban dús oldatok is érkeztek. Nincs kizárva azonban, hogy a sugárzó anyagoknak a ciklus alsó szintjében megfigyelhető felhalmozódásában az is szerepet játszott, hogy itt átmenetileg az üledécsapda alján redukációs környezet (pangó vizek) alakult ki, erre mutat az átlagcsnál kissé magasabb (kb. kétszeresen nagyobb) kén tartalom is.

„b” jelű ciklus kezdetén két lépcsőben szintén sugárzó anyagban dús oldatok érkezésére utaló csúcsok láthatók.

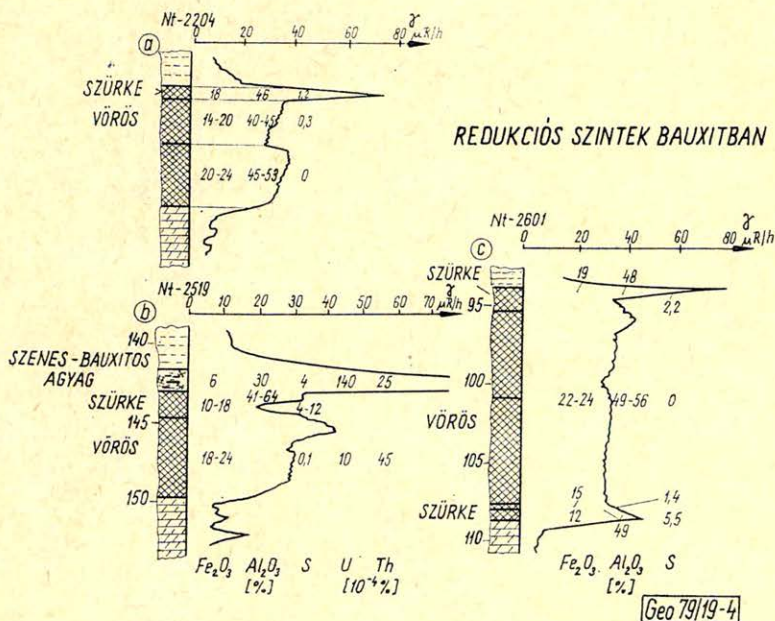
A környezeti körülmények váltkozására utal, hogy e két szint – ellentétben az előzővel – rádiumot nem tartalmaz.

„c” jelű „réteg” a magas, egyenletes tórium szint alapján különíthető el.

Egy másik bauxit területünkön a telepek lencses és töréses árkos formában fordulnak elő. A fekvő triász dolomit, a közvetlen fedőben a terület nagyrészen mocsári fáciest, agyagot, kőszénnyomos agyagot találunk.

A bauxitfelhalmozódás után a terület süllyedése talajvízszint emelkedést, majd mocsári környezet kialakulását tette lehetővé. A bauxitlencsék felső szintjeiben az előzőekben már említett, irdalomban részletesen taglalt [3] redukációs folyamatok játszódtak le. Ezek a bauxit alumíniumtartalmát lényegesen nem érintették, egyéb, mobilisabb elemeknél, köztük az uránnal azonban változásokat okoztak. Szemléltetésül a 4. ábrán mutatunk be három szelvényt.

A folyamat során többek között urán kioldás, vastalanítás, majd a felső szintekben – az érkező oldatokból – relatív urándúsulás következik be.



4. ábra

Рис. 4

Fig. 4

Irodalmi adatokkal [4] összhangban és megfigyeléseink szerint nagyobb szervesanyag tartalom esetén („b” jelű szelvény) a bauxitlencse peremi részein ennek az anomális redukciós övnek a vastagsága és urántartalma növekszik.

A terület egyes részein a bauxittelepek alján is jelentkeznek reduktív környezetre utaló (vastalanodott) szintek („c” jelű szelvény), aminek létezéséről további ősföldrajzi következtetések vonhatók le.

Nem részletezve megemlítjük, hogy a többi bauxitterületünkön is a bemutatottakhoz hasonló anomáliák találhatók a természetes gamma szelvényeken. A teleszerű halimbai előforduláson a 3. ábrán közölthöz hasonlóan felhalmozódási – áthalmazódási szakaszokat, az iharkúti terület lencses – árkos – többszörös telepeinél pedig helyenként – a lépcsőzetesen változó szelvény alapján – felhalmozódási szakaszokat lehet elkülöníteni.

Következtetések, további feladatok

1. A két fő radioaktív elem a bauxitos anyag felhalmozódása utáni folyamatok során eltérően viselkedik:

- a Th-tartalom szorcsan kötődik az eredeti alapanyaghoz,
- az U könnyebben mobilizálódik és helyenként relatíve feldúsul.

2. Az érc tóriumtartalom-szelvénye a mélyfúrás geofizikai gyakorlatban az eddigi integrális természetes gammaszelvélynél egyértelműbb „bauxit indikátor”-szelvényként alkalmazható.

3. A tóriumtartalom mérése bányabeli geofizikai gyors ércminősítő eljárás alapja lehet.

4. A bauxiton belüli redukált szintek minőségileg is jól mérhetők, a genetikai következtetéseken túl jelzik a kén mint szennyező elem feldúsulását.

5. A természetes gammasugárzás-szelvény anomáliái bauxiton belüli korrelációt tesznek lehetővé, elősegíthetik a bauxitképződés időszakában már meglevő, azt preformáló (idősebb) tektonikai kép megrajzolását.

6. A szelvényezési eszközök bauxitkutatási egységesítésével és fejlesztésével adott a lehetőség a természetes gammasugárzás-mérés felhasználási körének kiszélesítésére.

7. Fentebbiekből következően az eddigi integrális detektálási mód mellett rendszeressé kell tennünk az energiaszelektív méréseket is.

IRODALOM

- [1] *Bateman A. M.*: The formation of mineral deposits (John Wiley & sons, Inc. New York 1956.)
- [2] *E. Dudich – L. Siklósiné*: A comparative geochemical study of some major and minor elements in four bauxite deposits of Transdanubia, Hungary. (Ann. inst. Geol. Vol. LIV fasc. 3. 1969.)
- [3] *Bárdossy Gy.*: Karsztbauxitok (Bauxittelepek karbonátos kőzeteken) (Akadémiai kiadó. Budapest 1977)
- [4] *Méhes K.*: Az urán és a szerves anyag geokémiai kapcsolata. (Földtani Kutatás 1968. XI.évf. 1. sz.)
- [5] *Bárdossy Gy.*: A magyar bauxit geokémiai vizsgálata. (MÁFI Alk. Kiadvány. 1961.)
- [6] *Magyarossy – Dudich – Siklósiné*: Magyar bauxitok fő alkotóinak és jellemző nyomelemeinek korrelációs vizsgálata I. rész. (FÉM KUT. közl. VIII. Bp. 1966.)

Szénkarotázs információs anyagának bányászati célra történő feldolgozása

EGERSZEGI PÁL*

A fúrással harántolt szén fontos minőségjelzője a fűtőérték. A fűtőérték megbízhatóságát legnagyobb mértékben a nedvességtartalom meghatározásának pontatlansága és a szervetlen izzítási veszteség elhanyagolása rontja el. Amennyiben a meddő nem tartalmaz karbonátot, a nedvesség 1%-os pontossága mellett a fűtőérték hibája ± 50 kcal/kg. Karbonáttartalmú meddőknél a szervetlen izzítási veszteség elhanyagolása miatt a fűtőérték hibája nőhet.

Amennyiben ismerjük a szén összetételét, azaz a $ts - F$ és $ts - h$ összefüggést, a jelenleg rendelkezésre álló $\gamma - \gamma$ szondákkal a fűtőérték ± 60 kcal/kg pontossággal határozható meg karbonátmentes szénnél. Karbonáttartalmú meddőnél a fajlagos ellenállás és hidrogén-index ismerete alapján a karbonáttartalom számítható.

Vízterelő homokoknál a PS, R és term. γ szelvények felhasználhatók a vízveszélyesség területi eloszlásának meghatározására az alábbi képletek alapján:

$$V_x = \sum \frac{PSP}{SSP} \cdot h, \quad \text{vagy} \quad V_x = \sum \frac{\gamma_x - \gamma_s}{\gamma_c - \gamma_s} \cdot h, \quad V_R = \frac{1}{3} \sum \frac{R_x - R_s}{R_s} \cdot h.$$

Важным качественным показателем угля, пересекаемого скважиной, является теплопроводность. Надежность определения теплопроводности в наибольшей степени ухудшается неточностью определения влажности и пренебрежением потерями неорганического прокалывания. В том случае, если порода не содержит карбоната при точности влажности, равной 1% ошибка определения теплопроводности составляет ± 50 ккал/кг. При пренебрежении потерями неорганического прокалывания у пород, содержащих карбонат, ошибка определения теплопроводности возрастает.

В случае, если состав угля известен, т. е. известны зависимости $ts - F$ и $ts - h$, при помощи имеющихся в настоящее время в распоряжении зондов $\gamma - \gamma$ теплопроводность можно опре делить с точностью ± 60 ккал/кг для безкарбонатных углей.

Для карбонатных пород на основании удельного сопротивления и водородного индекса можно рассчитать содержание карбоната.

Для водоносных песчаников определение площадного распределения водоопасности производится при использовании диаграмм PS, R и естественной γ -активности.

На основании

$$V_x = \sum \frac{PSP}{SSP} \cdot h, \quad \text{или} \quad V_x = \sum \frac{\gamma_x - \gamma_s}{\gamma_c - \gamma_s} \cdot h, \quad V_R = \frac{1}{3} \sum \frac{R_x - R_s}{R_s} \cdot h.$$

The heating value is an important quality indicator of the coal penetrated by a well. The reliability of the heating value determination is adversely influenced to a great extent by the inaccuracy of the determination of moisture content and by neglecting the inorganic ignition loss. In case the dead rock does not contain any carbonates, the error of the heating value is ± 50 kcal/kg for a 1% accuracy of the moisture. For carbonate containing dead rocks the error of the heating value owing to the neglect of inorganic ignition loss may be increased.

Knowing the composition of the coal, i. e. the connections $ts - F$ and $ts - h$, the heating value can be determined for carbonateless coal with an accuracy of ± 60 kcal/kg using the $\gamma - \gamma$ sondes now available. For carbonate-containing dead rock the carbonate-content can be calculated basing on the knowledge of resistivity and of the hydrogen index.

In case of water-storing sands the PS, R and natural- γ profiles can be used for the determination of areal distribution of water hazard by means of the following formulae:

$$V_x = \sum \frac{PSP}{SSP} \cdot h, \quad \text{or} \quad V_x = \sum \frac{\gamma_x - \gamma_s}{\gamma_c - \gamma_s} \cdot h, \quad V_R = \frac{1}{3} \sum \frac{R_x - R_s}{R_s} \cdot h.$$

* Borsodi Szénb. Igazg., Miskolc.

Kutatófúrásokban, illetve bányában végzett karotázs mérések célja általában a mért fizikai paraméterek változása alapján tagolni a rétegsort, meghatározni a haszonanyag vastagságát és minőségét. Kimutatni a víztároló rétegeket és meghatározni víztartalmukat. Megfelelő szondakomplexummal a kőzetek szilárdsági mutatói is meghatározhatók. Jelen cikk a kőzetek szilárdsági mutatóinak meghatározásával nem foglalkozik.

Közel húsz éve folynak rendszeres szénkarotázs mérések a kőszénkutató fúrásokban. Természetesen ez idő alatt nagymértékben fejlődött a karotázs-szelvények információs anyaga. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a kevesebb információt tartalmazó szelvényeket ne használjuk fel.

Kőzettani összetevők

A különböző szelvények feldolgozása előtt vizsgáljuk meg először a réteg-összlet kőzettani összetevőit. A vizsgálat alapjául miocén-korú és kréta-korú ajkai szenes összlet szolgált.

A miocén-korú összlet 3–4, míg a kréta-korú összlet 4–5 összetevőre bontható. Az első szám a szenes összlet összetevőinek száma, míg a második szám az ágyazó rétegek összetevőinek száma.

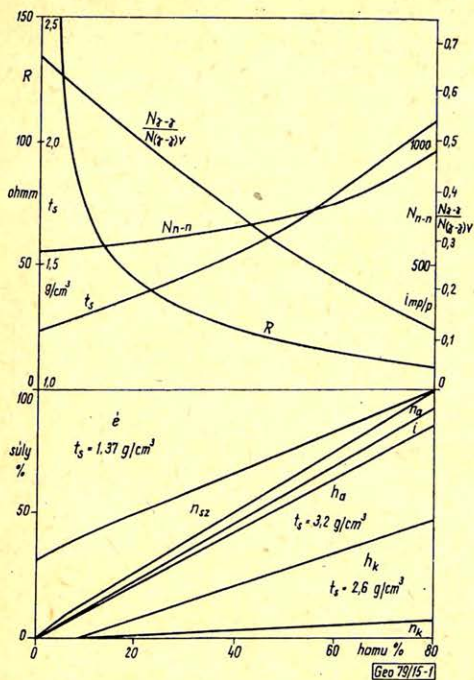
Az egyes összetevőket térfogatsúly, nedvesség, izzítási veszteség, elektromos vezetőképeség, hidrogéntartalom, égési maradék, és esetleg radioaktivitás szempontjából kell vizsgálni. A szenes összletre vonatkozó adatokat részben labor-elemzési adatok, részben karotázsszelvények feldolgozásából nyertük (1. táblázat).

1. táblázat – 1. мабуауа – 1. table

Szén-összetevők jellemzői

Szén-típus	Összetevő	Szerves éghető	Nedvesség	Izzítási veszteség	Égési maradék	Térfogat-súly	Fajl. el. vez. kép.	Hidrogén index
		súly %	súly %	súly %	súly %	g/cm ³	mho/m	térfogat %
		é	n	i	h	ts	σ	H. I.
Miocén	szén (sz)	69	31	–	–	1,23	0,001	75
	agyag (a)	–	15	11	74	2,04	0,17	53
	homok (k)	–	13	–	87	2,15	0,02	28
Kréta	szén (sz)	70	30	–	–	1,25	0,0005	75
	agyag (a)	–	16	10	74	2,20	0,16	57
	homok (k)	–	13	–	87	2,20	0,02	29
	karbonát (CO ₂)	–	5	42	53	2,50	0,002	12,5

A miocén-korú szenes összlet összetételének grafikonját az 1. ábrán láthatjuk, amiből megállapíthatjuk, hogy a hamu összetétele változó. A hamu fajsúlya 2,85 és 3,2 g/cm³ érték között változik.



1. ábra. Miocén-korú szén jelleggörbéi és összetétele. $\frac{N_{\gamma-\gamma}}{N_{(\gamma-\gamma)_v}}$ vízértékre normált $\gamma-\gamma$ intenzitás N_{n-n} neutron-neutron intenzitás

Рис. 1. Кривые характеристики и состав угля миоценового возраста; $\frac{N_{\gamma-\gamma}}{N_{(\gamma-\gamma)_v}} = \gamma-\gamma$ интенсивность, по отношению к водному коэффициенту; N_{n-n} = нейтрон-нейтронная интенсивность

Fig. 1. Characteristic curves and composition of miocene age coal, $\frac{N_{\gamma-\gamma}}{N_{(\gamma-\gamma)_v}} = \gamma-\gamma$ -intensity normed for water value. N_{n-n} = neutron-neutron intensity

A kréta-korú összetétel hasonló jellegű, ha eltekintünk a karbonáttartalomtól, mely széles határok között változik.

Vizsgáljuk meg, hogy a fűtőérték (F) és hamutartalom (h) meghatározásának pontatlansága milyen hatással van a szén árára.

$$\text{ár} = \frac{F}{1000} \left(A - \frac{\text{fajlagos } h \%}{B} \right) \text{ Ft/tonna}$$

$$\text{fajlagos } h \% = \frac{10000}{F} h \% .$$

Tehát

$$\text{ár} = F \frac{A}{1000} - \frac{10}{B} h \% .$$

A fűtőértéket kcal/kg-ban, a hamut súly%-ban kell behelyettesíteni.

$$\frac{A}{1000} \quad 0,108 \quad \text{és} \quad 0,165 \quad \text{között, míg}$$

$$\frac{10}{B} \quad 1,08 \quad \text{és} \quad 4,50 \quad \text{között változik.}$$

A megbízható ár képzéséhez jó minőségű szénnél a hamutartalmat 0,1 súly%, míg F értékét 1 kcal/kg pontossággal kell meghatározni. Ugyanakkor a miocén-korú szénél a 0,1% hamutartalom-változás 6 kcal/kg változást idéz elő a fűtőértékben. Az 1 kcal/kg pontosság azért sem érhető el, mert ehhez a nedvességtartalmat 0,02 súly% pontossággal kellene meghatározni.

Ha feltételezzük, hogy a nedvességtartalmat 1 súly% pontossággal meg tudjuk határozni, akkor a fűtőérték ± 50 kcal/kg pontossággal adott.

Hibát követünk el akkor is, ha a szerves éghetőt (\acute{e}) az izzítási veszteség figyelembevétele nélkül határozzuk meg.

$$(\acute{e})' = 1 - h - n$$

Ebben az esetben

$$(\acute{e})' = \acute{e} + i$$

A hiba a következőképpen számítható ki:

$$F' = \acute{E} - 585 [9 \cdot 0,048 (\acute{e})' + n] = \acute{E} - 585 [9 \cdot 0,048 (\acute{e} + i) + n]$$

a fűtőérték hibás értéke, ahol \acute{E} = égésmeleg kcal/kg-ban.

Miocén szén esetében

$$F = \acute{E} - 585 (9 \cdot 0,048 \acute{e} + n + i)$$

a helyes érték. A kettő különbsége

$$\Delta F = 332 \cdot i$$

Kréta szén esetében

$$F = \acute{E} - 585 (9 \cdot 0,048 \acute{e} + n + i) - 438 i_{\text{CO}_2}$$

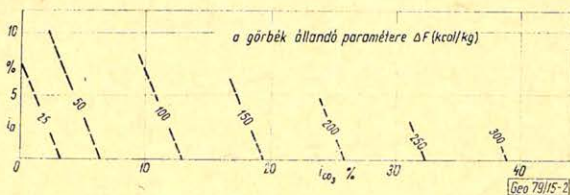
ahol i_{CO_2} a karbonát izzítási vesztesége.

$$\Delta F = +332 (i_a + i_{\text{CO}_2}) + 438 i_{\text{CO}_2} = 332 i_a + 770 i_{\text{CO}_2}$$

ahol i_a az agyag izzítási vesztesége.

A 2. ábrán látható az izzítási veszteség figyelmen kívül hagyása miatt fellépő ΔF hiba.

Mivel az izzítási veszteséget a laboratóriumban nem határozzák meg külön, az égésmeleget más úton kell kiszámítani. Grafikonon fel kell hordani az égésmeleget a hamutartalom függvényében és 0% hamutartalomra extrapolálni a görbét. Ez a hamumentes nedves szén égésmelegét adja. A tiszta szén égésmeleg ($T\acute{E}$) meghatározásához a nedvességtartalmat is extrapolálni kell 0% hamutartalomra, melynek ismeretében 100% éghető szerves anyagra számíthatjuk $T\acute{E}$ -t, mely a nedvességmentes hamutartalom 0%-ára vonatkozik.



2. ábra. Szervetlen izzítási veszteség elhanyagolásából adódó hiba a fűtőértékben

Рис. 2. Ошибка теплотворности, вызываемая пренебрежением потерями неорганического прокаливания

Fig. 2. Error of the heating value owing to the neglect of inorganic ignition loss

Ezek után é számítható

$$é = \frac{É}{TÉ}$$

i és h ismeretében számítható a karbonáttartalom.

$$h = 0,74 a + 0,87 k + 0,532 \text{ CO}_3$$

$$i = 0,10 a + 0,418 \text{ CO}_3$$

$$k \sim \frac{a}{5}, \text{ így } h = 0,762 (a+k) + 0,532 \text{ CO}_3$$

$$i = 0,083 (a+k) + 0,418 \text{ CO}_3$$

$$\text{CO}_3 = 2,778 i - 0,304 h$$

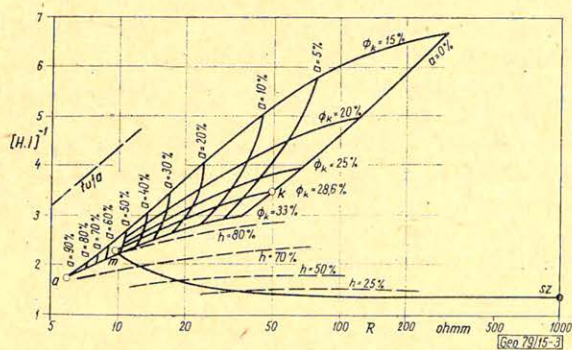
$$a+k = 1,524 h - 1,941 i$$

Az ágyazó kőzetek összetételéről nincs laboratóriumi elemzés, így nem lehet olyan kvantitatív összefüggéseket lehozni, mint a szenes összletre.

A homokból, mely kőzetliszt és homok keveréke, az átmenet a homokkőbe a cementáltság és a szemmagyság növekedésével jár együtt, mely változatlan rétegvíz fajlagos ellenállást feltételezve csökkenő vezetőképességgel és hidrogén-indexszel jelentkezik (3. ábra).

A tufásodás együtt jár a vezetőképesség növekedésével a hidrogénindex változatlansága mellett (3. ábra). A grafikonon extrapolálva a vízérték fajlagos ellenállás értékére, nagyobb vezetőképességű rétegvíz adódik eredményül a tufánál.

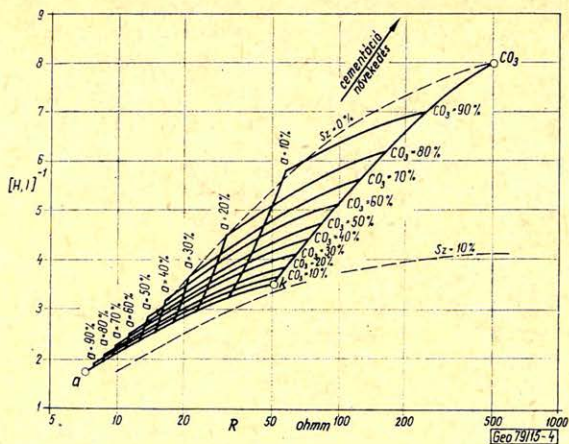
A karbonátból a mészkőbe való átmenet tömörödést és víztartalom-csökkenést jelent, mely ugyancsak együtt jár a fajlagos vezetőképesség és hidrogén-index csökkenésével (4. ábra).



3. ábra. Miocén-korú szén és ágyazó rétegek jelleggörbéi

Рис. 3. Кривые характеристик угля миоцена и вмещающих пород

Fig. 3. Characteristic curves of miocene-age coal and of the mother rock layers



4. ábra. Kréta-korú szén ágyazó rétegeinek jelleggörbéi

Рис. 4. Кривые характеристики вмещающих пород угля мелового возраста

Fig. 4. Characteristic curves of mother rock layers of coal of cretaceous age

Fizikai paraméterek és a karotázs során mért értékek közötti összefüggések

Ahhoz, hogy a karotázs szelvényeket fel tudjuk dolgozni, meg kell vizsgálni az egyes összetevők és azok eredőinek fizikai paramétereit.

Ha időrendi sorrendben akarunk menni, akkor először a fajlagos ellenállást, illetve annak reciprokértékét, a fajlagos vezetőképességet kell megvizsgálnunk, mert az első szenes karotázsméréseknél a PS és ellenállás (R) szelvényeket vették fel.

A szenes összetétel négy összetevője: szén, agyag, homok, karbonát. A fajlagos vezetőképességüket elsősorban a víztartalmuk kellene, hogy befolyásolja, mivel ionos vezetés van minden esetben. Ez azonban nem érvényes a szenes összetételnél, mert a szénnek van majdnem legnagyobb víztartalma (38 térfogat%), ennek ellenére a legkisebb vezetőképessége. Ez csak úgy magyarázható, ha a szénhez kötött víz sókoncentrációja minimális, közel áll a desztillált vízéhez. Az agyag vezetőképessége nagyságrenddel, illetve több nagyságrenddel nagyobb a többi összetevő vezetőképességénél, amiből következik, hogy az agyagtartalom változása határozza meg elsősorban a fajlagos ellenállás változását.

Az ágyazó kőzeteknél a víztartalom csökkenését a cementáltság és a szem-nagyság növekedése idézi elő, ami együtt jár a fajlagos ellenállás növekedésével. Víz-tároló kőzeteknél tehát az agyaghoz viszonyított ellenállás-növekedés víztartalom-csökkenéssel jár együtt. Ennek a víztartalomnak egy része azonban az agyagban kötött víz. Vízvesztély szempontjából tehát általában homok-agyag összetételű rétegek-nél az ellenállás-növekedés a vízvesztély növekedésével jár együtt.

$$\alpha_{R_a} = \frac{R_x - R_s}{R_s}$$

ahol R_x a kérdéses réteg látszólagos fajlagos ellenállása
 R_s az agyag látszólagos fajlagos ellenállása.

Ez a hányados nem ad egyértelmű felvilágosítást a várható víz mennyiségére, de kiegészítő értéként a PS -görbét használhatjuk fel. Amennyiben a rétegvíz fajlagos ellenállása kisebb a fúróiszap fajlagos ellenállásánál, akkor az agyag-bázis vonalhoz képest negatív PS anomáliát kapunk vizet tartalmazó homokréteggel szemben. Azonos rétegvíz sókoncentrációnál a PS kitérés nagysága függ a réteg agyagosságától.

$$\alpha_{PS} = \frac{PSP}{SSP}$$

ahol PSP a pszeudosztatikus természetes potenciál
 SSP a sztatikus természetes potenciál.

Ez a két hányados felhasználható víztároló rétegek vízmennyisége változásának jelzésére.

Az 5. és 6. ábrán látható vízveszélyességi és ellenállásviszony térképeken

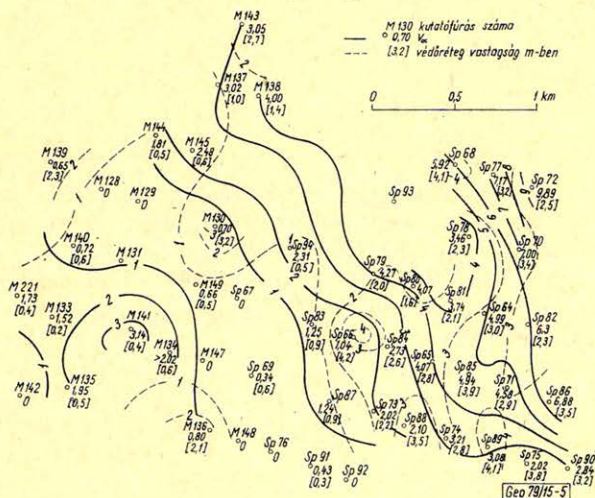
$$V_{\alpha_{PS}} = \sum \alpha_{PS} h \quad \text{és} \quad V_R = \frac{\sum \alpha_{R_a} h}{\frac{R_v - R_s}{R_s}}$$

értékeket hordtuk fel, ahol h az egyes rétegek vastagsága, R_v pedig egy közel 20% porozitású réteg látszólagos fajlagos ellenállása. Mivel $R_v = 4R_s$

$$V_R = \frac{1}{3} \sum \alpha_{R_a} h$$

$V_{\alpha_{PS}}$ -t ellenőriztük, illetve egyes esetekben behelyettesítettük

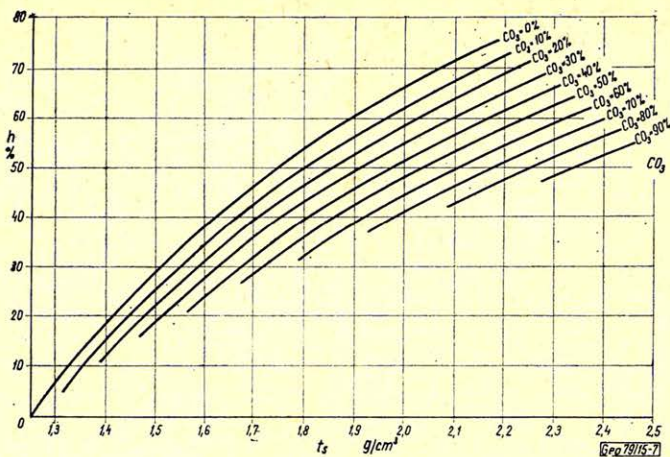
$$V_{\alpha_{\gamma}} = \sum \frac{\gamma_x - \gamma_s}{\gamma_c - \gamma_s} \cdot h \quad \text{értékkel,}$$



5. ábra. Széntelep feletti homokréteg vízveszélyességi (V_{α}) térképe

Рис. 5. Карта водоопасности пласта песчаника, залегающего над угольным пластом (V_{α})

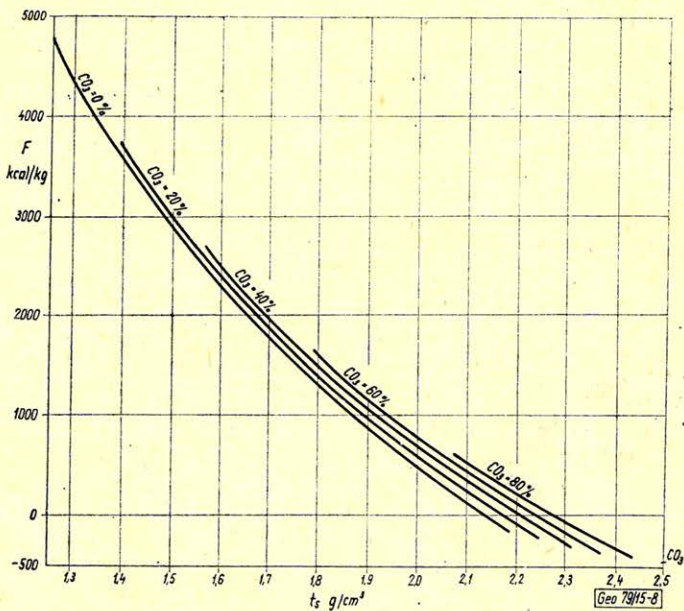
Fig. 5. Water-hazard (V_{α}) map of a sand layer over a coal bed



7. ábra. Kréta-korú szénél a térfogatsúly (t_s) és hamutartalom (h) közötti összefüggés

Рис. 7. Зависимость между объемным весом (t_s) и золой $\zeta(h)$ для угля мелового возраста

Fig. 7. Connection between volume-weight (t_s) and ash content (h) for a coal of cretaceous age



8. ábra. Kréta-korú szénél a térfogatsúly (t_s) és fűtőérték (F) közötti összefüggés

Рис. 8. Зависимость между объемным весом (t_s) и теплотворностью (F) для угля мелового возраста

Fig. 8. Connection between volume weight (t_s) and heating value (F) for a coal of cretaceous age

illetve attól kis mértékben tér el. A karbonáttartalmat a korrekcióhoz átlagban 5% pontossággal kell meghatározni, ugyanis 1% CO₃ változás 4,6 kcal/kg fűtőérték, illetve 0,35% hamutartalom-változásnak felel meg.

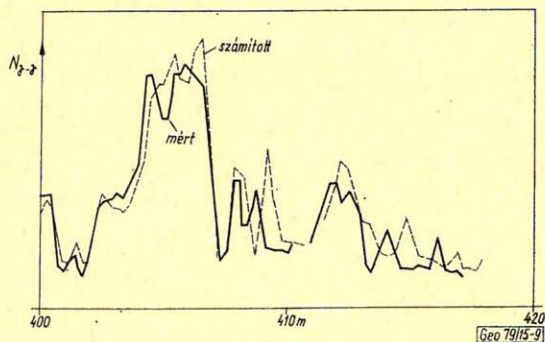
A γ - γ mérések pontossága tehát közelítőleg megfelel a laboratóriumi mérések megbízhatóságának. Természetesen ehhez állandó fűrőlyukátmérőre kell korrigálni a γ - γ méréseket.

Ezek után már csak a felbontóképesség elégtelen volta lehet kifogás. Felmerül a kérdés, hogy mit kell tekinteni a felbontóképesség alsó határának. Ennek a figyelembe vehető földtani készlet alsó határait kell megközelítenie. Ezt minimum 0,7 m vastagsággal és valamilyen átlag fűtőértékkel fejezik ki. Ennek megfelelően 0,5 m-nek vehetjük a felbontóképesség alsó határát, amire átlagos térfogatsúlyt kell meghatározni a γ - γ görbéből. Ez a feltétel jelenleg rendelkezésre álló szondákkal teljesíthető. Ennek illusztrálására bemutatom az Ajka – 182. sz. fúrás szenes összletének egy szakaszát, melyen az állandó fűrőlyukátmérőre korrigált γ - γ görbét és a térfogatsúlyokból számított γ - γ görbét hordtuk fel (9. ábra).

A két görbe egyeztetése alapján egyértelműen kijelölhető az egyes magok pontos helye, mélységbeli eltolódása. Meg kívánom jegyezni, hogy a magkihozatalt a teljes szenes összletben 100%-nak adták meg, viszont, ha a magfúrás eredményeit 100%-osnak fogadjuk el, akkor részletekben nagyon félrevezető információt kapunk a γ - γ görbéről. A karotázs görbék értelmezését szolgáló összehasonlításnál tehát 100%-osnak adott magkihozatal esetén sem szabad minden esetben abszolút megbízhatónak elfogadni a magfúrás eredményét, hanem az összehasonlítást megfelelő kritikával kell minden esetben elvégezni.

Természetesen a felbontóképesség 0,5 m-es alsó határa nem jelenti azt, hogy a réteghatárt nem lehet egy nagyságrenddel pontosabban meghatározni.

Végeredményben megállapítható, hogy miocén-korú szeneknél, ha ismert a $ts - F$ és $ts - h$ függvény, a γ - γ görbék alapján a laboratóriumi vizsgálat megbízhatóságának megfelelően meghatározható a fűtőérték és a hamutartalom. A kréta-korú szeneknél a karbonáttartalom meghatározásához szükséges még egyéb görbék együttes értelmezése.



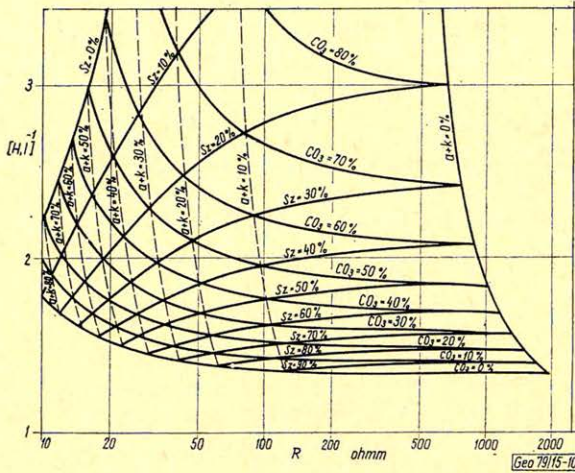
9. ábra. Térfogatsúlyból számított és mért γ - γ összehasonlítása

Рис. 9. Сравнение γ - γ , рассчитанных из объемного веса и измеренных

Fig. 9. Comparison of measured γ - γ and of that computed from volume weight

Az utóbbi években a szénkarotázis komplexumát az $n-n$ görbével egészítették ki. A $n-n$ intenzitás a hidrogénindex (H. I.) reciprokértékével arányos, ha $H. I. > 50\%$. Kisebb hidrogéntartalom esetében a logaritmikus összefüggés használatos. A 10. ábra szemlélteti kréta-korú szénél a fajlagos ellenállás és a hidrogénindex reciprokértéke közötti összefüggést féllogaritmikus léptékben.

Az előzőek szerint a karbonáttartalmat 5% pontossággal kell meghatározni, amihez a 10. ábra szerint kis karbonáttartalomnál ($CO_3 < 20\%$) a (H. I.)⁻¹ értéket 2–3% pontossággal kell ismerni. A 10. ábra grafikonja segítségével tehát meghatározható a karbonáttartalom, amivel korrigálni kell a $ts-F$ közötti összefüggést.



10. ábra. Kréta-korú szénél a fajlagos ellenállás (R) és hidrogén-index ($H. I.$) reciprokértéke közötti összefüggés

Рис. 10. Зависимость между удельным сопротивлением (R) и обратной величиной водородного индекса ($H. I.$) для угля мелового возраста

Fig. 10. Connection between resistivity (R) and reciprocal value of the hydrogen index ($H. I.$) for a coal of cretaceous age

A 10. ábráról az is leolvasható, hogy az $n-n$ görbe lefutását elsősorban a karbonáttartalom, míg a fajlagos ellenállás-görbe lefutását az agyagtartalom változása határozza meg.

A H. I. általában a tárolt vízmennyiséggel arányos, a szenek kivételével. A szénél a váz is tartalmaz hidrogént, mely egy bizonyos víztartalommal ekvivalens. Barnaszéneknél ez az ekvivalens víztartalom közelítőleg megegyezik a szén nedvességtartalmával. A vázban kötött hidrogéntartalmat mérésrel nem lehet különválasztani a vízben kötött hidrogéntartalomtól. Ez csak akkor lehetséges, ha ismerjük a szenes összetevőit (1. táblázat). A táblázatban az össz-hidrogén tartalomnak megfelelő ekvivalens vízmennyiséget reprezentáló H. I. van feltüntetve a szénél. A miocén-korú szénél egyszerűbb az eset, mert az izzítási veszteség és a nedvesség összege alig változik a szén mennyiségétől függően. A maximális változás kisebb, mint $(n+i)$ értékének 10%-a. Kréta-korú szénél a karbonáttartalom nagy mértékben befolyásolja $(n+i_a)$ értékét.

Összefoglalás

Összefoglalva az eddigieket elmondhatjuk, hogy a miocén-korú szeneknél megbízható $F-ts$ és $h-ts$ függvény állítható fel, míg a karbonáttartalmú kréta-korú szeneknél ezt az összefüggést csak a karbonáttartalmat is figyelembe vevő görbesereggel fejezhetjük ki. Ez utóbbi esetben viszont megbízható $n-n$ és laterolog mérési adatok alapján a karbonáttartalom meghatározható és korrekcióba vehető. Miután $\frac{N_{\gamma-\gamma}}{N_{(\gamma-\gamma)_v}}$ és ts közötti összefüggések már ismertek, a szén minősítése elvégezhető megbízható R , $\gamma-\gamma$ és $n-n$ szelvénykomplexum segítségével. Megfontolandó, hogy adott szénterületre közvetlenül

$$F - \frac{N_{\gamma-\gamma}}{N_{(\gamma-\gamma)_v}} \quad \text{és} \quad h - \frac{N_{\gamma-\gamma}}{N_{(\gamma-\gamma)_v}}$$

összefüggéseket dolgozzunk ki.

Putnoki szén esetében – adott szondára vonatkozólag – a következő egyenletekkel fejezhetjük ki ezeket az összefüggéseket.

$$F = 7800 \left[\frac{N_{\gamma-\gamma}}{N_{(\gamma-\gamma)_v}} - 0,131 \right]^{0,85} \pm 50 - 60 \text{ kcal/kg}$$

$$h = \frac{4,846}{\frac{N_{\gamma-\gamma}}{N_{(\gamma-\gamma)_v}} + 1,443} - 2,298 \pm 0,01$$

F ellenőrzésére felhasználhatjuk az $n-n$ görbét.

$$F = \frac{3466,91}{(H.I.)^{-1} - 0,817} - 2296,89$$

A hamutartalom ellenőrzésére az ellenállás, illetve a vezetőképesség értékek megfelelőbbek, mivel a vezetőképesség elsősorban az agyagtartalomtól függ.

$$h = 7 (\sigma - \sigma_{sz}); \quad \text{ha} \quad \sigma \leq 0,015 \text{ mho/m}$$

és

$$h = 4,9 (\sigma - 9,2 \sigma_{sz})^{0,75}; \quad \text{ha} \quad \sigma \geq 0,015 \text{ mho/m}$$

Ahhoz, hogy a karotázsmérést kvantitatív minőségmeghatározásra fel tudjuk használni, természetesen szükség van megbízható hitelesített szondaparkra: kompenzált (esetleg szelektív) $\gamma-\gamma$, $n-n$ és laterolog (esetleg mikrolaterolog). A korrekciók elvégzéséhez szükséges még a természetes radioaktivitás, a fűrőlyuk-átmérő és a fűrőiszap fajlagos ellenállásának mérése. A szondák hitelesítéséhez az $1,0 - 1,5 \text{ g/cm}^3$ sűrűségi és az $50 - 80\%$ hidrogén koncentrációs intervallumot pontosítani kell a modell-görbén.

Természetesen a szén összetevőinek vizsgálatát ki lehet terjeszteni a lignitekre, eocén és jura-korú szenekre is.

1. *Sebestyén K.*: Vizsgálatok kőszenek minőségi paramétereinek mélyfúrási geofizikai módszerekkel történő meghatározásához. Magyar Geofizika 2. évf. 1–2. sz. (1961) p. 80–89.
2. *Tatár J.*: Nukleáris geofizika alkalmazása barnakőszenek minőségének meghatározására. Geofizikai Közlemények XIII. kötet 4. sz. (1964) p. 477–493.
3. *Sebestyén K.*: A kőszén hamutartalma karotázsadatokból történő meghatározásának néhány problémájáról. Magyar Geofizika 8. évf. 5–6. sz. (1967) p. 216–221.
4. *Csókás J.*–*Steiner F.*: Kísérletek barnakőszéntelepek minőségének meghatározására bányakarotázs útján. Magyar Geofizika 12. évf. 4. sz. (1971) p. 141–147.
5. *Masszi D.*: Bányabeli karotázsmérési módszerek bevezetése a mecseki szénbányászatban. Bányászati Lapok, 105. évf. 5. sz. (1972) p. 310–319.
6. *Németh L.*–*Pálos M.*: Bányabeli fúrólyukak radiometriai szelvényezésének újabb tapasztalatai Tatabányán. Bányászati Lapok, 106. évf. 3. sz. (1973) p. 153–159.
7. *Andrássy L.*–*Baráth I.*–*Sebestyén K.*: Módszertani vizsgálatok a kétdetektoros gamma-gamma eljárással történő térfogatsúly-meghatározáshoz. Magyar Geofizika, 14. évf. 1. sz. (1973) p. 19–28.
8. *Németh L.*–*Pálos M.*–*Tóth E.*: Radiometrikus eljárás a jövesztendő szénrétegek minőségének bányabeli meghatározására. Bányászati Lapok, 109. évf. 6. sz. (1976) p. 410–416.
9. *Alpern B.*: Evaluation of the Energy Potential of Carbonaceous Sediments. World Coal, 1977. márc. p. 17–20.
10. *Niac G.*–*Enache C.*–*Kraus H.*–*Krau S.*: Corelatil intre proprietatile caracteristice ale carbunilor. I. Vol. 28. 1977. Nr. 3. p. 127
 II. Vol. 28. 1977. Nr. 4. p. 175
 III. Vol. 28. 1977. Nr. 6. p. 267
 IV. Vol. 28. 1977. Nr. 7. p. 303
 V. Vol. 29. 1978. Nr. 1. p. 48.
11. *Andrássy L.*: Methodological Basis of a Processor for the Direct Determination of Densities in Bore-holes. Geofizikai Közlemények 25. 1979. p. 73–83.

Lapszemle

Általános Földtani Szemle 12. sz. A Magyarhoni Földtani Társulat Általános Földtani Szakosztályának időszaki kiadványa. Szerkeszti: Dudich Endre. Kéziratként.

L. Rozlozsnik: A Nyugati Kárpátok és a lemeztektonika, 67–81. old.

Szepesházi K.: A Tiszántúl és az Erdélyi Középhegység (Muntii Apuseni) nagyszerkezeti és rétegtani kapcsolatai, 121–181. old.

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz, 12 (112) évf. 6. sz., 1979 június.

Rác Dániel: A Kőolaj- és Földgázbányászati Laboratórium (OGIL) 1978. évi fontosabb kutatási eredményei, 190–192. old.

Az OGIL 1978. évi tevékenységének alapját továbbra is a szénhidrogén-kutatás középtávú célprogramjának sikeres megvalósítása, új eljárások, módszerek, eszközök kifejlesztése és a termelés hatékonyságának növelését célzó műveléstervezési munka képezte. A beszámoló többek között kiterjeszkedik a geológiai kutatás és a geofizikai műszerfejlesztés kérdéseire is.

T. G.

Számítógép-vezérelt magnetotellurikus rendszer adattfeldolgozása

L A N D Y K O R N É L N Ę * - L A N T O S M I K L Ó S ** - N A G Y Z O L T Á N *

A magyar kőolajipari geofizika 1978-tól a magnetotellurikus kutatásban számítógép-vezérelt terepi mérőrendszert alkalmaz. Az MTDR-2 (Geotronics - USA) digitális magnetotellurikus műszert egy PDP-11/05 kisműtógép vezérli. A vezérlés biztosítja egy módszertanilag szabványosított felvételezési rendszer betartását. Az adattfeldolgozás három fázisra tagolódik.

1. Az előkészítés további logikai vizsgálatot tartalmaz, valamint a megfelelő felvételeken az előfeldolgozás szempontjából szükséges tartalmi és formai változtatásokat végzi.

2. Az előfeldolgozás során konvolúciós szűrés után kétszeres adatszelekció történik, majd a megfelelő adatokból a feldolgozás számára alkalmas közzes file-ok generálódnak.

3. A feldolgozási fázisban számítjuk ki frekvenciánként az impedancia- és admittanciatenzort, valamint az ellenállás-diagramokat.

Ismertetjük a rendszernek azon részeit, amelyek a megoldás stabilitását biztosítják. A rendszer működését gyakorlati példákkal illusztráljuk.

Венгерская нефтяная геофизика начиная с 1978 года использует в магнитотеллурической разведке полевую измерительную систему, управляемую ЭВМ. Цифровой магнитотеллурический прибор MTDR-2 (Geotronics - США) управляется ЭВМ типа PDP-11/05. Управление обеспечивает соблюдение методически регулируемой системы съемки. Обработка данных выполняется в три фазы:

1. Подготовка содержит дальнейшее логическое исследование а также выполняет на пригодных снимках необходимые с точки зрения предварительной обработки измерения содержания и формы.

2. В процессе предварительной обработки данных после конволюционной фильтрации производится двойная селекция данных, затем из пригодных данных генерируют промежуточные файлы, применимые для обработки.

3. В фазе обработки рассчитываем для каждой частоты тензор импеданции и адмиттанции, а также диаграмму сопротивлений

Описываем те части системы, которые обеспечивают стабильность решения. Работу системы иллюстрируем практическими примерами.

The Hungarian Oil Industry Geophysics has been applying a computerized field-measuring system in magnetotelluric exploration since 1978. The digitalized magnetotelluric device MTDR-2 (Geotronics - USA) is controlled by the minicomputer PDP-11/05. The control assures the observation of a methodically normalized surveying system. The processing of the data has three phases as follows:

1. The preparatory phase contains a further logical examination and it carries out some changes of form and content on the survey results found reliable, being necessary from the point of view of preliminary processing.

2. In the course of preliminary processing after a convolution filtering we obtain a selection of data, then from the reliable data medium files suitable for the processing will be generated.

3. In the processing (third) phase impedancy and admittancy tensors will be computed for the various frequencies, as well as resistance-diagrams will be calculated.

Parts of the system assuring stability of the results have been discussed and the working of the system demonstrated on practical examples.

A magyar kőolajipari geofizika 1978-tól MTDR-2 (Geotronics - USA) magnetotellurikus terepi mérőrendszert alkalmaz. A berendezést egy PDP 11/05

* Geofiz. Kut. V., Budapest.

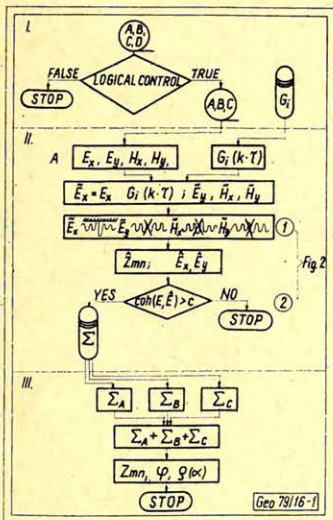
** MÁFI, Budapest.

kisszámítógép vezérli. A vezérlés egy módszertanilag szabványosított felvételezési rendszer betartása esetén ellenőrzi a mérés paramétereit. A szabványosított felvételezési rendszer a teljes frekvenciatartományt (256–0,0004 Hz) hat sávban veszi föl; minden sávhoz hozzárendelt egy mintavételi frekvencia, valamint alul- és felülvágó szűrők. A mérés az előre beállított számú minta (2^n alakú, általában 4096) felvétele után leáll. Csatornánként a tér intenzitásától függően állítható be a skalár erősítés. A felvétel aktuális paramétereit a rendszer a mágnesszalagon rögzíti a file első rekordjaként, a következő rekordokat a multiplexált, 16 bites, lebegőpontos ábrázolású térkomponens-értékek töltik ki, majd az utolsó rekordban újra felíródnak a mérés paramétereit, valamint a felvételezés közben történt rendelkezések (pl. kimaradt adat, nem folytonos mintavételezés).

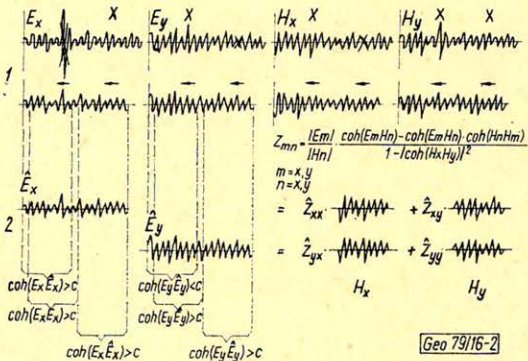
A vezérlőrendszer alkalmas még a mágnesszalagra már fölvett file-ok visszakeresésére, visszajátszására; a visszajátszott felvételeket az előzőek értelmében újra ellenőrzi. Módszertanilag szabványosított mérés esetén a kisszámítógép által hibátlannak ítélt felvétel gyakorlatilag mérés-technikai és számítástechnikai szempontból feldolgozásra alkalmas.

Az adatfeldolgozás első, adatelőkészítő fázisban (1. ábra) műszerellenőrző logikai vizsgálatok történnek. Itt vizsgáljuk a csak a feldolgozást befolyásoló mérési paramétereket: a terítés és az elektródák adatait. Az eljárásnak ez a része lehetőséget ad a műszerhibák korai felismerésére. A további műveletekre alkalmas felvételek demultiplexálás után egy köztes file-ra kerülnek.

A második fázis, az előfeldolgozás szabványosított szűrőkönyvtárral és műszer-átviteli-függvény-sorozattal működik. Általában adott, állandó frekvenciákon végzünk komplex konvolúciós szűrést, de a rendszer megengedi tetszőleges szűrő generálását és alkalmazását is. A szűrőt centrális periódusnyi időnként alkalmazzuk a csatornákra, ezzel kívánjuk biztosítani a szűrt adatok viszonylagos matematikai függetlenségét (2. ábra) [1]. Ezután az adatok elsődleges szelekciója következik, elhagyjuk mindazzen időpillanathoz tartozó adatokat, amelyeknél bármely térkomponens amplitúdója felvételen belüli átlagamplitúdójának



1. ábra Puc. 1 Fig. 1.



2. ábra Puc. 2 Fig. 2.

tízszeresét meghaladja, vagy tizedrészét nem éri el. Ez a válogatás gyors, alkalmas a felvétel durva hibáinak kiszűrésére (pl. valamelyik csatorna „kiült”); a kimaradó adatok száma, elcszlása jellemző a felvétel minőségére. A másodlagos adatszelekciót koherenciaszámítással végezzük. A megmaradt összes adatból képzett előzetes impedanciatenzort alkalmazzuk a mágneses csatornákra, az így kapott számított elektromos komponensek és a mért elektromos komponensek koherenciáját vizsgáljuk. Nyolc adatra számítunk koherenciát; amennyiben ez egy előre megadott küszöbértéknél nem nagyobb, egy adattal lépünk tovább, és újabb koherenciaszámítás következik; ha viszont megfelelt, a következő nyolcas adatsoppcrtot vizsgáljuk. Ezáltal lehetőség van rövid, alig egy-két periódusnyi zavart szakaszok kihagyására is.

Az itt vázolt adatválogatási eljárást nem csupán a horizontális komponensekre alkalmazzuk. Ezzel analóg módon történik a H_z -ellipszis számításához felhasználható adatok szelekciója is. A_{zx} és A_{zy} admittanciakomponenseket számítunk, amelyekkel számított H_z csatornát állítunk elő, majd ennek és a mért H_z csatornának a koherenciáit vizsgáljuk.

A megfelelt adatokból négyzet- és szorzatösszeg mátrixot képezünk, ezek szűrési frekvenciánként mérési és feldolgozási paraméterekkel együtt újabb köztes adat-file-ra kerülnek.

Az utolsó fázisban, a feldolgozás során egy ponton belül az azonos szűrési frekvenciákhoz tartozó összegmátrixok összeadhatók, ezáltal a különböző felvételek eredményeinek adatszámával és átlagamplitúdóval súlyozott átlagát kaphatjuk meg. Természetesen felvételenként is elvégezhetőek a számítások, mivel tapasztalataink szerint például erősen eltérő irányban nagyon rossz geofizikai eredményt is adhatnak. A feldolgozás ezen fázisában számítjuk az impedancia- és az admittanciatenzorokat, fajlagos ellenállás-görbéket és -polárdiagramokat, fázisgörbéket és H_z ellipsziseket [1, 2].

A mérési és feldolgozási rendszer az eredmények viszonylag nagy stabilitását teszi lehetővé. Ennek biztosítója a rendszer nagyfokú automatizáltsága. A teljes rendszerbe manuálisan beviendő paraméterek csupán a terítési adatok és a mérési pont azonosítója. A mérés és feldolgozás minden további paraméterét számítógép vezérli vagy ellenőrzi. A rendszer több pontján lehetőség van a beépített automatikus ellenőrzéseken kívül további kontrollokra, vizuális megjelenítésre (plotter). Az egyes fázisok viszonylagos önállósága és a köztes adattárolások lehetővé teszik a rendszer különböző részeinek független fejlesztését, futtatását, az adatrendszerek teljes vagy részleges újrafeldolgozását. A programrendszer a Magyar Tudományos Akadémia CDC 3300 számítógépén döntően FORTRAN nyelven működik, és kiépítés, illetve kipróbálás alatt áll a Geofizikai Kutató Vállalat TIOPS-980 számítógépén részben assembly, részben FORTRAN nyelven.

A feldolgozási rendszer algoritmusa az ismert [3] impedanciaképletekre épül:

$$Z_{mn} = \frac{|E_m|}{|H_n|} \frac{\text{coh}(E_m H_n) - \text{coh}(E_m H_m) \cdot \text{coh}(H_m H_n)}{1 - |\text{coh}(H_x H_y)|^2}$$

Ez egy nyolcismeretlenes lineáris komplex egyenletrendszer. A kiegyenlítés stabilizálását részben a kétszeres adatszelekció, részben az adatrendszerek átlagolása hivatott biztosítani. Az említett elsődleges adatszelekció azért lényeges, mert néhány kiütő érték a koherenciavizsgálathoz használt „jósló” tenzort olyan

mértékben torzíthatja, hogy végül az adatrendszer koherenciája ennek nagy hibája miatt romlik el. A „jósló” tenzor abszolút értékben szisztematikusan alábecsült még közel ideális esetben is, a koherenciavizsgálathoz azonban elegendő, ha a komponensek aránya és fázisértéke helyes. A 3. ábrán „jósló” és végleges tenzorokból számított polárdiagramokat mutatunk be. A görbék ugyanazon felvétel ugyanazon periódusidejű szűrt adatrendszeréből származnak, a) esetben csak másodlagos adatszelekcióval, b) esetben elsődleges adatszelekcióval is.

A kiértékelhető anyag mennyiségét legalább azonos minőség mellett növeli a másodlagos adatszelekcióként használt „lépegető” koherenciavizsgálat, amely azonban gyenge térmozgású felvételeknél a feldolgozási időt némileg növeli. Segítségével minden olyan esetben kapunk eredményt, amikor a vizsgált periódusidőnek legalább tizenkétszeresét kitevő szakaszon megfelelő mozgás van.

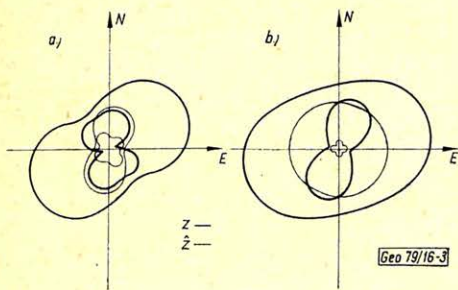
Az egyenletrendszer stabilitását növelő második tényező a különböző felvételek tenzorszámítás előtti „összeadása”. Ezzel lehetőség van a kiegyenlítést le- rontó magas elektromos vagy mágneses koherenciák csökkentésére. Mint már említettük, ez esetenként csak a megoldás matematikai stabilitását növeli, azonban geofizikailag az eredmények romlásához is vezethet. A 4. ábrán egy periódusidőre megszürt 3 különböző felvétel polárdiagramjait mutatjuk be külön-külön és összeadva.

A számított impedancia- és admittanciatenzor becslését javítja egy iterációs eljárás, amelynek során korrigáljuk a tenzorcokat addig, amíg szorzatuk 0,001 pontossággal egységtenzort ad [1].

A változt algoritmus kifejlesztett automatizmusai és stabilitást biztosító részei szükségesek, mivel ezekkel a matematikai eljárásokkal helyettesíthetők, sőt felülmúlhatók az analóg regisztrátumoknál megszokott vizuális kontrollok.

A számítógép-vezérelt mérőrendszer meggyorsítja a terepi felvételezést. Ennek eredményeként a korábbi évekhez viszonyítva több mint kétszeresére növekedett magnetotellurikus méréseink volumene.

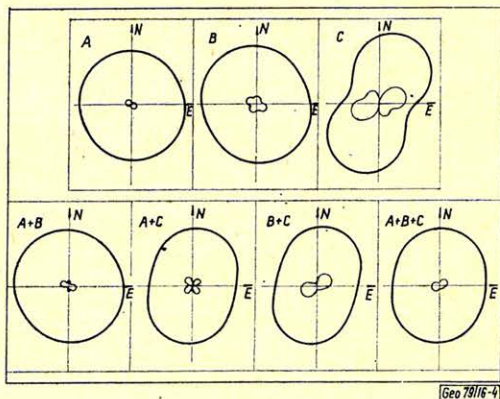
A bemutatott feldolgozási rendszer – amelynek egyes részei még további fejlesztést is igényelnek – természetesen kezdetben nem követhette a meggyorsult terepi méréseket. Ezért első eredményei számunkra elsősorban működésének megítéléséhez voltak fontosak, bár már a kezdeti eredmények is szolgáltatottak hasznos földtani információkat.



3. ábra

Рис. 3

Fig. 3.



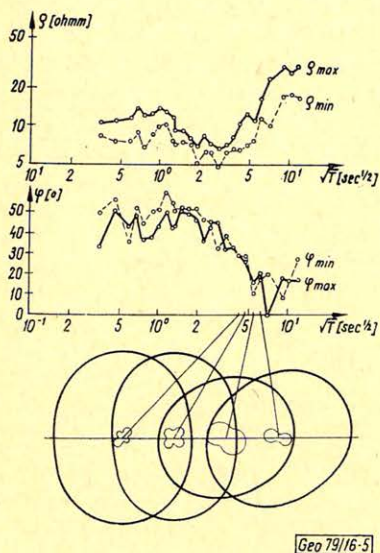
4. ábra

Рис. 4.

Fig. 4.

Az 5. ábrán a működő feldolgozási rendszer első eredményeiből látunk jellemző példát a Magyar Alföld egy pontjáról. Három frekvenciasávban végzett mérésből (0,01 – 15 Hz) állítottuk elő a pont látszólagos fajlagos ellenállás görbéit és fázis görbéit. Minden frekvenciához számítottuk az impedancia-polárdiagramokat, amelyek a rétegsor szerkezeti adatairól adnak felvilágosítást. Az ábrán bemutatott polárdiagramok $T = 23,2$ és $T = 30,0$ s periódusok között az impedancia főirányok jellegzetes változását mutatják.

A bemutatott példa mindhárom frekvenciasávban 3–3 felvétel összedolgozásával készült, sávonkénti 13–13 szűréssel. A már említett koherenciaküszöb 0,9 volt.



5. ábra Puc. 5 Fig. 5.

Egy hasonló felvételszámú mérés teljes adatfeldolgozása a használt CDC 3300 centrumban mintegy 3 gépórát igényel, amelyek kb. 15%-a a logikai vizsgálatokra, kb. 80%-a a konvolúciós szűrésre, az adatszelekcíóra és a koherenciaszámításra, kb. 5%-a pedig a különböző felvételekből összedolgozott végeredmény előállítására fordítódik.

A példában közölt adatokból lehetővé vált a harmadidőszaki üledékes összetétel vastagságának meghatározása, amely Magyarországon a magnetotellurikus mérések egyik alapvető feladatát képezi. Az üledékek nagyellenállású aljzatának mélységére kapott kb. 3,2 km érték jó egyezésben van más geofizikai adatokkal, megbízhatósága $\pm 5\%$, amelyet a koherenciakritérium szigorításával és szükség esetén további felvételek felhasználásával javítani lehetne.

A bemutatott példán a magasabb frekvenciáknál a fajlagos ellenállás két főirányába eső értékek szisztematikusan szétválnak.

Ez a felsőpannon korú rétegsor geoelektromos sajátosságaiból, illetve a mérési pont környezetében a rétegsorban levő laterális inhomogenitások hatásából ered. Jelenlétüket egyéb elektromágneses mérések is indikálták.

A szondázási görbén a $T = 25 - 30$ s periódusoknál jelentkező ellenállásanomália, amely a polárdiagramok főirányainak jellegzetes megváltozásához kapcsolódik, a medencealjzat karakterének vizsgálatánál felhasználható információ.

Ezen a területen más állomásokon még kifejezettebb formában jelentkezett.

Ezeknek az információknak értelmezése, vagyis az inverz feladat számítógépes megoldása, különös tekintettel a kétdimenziós bonyolult modellekre, hazai módszerfejlesztésünk további és hosszabb távra szóló feladatát képezi. Reméljük, hogy ezek eredményeit is módunk nyílik majd egy későbbi szimpóziumon bemutatni.

1. *J. Verő*: On the Determination of the Magnetotelluric Impedance Tensor (Acta Geod. Geophys. et Mont. Acad. Sci. Hung. v. 7. 1972.)
2. *E. Takács*: The Role of the Vertical Pulsations of the Magnetic Field in Magnetotelluric Measurements (In: Geoelectric and Geothermal Studies, KAPG Geophysical Monograph, Budapest, 1976.)
3. *C. M. Swift*: A Magnetotelluric Investigation of an Electrical Conductivity Anomaly in the Southwestern United States: Ph. D. thesis, M. I. T. (1967.)

Könyvszemle

Stegena L. – Sagitov M. U. (szerkesztők): *The constant of gravitation* (A gravitációs állandó). Studies from the field of the determination of the constant of gravity (Tanulmányok a gravitációs állandó meghatározásával kapcsolatban). Az Eötvös Loránd TE kiadványa. Terjeszti az Akadémiai Kiadó. Budapest 1979. 225 old. Angol nyelven.

A jelen monográfia a moszkvai egyetem „Sternberg” Asztronómiai Intézetének (Sagitov professzor és munkatársai), az ELTE Térképtudományi Intézetének (Stegena professzor és munkatársai) és Geofizikai Intézetének (Barta professzor és munkatársai) közös munkájaként jött létre. A benne megnyilatkozó kooperáció része a KAPG 6.6 munkacsoportja programjának, melyben több más intézmény is résztvesz, pl. a Budapesti Műszaki Egyetem Geodéziai tanszéke (Bíró professzor és munkatársai), a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Földfizikai Intézete (Popov professzor), valamint az NDK Tudományos Akadémiájának asztrofizikai Intézete (Bleyer dr. és John dr., Potsdam – Babelsberg).

A gravimetriai tanulmányok Eötvös alapvető munkássága óta a budapesti Tudományegyetem tevékenységének tradicionális részét alkották. Ugyancsak áll ez a moszkvai „Sternberg” Asztronómiai Intézetre, ahol P. K. Sternberg, a neves kutató rendszeresen végzett ilyen kutatásokat. A jelen kiadvány egyik cikke éppen a szovjet kutatók újabb ilyen irányú munkáival foglalkozik.

A kötet a következő cikkeket tartalmazza:

Stegena L. – Sagitov M. U.: Előszó 3 – 4. old.

Stegena L. – Sagitov M. U.: A gravitációs konstans a különböző egységrendszerekben és a Cavendish gravitációs konstans meghatározásainak rövid áttekintése 5 – 24. old.

Sagitov M. U. és munkatársai: A Cavendish gravitációs állandó meghatározása a Moszkvai Egyetem Állami „Sternberg” Asztronómiai Intézetében 25 – 203. old.

Stegena L.: Eötvös kísérleti berendezése a gravitációs konstans meghatározására 205 – 220. old.

Fialovszky L.: Nem-lineáris effektusok a gravitációs konstans meghatározását szolgáló Eötvös-féle módszernél 221 – 245. old.

Függelék: Eötvös Loránd: A gravitációs konstans meghatározása. (Az Eötvös által a Magyar Tudományos Akadémiának 1896. április 20-án bemutatott dolgozat fordítása; a dolgozat később, mint a „Tanulmányok a gravitációról és földmágnességről” c. munka III. fejezete jelent meg.) 247 – 254. old.

A kötetet számos ábra és táblázat egészíti ki és teszi kiváló forrásmunkává és a közeljövőben várható további kutatások hasznos kiindulópontjává.

T. G.

Az anomális nyomású rétegek előrejelzése karotázs adatok alapján az OGIL gyakorlatában

KOMLÓSI ZSOLT*

A dolgozat módszert ismerteti, mely a túlnyomásos tároló rétegek fölött elhelyezkedő anomális viselkedésű fedőösszletet nyomozza, és a kapott anomális helyzete, nagysága alapján utal a várható túlnyomás helyére és mértékére.

В работе описывается метод, позволяющий изучать аномальную покровную толщу, перекрывающую коллектора с избыточным давлением; по положению и величине получаемых аномалий можно судить о месте и степени ожидаемого избыточного давления.

The paper discusses a method for the detection of overburden layers of anomalous behaviour positioned on overpressured reservoirs. Basing on the position and size of the anomaly obtained we can get indications for the place and value of the overpressure to be encountered.

A túlnyomásos rétegek előrejelzése szempontjából alapvetően két módszerrel beszélhetünk a geofizikai adatok feldolgozása terén. Az egyik – és ezt itt csak megemlítjük – az egymáshoz közeli kutakban felvett szelvények korrelálásán alapszik. A már ismert rétegsorú fúrás szelvénye segítségével valószínűsíthetjük az éppen mélyített fúrás várható rétegsorát, s így a túlnyomásos réteg helyét is.

A másik módszer, amely a túlnyomásos tároló rétegek fölött elhelyezkedő anomális viselkedésű fedőösszletet nyomozza, s a kapott anomália helyzete, nagysága alapján utal a várható túlnyomás helyére és mértékére.

1. A geofizikai adatok feldolgozásának elvi megfontolásai

A témában megjelent nagyszámú irodalomból (lásd az [1] irodalmat és annak a hivatkozásait) tudjuk, hogy a kőzetek tulajdonságai a mélység függvényében is változnak, tendenciózan viselkednek, azaz trendjük van. Ezt a normális viselkedést zavarja meg a rétegsorban kialakuló túlnyomásos rétegösszlet. Kialakulásuk elméletével itt nem foglalkozunk, csak elfogadjuk, hogy az agyagos fedőösszlet – a normális trendhez képest – nagyobb porozitással, kisebb sűrűséggel stb. jelentkezik.

A geofizikai szelvények (ellenállásmérés, akusztikus terjedési időmérés, sűrűségmérés stb.) tükrözik a kőzetek tulajdonságainak változását, s így a tendenciózus és az anomális viselkedést is. Az eljárás, amit követnünk kell:

- kiválasztani az agyagrétegeket,
- meghatározni normál trendjüket és
- kiszűrni az anomálishan viselkedő szakaszokat.

Sajnos a fentiekben leírtak csak közelítőleg igazak. Valós esetben az alábbi két alapvető eltérést kell figyelembe vennünk:

– az agyagok viselkedése sztochasztikus jellegű. A normál trend kialakulása, illetve a túlnyomásnál adódó eltérés nem mindig jellemző. Jellegzetes hazai kép,

* OGIL, Budapest.

hogy a túlnyomásos miocén összlet fedőjében erős karbonátosodás észlelhető [2], ami csökkenti a porozitást és növeli a sűrűséget, azaz éppen ellentétesen hat a túlnyomásos anomáliával;

– a geofizikai szelvények közvetett paramétereiket (pl. fajlagos ellenállás, visszaszórt gamma sugárzást stb.) mérnek, s a kapott értékek nemcsak az érintetlen réteget, hanem a fúróiszap által kitöltött teret és a környező rétegeket is jellemzik.

2. A hazai tapasztalatok a túlnyomásos rétegek előrejelzésében

Szem előtt tartva az 1. pont megfontolásait, a hazai lehetőségeket, illetve nehézségeket az alábbiakban foglalhatjuk össze:

– a túlnyomásos szerkezetek 1800 m-nél mélyebben helyezkednek el. A fiatalabb (alsó pliocén korú) tárolók túlnyomása is jelentős, azonban az a mélységgel „arányosan” növekedve alakul ki, így könnyen belesimul a normális viselkedésű anyagok trendjébe. A miocén vagy az annál idősebb tárolóknál hirtelen jelentkezik a túlnyomás, viszont ezen összletek fedőjében nagyon gyakori az agyagok karbonátosodása [2]. Mindemellett gyakoriak a homokkő-betelepülések a fedőmárgában, amelyek egybefüggő vastagsága ily módon ritkán haladja meg a száz métert;

– a rendelkezésünkre álló műszerpark a következő: konvencionális ellenállásmérők, laterológ műszercsalád, neutronszelvényt mérő műszerek, akusztikus terjedési időmérők. Mint a felsorolásból kitűnik, indukciós ellenállást és sűrűséget még nem tudunk mérni. Sajnos az akusztikus szelvények sem állnak rendelkezésünkre a szükséges minőségben;

A fentiekben vázolt nehézségek jelentős akadályokat gördítenek a feladat megoldásának útjába. A kiutat a következőképpen képzeljük el:

- a műszerparkot ki kell bővíteni, és a szükséges szelvényeket a kívánatos érzékenységgel, megfelelő regisztrálási léptékkel és jó minőségben kell megmérni;
- a [3]-ban leírt szelvénykombinációhoz hasonló formulákat kell kidolgozni a karbonátosodás zavaró hatásának a kiejtésére;
- a tagolt fedőszelvet és a vékony anomális viselkedésű rétegek megkövetelik azt, hogy a normál trend és az anomáliaértékek meghatározása minél kevesebb szubjektív hibát tartalmazzon.

Az első feladat megoldása nagy horderejű átfogó intézkedéseket igényel; a második feladat egyik lehetséges megoldását a [3]-ban írtuk le; a harmadik feladatot a 3. fejezetben leírtak alapján kíséreltük megoldani.

3. A túlnyomásos rétegek előrejelzése matematikai statisztikai alapon

A módszer tetszőleges mért vagy számított mélység szerint digitalizált szelvényt használ föl, amelyik követi a hidrosztatikus trendet, illetve a túlnyomásos rétegek esetén anomálishan viselkedik. Általában célszerű hosszú mélységszakaszt (800 – 1500 m) földolgozni. Az eljárás a következő.

1. Meghatározzuk a hidrosztatikusnak megfelelő normáltrendet:

- a legkisebb négyzetek elve alapján kiszámítjuk a szelvényünk trendjét, azaz a szelvényértékek mélységéből való függésének statisztikus paramétereit;
- az így meghatározott regressziós egyenest tekintjük a hidrosztatikus viselkedést követő szelvényszakasz középvonalának, s az ehhez tartozó alsó/felső határoló egyenest az

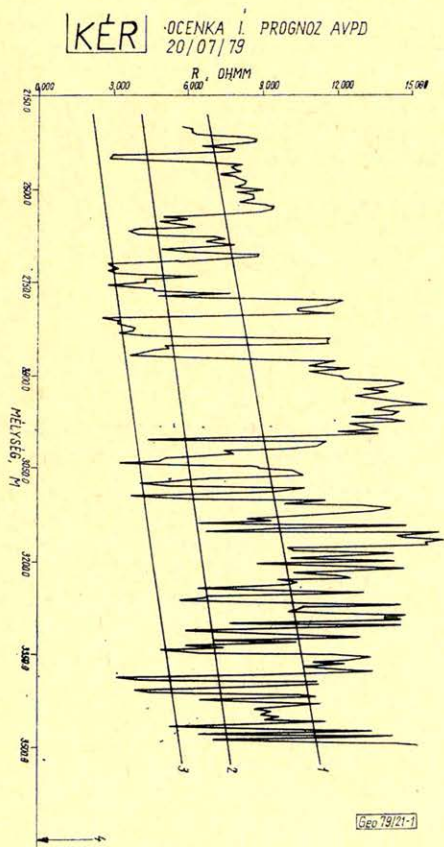
$$y = aM + b \mp h$$

ahol

- y – a szelvényérték,
- $a-b$ – a lineáris regresszió paramétereit,
- M – a mélység, m,
- h – a regressziós egyenes hibája, az alábbi egyenletből számítva:

$$h = \left[\frac{\sum_{i=1}^N [Y_i - (a M_i + b)]^2}{N - 1} \right]^{1/2}$$

formula segítségével definiáljuk (1. ábra).



1. ábra. Normál ellenállás szelvény. 1 – a teljes trend vonala; 2 – a hidrosztatikus trendsáv közép vonala; 3 – a hidrosztatikus trendsáv alsó határa; 4 – a túlnyomásos réteg teteje

Рис. 1. Стандартная кривая сопротивления. 1 – линия полного тренда; 2 – средняя линия полосы гидростатического тренда; 3 – нижняя граница гидростатического тренда; 4 – кровля пласта с избыточным давлением

Fig. 1. Normal resistance profile. 1 – line of the full trend; 2 – medium line of the hydrostatic trend strip; 3 – lower limit of the hydrostatic trend strip; 4 – top of the overpressured layer

2. Kiválasztjuk az anomálishan viselkedő rétegeket:

- első közelítésben minden digitális érték anomális, amelyik a határoló egyenes alá/fölé esik;
- az egymás mellett elhelyezkedő kieső pontokat egy „réteggé” vonjuk össze;
- azon kieső rétegeket, amelyeknél az eltérés nagysága nem haladja meg az átlagos eltérés kétszeresét (az összes pont mintegy 8%-a tartozik ide) statisztikus zajként elhanyagoljuk;
- a fennmaradt szakaszokat az alábbi módon jellemezzük:
 - a) képezzük a határoló egyenestől való, eltérések nagyságának rétegvastagsággal súlyozott átlagát, valamint
 - b) a hozzájuk tartozó mélységértékek anomális területtel (= eltérés \times \times vastagság) súlyozott középértékét;
- az eltérések középértékének a trendre vonatkoztatott hányadcsát az anomália nagyságának tekintjük, az anomália helyét és szélességét a mélységek átlaga, illetve a kapott standard hiba adja.

A fentiekben vázolt módszerrel egy számított értékkel jellemezhetjük az anomálishan viselkedő rétegeket. A leírásban szereplő vagylagos lehetőségek közül attól függően, hogy az agyagok minimum/maximum értéként jelentkeznek-e, mindig a vizsgált szelvénynek megfelelőt kell választani.

Kidolgoztunk egy FORTRAN nyelvű programot a TPA – 70 típusú kisszámítógépre, amely végrehajtja a módszer által előírt műveleteket. Próbaképpen kidolgoztuk 8 leelőhely 17 fúrásának 4 m-es potenciál-szondával mért fajlagos ellenállás-szelvényét. Megvizsgálva a kapott eredményeket, az előbb meghatározott anomália értékeket korrigáltuk az alábbi formula segítségével:

$$JA = \frac{A - AAV}{AAV} \cdot 100,$$

ahol

JA – a korrigált anomália, %

A – az anomália, %

AAV – a kieső szakaszok trendtől való eltérésének közepes értéke, %.

A számított anomáliaértékeket összevetettük a túlnyomásos rétegek paramétereivel (1. 2–4. ábrát és az 1. táblázatot). A számítás során három relációban figyeltük a három paramétert (JA – a korrigált anomália, DP – a túlnyomás mértéke és DM – a definiált anomália-hely és a túlnyomásos tároló-hely közötti távolság). Vizsgáltuk az anomáliának a két keresett változótól való együttes függését (2. ábra), illetve a keresett paraméterek függését az anomáliától (3–4. ábra), itt a harmadik paraméter súlytényezőként szerepeltettük. Az ábrákon látható 1–5 kódszámokkal a harmadik paraméternek a maximális értéktől való eltérését jellemeztük. Egy-egy kód érték a max-min. különbség 20%-nak felel meg.

Az 1. táblázat adatai számszerűen jellemzik a kapcsolatokat, illetve a kapcsolat szorosságát. A szokásos paraméterek (korrelációs együttható, relatív hiba) mellett definiáltunk egy tényezőt az alábbiak szerint:

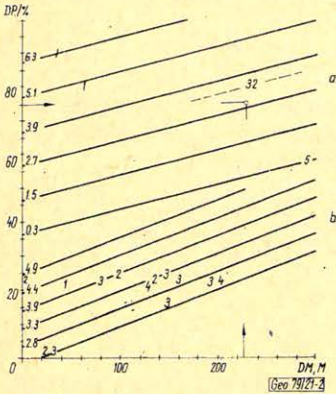
$$h = \frac{s-h}{s} \cdot 100,$$

ahol

h – a jóság tényező, %

s – a független változó relatív standard hibája, %

A h értéke 0 és 100 közé esik, s a korrelációs együtthatóhoz hasonlóan 0 esetén (azaz a regresszió hibája megegyezik a standard hibával) az y változó független x -től; 100 esetén (a regresszió hibája elhanyagolható a független változó standard hibájához képest) nagyon jó kapcsolatot kapunk a két változó között.



2. ábra. A korrigált anomália a túnyomás nagyságának és a túnyomásos réteg tetejétől mért távolságának függvényében

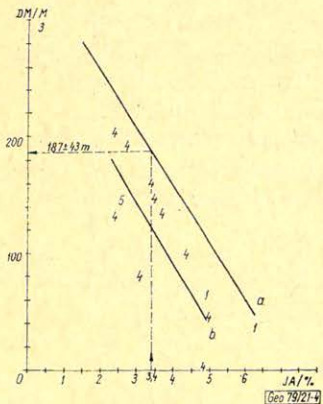
Рис. 2. Зависимость исправленной аномалии от величины избыточного давления и расстояния до кровли пласта с избыточным давлением

Fig. 2. Corrected anomaly as function of the amount of overpressure and of the distance from the top of the overpressured layer

3. ábra. A túnyomás mértékének és a korrigált anomáliának a kapcsolata

Рис. 3. Связь величины избыточного давления с исправленной аномалией

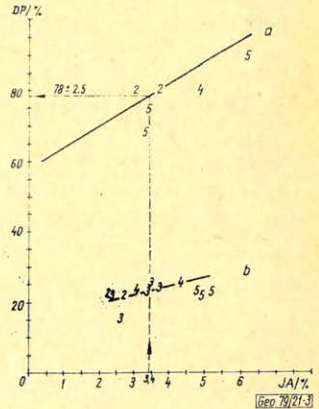
Fig. 3. Connection between the value of the overpressure and the corrected anomaly



4. ábra. A túnyomásos réteg tetejétől mért távolság és a korrigált anomália kapcsolata

Рис. 4. Связь между расстоянием до кровли пласта с избыточным давлением и исправленной аномалией

Fig. 4. Connection between distance from the top of the overpressured layer and corrected anomaly



Sor- szám	Ábra- szám	A függvény változói	A független változó		Adat szám	Együtthatók		Korre- lációs együtt- hatók	Relatív hiba, %	
			átlaga	szórása [%] (s)		x ¹	x ⁰		h	h'
1	1.a.	JA – y = DP	2,58	69	5	0,1166	-3,9	0,96	10	85
		- x = DM				-0,0086		-0,84		
2	b.		3,06	23	11	0,0997	2,5	0,49	14	39
						-0,0110		-0,69		
3	2.a.	DP – JA	73,20	15	7	5,9970	57,9	0,98	3	78
4	b.		22,10	13	12	2,4157	14,9	0,53	11	15
5	3.a.	DM – JA	166,20	63	5	-48,9075	353,7	-0,91	26	58
	b.		120,30	48	11	-52,5110	300,9	-0,80	29	40

Mint az ábrából látható, a vizsgált pentokat a rétegyomás nagysága szerint két csoportra kellett osztanunk. A nagynyomású szakaszokon általában szorosabb kapcsolatokat kaptunk, azonban ezt a kisebb mintaszám hatásának is köszönhetjük. Több pontot alkalmazva valószínűleg csökkennének a szorossági mutatók, azonban a meghatározható paraméterek valószínűleg megbízhatóbbakká válnának.

A 2. ábrán látható kép jól szemlélteti azt, hogy a meghatározás során érvényesül az ekvivalencia elve, azaz a távolabb fekvő nagyobb nyomású réteg hatása megegyezhet egy közelebb fekvő, kisebb nyomásúéval. Jól használható ez az összefüggés, ha az egyik paraméterről valamilyen előzetes információval rendelkezünk, vagy ha ellenőrizni akarjuk a meghatározott paramétereket.

Következtetések

1. A módszer tetszőleges szelvényt, illetve szelvénykombináció eredményét képes feldolgozni. Olyan trend-, illetve anomális értéket becsát az értelmező rendelkezésére, amelyik minimális szubjektív hibával terhelt. A kapott paraméterek fizikai pontosságát, anomália-érzékenységét a kinulási szelvények határozzák meg.
2. A vázolt kvantitatív értelmezés nem tartozik szorosan a módszer lényegéhez. Véleményünk szerint a kapott anomáliát az irodalomban között más típusú értelmezési módszerekkel is feldolgozhatjuk.

IRODALOM

1. Fertl, W. H.: Importance of Abnormal Formation Pressures. Journal of Petr. Techn. 1977. ápr. 347–354. p.
2. Dr. Somfai A.: A Kárpát-medence nagy földjének magyarországi területén megismert szénhidrogén-tároló fluidumának nyomásviszonyai, a nyomásértékek kialakulásának földtani okai. Kandidátusi disszertáció, Budapest, 1976.
3. Markó L. – Gellért T.: A túnyomásos szénhidrogén tároló rétegek kimutatása mélyfúrási geofizikai módszerekkel. Bány. és Koh. Lapok, Kőolaj- és Földgáz. Budapest, 1976. szept. 257–262. p.

Az elektromágneses módszerek néhány alkalmazási lehetősége a bányászati geofizikában

TAKÁCS ERNŐ*

A dolgozat az elektromágneses módszerek néhány bányászati alkalmazását vizsgálja, elsősorban a hazai előzményeket figyelembe véve, de a teljesség igénye nélkül.

В работе обсуждается возможность применения в шахтах электромагнитных методов. Обсуждение основано в первую очередь на отечественном опыте. Обсуждение не носит целостного характера.

The paper discusses some applications of the electromagnetic method in mining practice, basing first of all on preliminaries encountered in our country, but without claiming completeness.

Hazánkban a mintegy negyven évvel ezelőtt megkezdett, azonban a legutóbbi időig szórványosnak, kísérleti jellegűnek mondható bányászati geofizikai mérések a közelmúltban határozott fejlődésnek indultak. A felhasznált módszerek között alárendelt szerepűek a váltóáramú elektromágneses módszerek. Holott a gerjesztés különböző lehetőségei – induktív, galvanikus –, a mérhető paraméterek nagy száma, a behatolás szabályozásában a geometriai méretek mellett a frekvencia szerepe a mérési célhoz illeszkedő, sokféle variációt biztosítanak. Azonkívül az anizotrópia és ekvivalencia hatások kedvező volta is mérlegelendő.

Az elektromágneses módszerekben rejlő lehetőségek értékét bizonyítja, hogy a Mecszkvai Bányászati Egyetemen nagy létszámú tanszék foglalkozik a bányászattal érintett közettömegek állapotának, szerkezeti viszonyainak elektromágneses módszerekkel történő vizsgálatával. Továbbá, hogy az Amerikai Egyesült Államok nagy bányászati oktatási központjának a Colorado School of Mines-nek kutatói – akiknek egyébként nagy szerepe volt az USA-ban hosszú ideig elhanyagolt elektromos módszerek elterjesztésében – az utóbbi években főként a szénbányászattal kapcsolatos elektromágneses módszerfejlesztésre irányították tevékenységüket.

Az alkalom, hogy a 11. Geofizikai Vándorgyűlés a Nehézipari Műszaki Egyetemen, lényegében annak Bányamérnöki Karához tartozóan kerül megrendezésre inspirálta, hogy a rendelkezésemre álló időt – a teljesség igénye nélkül és lehetőleg a hazai előzményekhez kötődve – az elektromágneses módszerek néhány bányászati alkalmazásának szenteljem. Nem foglalkozom a hazai irodalomban is tárgyalt rádiófrekvenciás átvilágítás módszerével [1].

1. Elsősorban a telekommunikáció és a telemetria szempontjából kiterjedt vizsgálat tárgya az elektromágneses hullámok terjedése a széntelepekben.

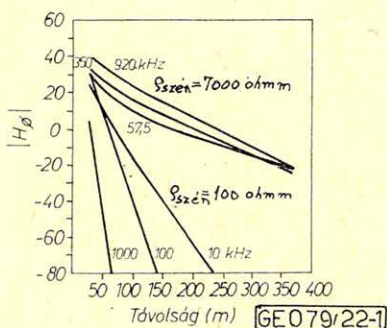
A tapasztalat szerint ugyanis a legtöbb előfordulásnál még a viszonylag nagy frekvenciájú elektromágneses hullám csillapodása is lényegesen kisebb a vártnál és csillapodás mértéke a hullámnak a réteghatárokhöz viszonyított polarizációjától függ. A jelenség oka, hogy a szénréteg a környezetéhez képest nagyobb fajlagos ellenállású és így a jobban vezető kísérő kőzetek – a fekü és a fedő – között benne az elektromágneses hullám mintegy hullámvezető csatornában terjed [2]. Ezt egyébként a kéreg mélyebb nagy fajlagos ellenállású rétegeire vonat-

* Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc.

kozóan már régen megállapították és az erre vonatkozó elméleti vizsgálatok eredményeit természetesen a szénréteg esetére is alkalmazták. Amennyiben a kísérő közet végtelen vezetőképességgel bírna, az elektromágneses hullám csillapodása úgy játszódna le mint a síkhullámé a homogén szénrétegben. A kísérő közet vezetőképességének, a szénréteg vastagságának csökkenése a csillapodást növeli.

A szénrétegben mint hullámvezetőben különböző hullámmódosulatok gerjeszthetők az adó megfelelő orientálása által. Tekintve, hogy a szénréteg határán a visszaverődés együtthatója jelentősen változik aszerint, hogy az elektromágneses hullámban az elektromos vagy a mágneses térerősség párhuzamos a réteghatárral, az adó elhelyezésének jelentős szerepe van. Kedvező ezért a vertikális elektromos dipólus és a haladás irányára mérőlegesen elhelyezett mágneses dipólus használata.

Az 1. ábrán a vízszintes mágneses dipólus mágneses térerőssége csillapodásának mértékét láthatjuk a távolság függvényében egy 7000 Ωm -es és egy 100 Ωm -es szénréteg esetére, amikor a szénréteg vastagsága 2 méter és a kísérő közet 1 Ωm fajlagos ellenállású. A nagy fajlagos ellenállású szénben a csillapítás alig függ a frekvenciától, aminek az a magyarázata, hogy a szén, illetőleg a kísérő közet fajlagos ellenállásai a frekvencia növekedésével egymást egyensúlyozó hatásúak.



1. ábra Puc. 1 Fig. 1

A kisebb fajlagos ellenállású szénrétegnél viszont a csillapítás erősen frekvenciafüggő és döntővé válik a szén vezetőképességének hatása [3].

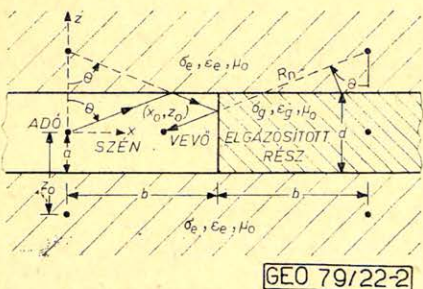
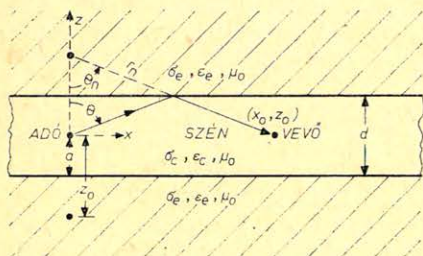
A szénben mint hullámvezetőben terjedő energia tehát nagyobb távolságokra biztosít rádióösszeköttetést. Geofizikai szempontból pedig átvilágítása, illetve reflexió útján szerkezetének vizsgálata várhatóan kedvezőbb feltételek mellett végezhető, mint más rétegekben.

Ezt hasznosítja a szének földalatti elgázosításának a 2. ábrán bemutatott, tervezett ellenőrzési módja. Az elgázosított rész elektromos paraméterei eltérnek környezetétől. Érdekes módon a vezetőképesség több nagyságrenddel nő és emiatt az elektromágneses hullámokat visszaveri. Az ábrán ennek az esetnek a geometriai optika szerinti tárgyalási menete van szemléltetve –, ami nyilván nagyobb frekvenciáknál engedhető meg – és lényegében tükröforrások felvételével dolgozik. Az adó és az elgázosítás frontja között elhelyezett vevőnél a direkt és a különböző úton visszavert hullámok szuperpozíciója a 3. ábrán bemutatott interferenciás – állóhullám – képet állítja elő a frekvencia függvényében. Az ábrázolt hullámkép-eltolódás az adó és az elgázosítás frontja távolságának 30 méterről 29,5 méterre történő változásával állt elő és a vevő 20 méterre volt az adótól.

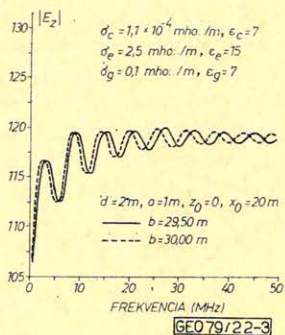
A fenti eljárással a felület eltolódása két fúróluk birtokában vizsgálható [4].

Hasonló gondolatmenettel az elgázosított sáv szélességét átvilágítással lehet meghatározni [5].

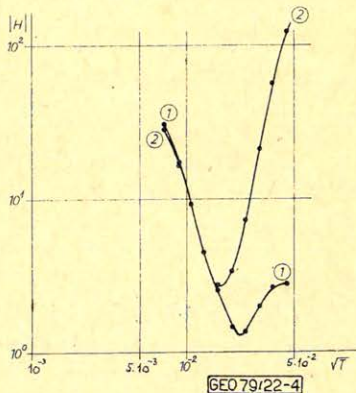
Hazai széntelepeinknél a szén és a kísérő kőzet fajlagos ellenállásában a most tárgyalt esethez hasonló négy nagyságrendes eltérés nem fordulhat elő. Elsősorban demonstrálási célkitűzéssel elkészítettünk egy ólomból és vörösrézről felépített modellt, ami a használt méretek és frekvenciák mellett a természetben 5 m vastag 150 Ω m-es szénrétegnek és 0,4 m vastag 12 Ω m-es kísérő kőzetnek felelt meg a 10,7–430 MHz természetbeni frekvenciasávot tekintve.



2. ábra Puc. 2 Fig. 2



3. ábra Puc. 3 Fig. 3



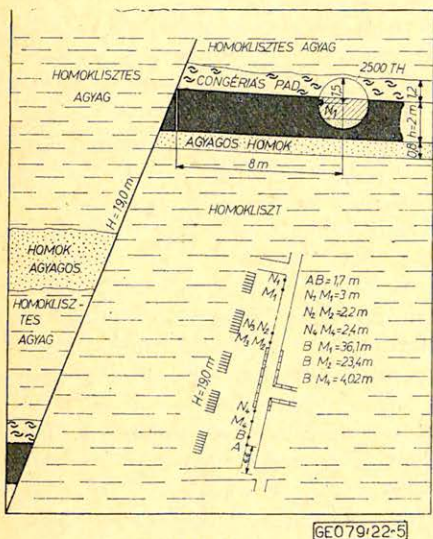
4. ábra Puc. 4 Fig. 4.

A modell anyagául azért választottunk fémeket, mert így a modellezésnél viszonylag kis frekvenciákkal – 200 – 20000 Hz – dolgozhattunk. Az adó vertikális mágneses dipólus volt és a vertikális mágneses térerősséget mértük. A méréseket az ólomblokkban levő vágatban először egyedül az ólomblokkban, majd a vörösréz lemezekkel borított ólomblokkban végeztük el ($r_m = 12$ cm; $r_t = 20$ m). A hullámvezető hatást azonban nem tapasztaltuk, mert a 4. ábra szerint azonos körülmények között a frekvencia függvényében a bemutatott két görbét kapjuk a térerősség alakulására. A vörösréz lemez hatására a mágneses térerősség a kisebb frekvenciáknál lényegesen csökkent (2 görbe). Nyilvánvalóan ez az egyszerűsített modellezés az elektromágneses csatorna hullámok létrejöttéről kialakítandó

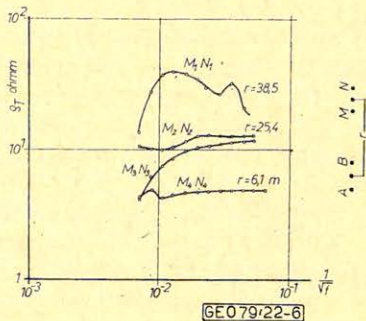
véleményünkben nem játszhat különösebb szerepet. Talán szerencsésebb lett volna több vevővel ténylegesen a csillapodást vizsgálni. Mindenesetre ennek az érdekes jelenségnek további vizsgálatára van szükség.

2. 1969-ben módunkban volt néhány, a felszínen szokványosnak megfelelő frekvencia-szondázási kísérletet végezni bányákban.

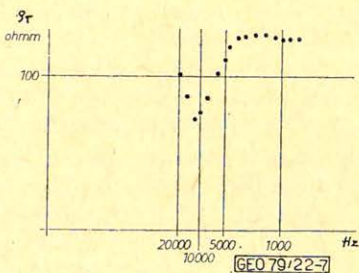
Első esetben erre az 5. ábrán bemutatott, kedvezőnek nem mondható körülmények között került sor. A vágat ugyanis a szénrétegek és a congériás pad határán haladt és az $AB-M_1N_1$ felállásnál az AB elektródák a szénrétegben az M_1N_1 elektródák pedig gyakorlatilag a congériás padban voltak. A 6. ábrán a



5. ábra Puc. 5 Fig. 5.



6. ábra Puc. 6 Fig. 6.



7. ábra Puc. 7 Fig. 7.

frekvencia-szondázási görbék változása látható az r távolság függvényében. Az $r=38,5$ m esetben a látszólagos fajlagos ellenállás frekvencia-szerinti változása jelentős és várható, hogy a görbe végén a kislekvenciás szakaszon a fajlagos ellenállás csökkenése a vető hatásának indikációja. Az $r=25,4$ m terítési távolsággal felvett görbék közül az M_3N_3 potenciál elektródák a szénpad feletti congériás részben, az M_2N_2 elektródák a széntelepben voltak.

Tisztább a kép egy vastagabb bauxitlencsében, ahol a vágattal párhuzamosan mészkőfal húzódik. Ennek hatása az $r=35$ m terítési távolsággal készült frekvencia-szondázási görbén markánsan jelentkezik (7. ábra).

A fenti példákkal csupán azt kívántam bemutatni, hogy a látszólagos fajlagos ellenállás frekvenciafüggése bányabeli méréseknél jelentős és a hangfrekvenciás tartományban is nyomozható. Törvényszerűségeinek felderítése, a megfelelő mérési és értelmezési metodika kidolgozása bizonyára segítséget jelentene a szerkezeti viszonyok meghatározásában. Mindenesetre a geometria és a frekvencia együttesen több információt adnak, mint csupán az egyik.

A szerkezetkutatáson túl az ilyen frekvenciaszondázási módszereknek a kőzetállapot időbeni változásai kimutatásában is szerepét látom, ahogy erről a földrengések előrejelzésével kapcsolatban szó esik [6]. A kőzettömegekben létrejövő mechanikai változások a fajlagos ellenállás és az anizotropia megváltozásával járnak. Frekvenciális vizsgálatoknál az információ térbeli hovatartozása a geometrián túl a frekvenciával is szabályozható. A folyamatos üzemmódra célszerűnek látszik a NME Geofizikai Tanszékén készült frekvenciaszondázó műszer mérési alapelve, amikor az elektromos adódipólus éles impulzusokat ad és a vétel helyén a harmonikusokat választjuk ki. Ezek regisztrálása megvalósítható [7].

Amennyiben a kőzettest különböző mélységekben hozzáférhető – mélyfúrás, bányavárat – egy a felszínen elhelyezett adó hullámnózájában a különböző szinten mért térerősségekből számított impedanciákból mélységintervallumok fajlagos ellenállásának megváltozása követhető nyomon.

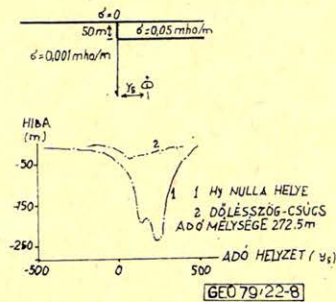
3. Néhány helyen huzamos időn keresztül figyelték a bányatérsegek elektromágneses zajait [8]. Ezek meglehetősen stabil spektrumot mutattak. A zajok ismerete egyrészt a méréshez használt frekvenciák megválasztása szempontjából érdekes, azonban közvetlen felhasználásuk is elképzelhető geofizikai célra, mint ahogy például az elektromos távezetékek terét évek óta használjuk bizonyos felszíni kutatásoknál [9]. Ilyen méréseknél nemcsak a térerősségek, hanem az irányok térbeli eloszlása is hasznos információt adhat. A kőzettestnek tulajdonképpen lehetnek saját elektromos jelei az egyenfeszültségtől a bizonyos hatásra fellépő impulzusokig terjedően. Ezeknek a természetére vonatkozóan még nem nagyon voltak vizsgálatok.

4. Visszatérő téma az elektromágneses módszerekkel végzett helymeghatározás is olyan értelemben, hogy az omlásokkal elzárt bányászok megkeresését elektromos és mágneses dipólusok terének kimérésével érjük el, illetve a térerősségek modulálásával összeköttetést teremtsenek [8]. Például a földalatti vertikális mágneses dipólus horizontális mágneses terének minimuma és vertikális mágneses terének maximuma jelöli ki az epicentrum helyét. A rétegsor anizotrópiája, inhomogenitásai a helymeghatározásban hibát okozhatnak. Ezeket sok tanulmány elemzi. Egy extrém célkitűzésnek tekinthető helymeghatározási feladat hibáit kedvezőtlen földtani felépítésű környezetben a 8. ábra mutatja [10]. Ilyenkor a hely pontos megadása a földtani felépítés ismerete birtokában történhet. Az ilyenfajta helymeghatározási feladatot túlzottan tartom. 1968 óta szerzett több éves tapasztalatunk szerint viszont a mintegy 10 méteren belüli helymeghatározás viszonylag pontosan megoldható. Többször adtuk meg bányából elferdült fúrólukak helyét mágneses adódipólus – tekercs – vagy földelt pontelektroda segítségével. Az adótekercs esetére általános térbeli helyzetre is kidolgoztuk az adó korodinátáinak meghatározását [1]. Az adó közelében dolgozva a primér tér dominál, ami nagyfokú egyszerűsítéseket tesz lehetővé. Úgy gondolom, hogy valamilyen szabványosítható, mindig kéznél levő, igen egyszerű jelforrás – akár földelhető elektromos dipólus – nagy segítséget jelentene a bányamentésben.

5. A bányatérsegek, fúrólukak környezetének valamilyen speciális szempontból történő vizsgálatára szintén több módszert ismerünk. Példaképpen említem a TELELOG-rendszert, amelynél egy felszíni váltóáramú tápdipólus vertikális elektromos összetevőjének mérése történik fúrólukban és a fúróluk környezetében nagy fajlagos ellenállású képződmények – üreg, szénhidrogéntároló réteg – kimutatására dolgozták ki [12]. A TELELOG-ot tulajdonképpen

geometriai szondázásként alkalmazzák, a kínálkozó frekvenciális lehetőség kihasználásáról nincs tudomásom.

Jól vezető képződményt viszont fúrólukból, bányából a felszíni indukciós módszerek valamilyen változtatásával kereshetünk. Célszerűen többször 10 méteres tekerestávolságokkal, 5–10 m-enkénti megállással, több frekvencián mérve a térvalós és imaginárius komponenseit [13].



8. ábra Puc. 8 Fig. 8.

A fekében és a fedőben levő inhomogenitások felderítése szintén lényeges feladat. Ebben a vonatkozásban figyelmet érdemelhetnek azok a felületi hullámok, amelyek a felszíni VLF módszernél felhasználhatóan hasonlóan a vágat felületén jönnek létre a kőzettestben vagy a bányatérsebben elhelyezett adó hatására. Speciális mikrohullámokat használó módszerek ismeretesek a feké- és fedőben levő nagy fajlagos ellenállású szénréteg vastagságának mérésére az elektromágneses hullámok visszaverődése alapján [14].

*

Az elektromágneses hullámok a rétegzett, anizotróp, inhomogén és tegyük hozzá zajokkal szennyezett, valamint torzító fémtárgyakat is tartalmazó térben meglehetősen bonyolult formában vannak jelen. Sajátságaik megértése csak az elmélet és a kísérlet kölcsönhatásával érhető el. Ahhoz tehát, hogy valamilyen helyesen megválasztott cél érdekében megfelelő elektromágneses eljárás legyen kifejleszthető a bányageofizika számára nem könnyű út vezet. Meggyőződésem azonban, hogy ezen az úton nálunk is érdemes elindulni, egyrészt a feladat fontossága, másrészt vonzó volta miatt. Tény azonban az is, hogy gyors előrehaladást a térelméleti, műszer-, és mérés technikai vonatkozások összetettsége miatt csak egy kutató kollektíva tervezett munkája hozhat.

IRODALOM

- [1] Szabó J.: Nagyfrekvenciás elektromágneses terek alkalmazása Magyarországon, Magyar Geofizika VII. 1. 1966. 51–54. o.
- [2] Wait J. R.: Note on the theory of transmission of electromagnetic waves in a coal seam, Radio Science 11. 4. 1976. 263–265. o.
- [3] Emslie A. G., Lagace R. L.: Propagation of low and medium frequency radio waves in a coal seam, Radio Science 11. 4. 1976., 253–261. o.
- [4] Holmes J. J., Balanis C. A.: Electromagnetic modeling of reflections inside an in situ gasified coal seam, Radio Science 12. 1. 1977., 33–40. o.
- [5] Holmes J. J., Balanis C. A.: Electromagnetic modeling of transmission through an in situ gasified coal seam, IEEE Transactions on Geoscience Electronics 16. 4. 1978., 308–313. o.

- [6] *Drury M. J.*: Electrical resistivity sounding as a technique for studying crustal dilatancy prior to earth-quakes, Canadian Journal of Earth Sciences 16. 2. 1979. 205–214. o.
- [7] *Takács E.*: Frekvenciaszondázás periodikus áramimpulzusok spektrumának felhasználásával. Magyar Geofizika XI. 4–5. 1970., 157–161. o.
- [8] *Geyer R. G., Keller G. V.*: Constraints affecting through-the-earth electromagnetic signalling and location technique, Radio Science 11. 4. 1976. 323–342. o.
- [9] *Takács E.*: Vizsgálatok 50 Hz-es villamos távvezetékek elektromágneses terének geofizikai alkalmazására, Magyar Geofizika (Megjelenés alatt).
- [10] *Stoyer C. H.*: Numerical solutions of the response of a two-dimensional earth to an oscillating magnetic dipole source with application to a groundwater field study, Ph. D. thesis, Pennsylvania State Univ. 1974.
- [11] *Csókás J., Takács E.*: Elferdült fűrőlyukak helyének meghatározása bányatérsegekben, A Nehézipari Műszaki Egyetem Közleményei, Bányászat 23. 1. 1976., 55–67. o.
- [12] *Desbrandes R.* és tsai: Telelog spots oil strata 3000 feet away from wellbore. World Oil, Sept. 1971. 58. o.
- [13] *Lebedkin L. V., Vosztreceov R. N.*: Szkvazsinnoje dipolnoje magnitnoje profilirovanie. Geofiziceszkoe priborosztroenie 33. 1967.
- [14] *Ellerbruck D. A., Belsler D. R.*: Electromagnetic technique of measuring coal layer thickness, IEEE Transactions on Geosciences Electronics 16. 2. 1978. 126–133. o.

Lapszemle

Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica, 14. kötet, 3. füzet, 1979.

Asszonyi Cs. – Kapolyi L. – Richter R.: Kőzetjellemzők laboratóriumi meghatározása. I. Egytengelyes kompressziópróbák (angolul), 313–340. old.

Asszonyi Cs. – Kapolyi L. – Huszár I.: II. Kőzetjellemzők meghatározása rheológiai folyás-vizsgálatokkal (angolul), 341–359. old.

Asszonyi Cs. – Huszár I. – Richter R.: III. Kőzetjellemzők meghatározása relaxációs tesztekkel (angolul), 361–377. old.

Asszonyi Cs. – Huszár I. – Kapolyi L.: Háromtengelyes törési tesztek (angolul), 379–402. old.

Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 112. évf. 4. sz. 1979. ápr.

Gidaí L.: Az eocén kőszén kutatási lehetőségei a Mány–Zsámbék közötti területen, 268–271. old.

Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 112. évf. 5. sz. 1979. máj.

Bánhegyi Mihály: A Mecseki Szénbányák kutatási osztályának 25 éves tevékenysége és mai feladatai, 295–303. old. A cikk a Kutatási Osztály 25 éves jubileuma alkalmából áttekintő képet ad az osztály eddig végzett és jelenleg folyó kutatásairól. Ennek keretében kitér a bányageofizikai kutatásokra is. Kifejti, hogy az utóbbi években az osztály geofizikai kutatásaival szemben fokozottabb vállalati és országos igények merültek fel.

Szabó János – Géresi Gyula: Szelektív gamma-gamma mintázás a bányászatban, 331–334. old. A tanulmány a szelektív gamma-gamma módszernek a miocén korú szubvulkáni andezitekhez és az ezek környezetében elhelyezkedő szkarnos képződményekhez kapcsolódó, hintett rézércesedés kimutatására való felhasználásának néhány tapasztalatát tárgyalja.

Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 112. évf. 6. sz. 1979. jún.

Kis Miklós – Koczor László: Néhány észrevétel a robbantási munkák szeizmikus hatásához (A Központi Bányászati Fejlesztési Intézet közleménye), 407–411. old.

A bányászatban régi törekvés, hogy a robbantási technológiát konkrét mérőszámmal jellemezzék. Erre az ún. szeizmikus rezgési sebességet használják és a szerzők ennek számíthatóságát tárgyalják. Együttal ismertetik a kőolajkutatásban a robbantásos szeizmika helyett újabban előnyösen alkalmazott ún. „vibroiseis” eljárást, mely reményt nyújt a szeizmikus hatás okozta károk csökkentésére, illetve megelőzésére.

T. G.

Hartner Mihály

1921 – 1979

Ismét egy lelkes, áldozatkész tagtársunk távozott el körünkől. Váratlanul elhunyt Hartner Mihály, a Sopronban végzett, első geofizikusmérnökök doyenje.

Hartner Mihály 1921. augusztus 4-én született Ágfalván. Négy gimnáziumi osztály elvégzése után molnár szakmát tanult és 1942-ben segédlevelet szerzett. 1942-től a hábrú végéig hajózó távirásként katonai szolgálatot teljesített. 1949-ig Budapesten a Schmidt és Császár Gőzmalomban dolgozott, de közben már járt a Műszaki Főiskola előkészítő tanfolyamára. 1949-től a Műszaki Egyetem Földmérőmérnöki Karának hallgatója, ahol 1953-ban szerzett geofizikusmérnöki oklevelet. Egyetemi tanulmányainak befejezése után a Műszaki Egyetem Földmérőmérnöki Kar Geofizikai Tanszékére nevezték ki tanársegédnek. Itt, a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karának tanszékévé vált munkahelyen dolgozott adjunktusként Sopronba való visszatéréséig, 1974-ig. Közben 1956-tól 1959-ig három éven keresztül a magyar geofizikai expedíció tagjaként Kínában dolgozott, ahol a tellurikus mérések kiértékelésében, értelmezésében vett részt. Tevékenysége elismeréseként 1959-ben a Kínai – Magyar Barátság Érdeméremmel tüntették ki. 1974-től 1978-ig a Magyar Állami Földtani Intézet Nyugat-magyarországi Területi Földtani Szolgálatánál dolgozott. 1974-ben „A földtani kutatás kiváló dolgozója” kitüntetésben részesült. 1978-ban megromlott egészségi állapotára való tekintettel nyugdíjazását kérte.

A Magyar Geofizikusok Egyesületének megalakulásától tagja, 1960-tól az Egyesület Alföldi Csoportjának titkára. Ebben a minőségben Miskolcra való elköltözéséig dolgozott Egyesületünkben.

Életpályáján végigtekintve sok nehézséget kellett legyőznie, nem volt könnyű élete. De mi, akik közelebbről ismerhettük, tudjuk, hogy a nehéz helyzetekben is mindig megőrizte józanságát, embersége, bölcsessége segítette, hogy megtalálja a megfelelő megoldást. A megérdemelt, boldog évek számát a kegyetlen sors rövidre szabta, de barátai, munkatársai, ismerősei továbbra is híven őrzik emléket.

Miska bátyánk, fájó szívvel búcsúzunk Tőled.

Bencze Pál

Lendvai Károly kollégánk 1979. június 24-én meghalt.

Elemi és középiskolai tanulmányait szülővárosában, Székesfehérvárott végezte el, majd a budapesti tudományegyetem bölcsészeti karán német – angol – olasz szakot hallgatott 1932-ig.

A M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézetbe 1949-ben lépett be. Bölcsész-doktori diplomát hozott magával 1946-ból, rendkívül gazdag nyelvtudást és olyan közszolgálati gyakorlatot, amelyet az egész geofizikus szaktársadalom javára gyümölcsöt tetett. Gyors szakmai átképzés után alkotóan bekapcsolódott a szeizmikus kutatásokba. Munkatársainak a külföldi szakirodalom megismerésével segített, miközben maga is jó néhány publikációt készített. Ezek közül említésre méltó a Magyar Geofizikusok Egyesületének kezdeményezésére összeállított Geofizikai Értelmező Szótár „Szeizmika” füzeté. A Mecsek környéki kutatásokban végzett gondos elemző munkáját a mai szakemberek is kiindulási alapnak tekintik. Részt vett a kínai kutatásokban is, ezután kapta meg 1959-ben a Kínai Népköztársaság „Barátság” emlékérmét. 1965-ben elnyerte a „Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója” kitüntetést.

1967-től kezdődően olyan szintetizáló, belföldi és külföldi kapcsolatokat művelő munkakörben dolgozott, amelyben még többen megismerték műveltségét, hatásos ügyintézését és nem utolsósorban mindig szolgálatkész ügybuzgalmát.

1976-ban ment nyugdíjba, de nem szakadt el korábbi munkakörétől, még megromlott egészségével is, amíg tehetett, dolgozott és mindenkinek rendelkezésére állt, mert azok közé tartozott, akik szerették azt, amit csináltak.

Főleg az idősebb kollégák tudják, hogy milyen eredményesen és barátságosan, ámde szerényen dolgozott velünk 30 éven át, hogy sokak szívében tovább él országhatárokon túl is és minden bizonnyal megmarad emléke a magyar geofizika történetében.

Salamon Batur

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Л. Ньергеш – А. Миндсенти:</i> Исследование характеристик залежей бокситов по результатам глубинного бурения и его значение в промышленном исследовании бокситов	161
<i>П. Эгерсезги:</i> Обработка информационного материала угольного каротажа для целей добычи угля	167
<i>Ланди К. – М. Лантош – З. Надь:</i> Обработка данных магнитотеллурической системы, управляемой вычислительной машиной	180
<i>Ж. Комлоши:</i> Выявление слоев с аномальным давлением по данным каротажа в практике ОГИЛ	186
<i>Е. Такач:</i> О некоторых возможностях применения электромагнитных методов в шахто-геофизике	192
Обзор журналов и книг	179, 185, 198
Некрологи	199, 200

CONTENTS

<i>L. Nyerges – A. Mindszenty:</i> Investigation of characteristics of bauxite bedding by means of geophysical measurements and their importance for the industrial bauxite exploration	161
<i>P. Egerszegi:</i> Processing of information material of coal well logging for mining purposes	167
<i>I. Landy – M. Lantos – Z. Nagy:</i> Data processing of a computerized magnetotelluric system	180
<i>Zs. Komlósi:</i> Prediction of layers with anomalic pressure based on well logging data in the practice of OGIL	186
<i>E. Takács:</i> Some application possibilities of electromagnetic methods in mining geophysics ..	192
Reviews of books and periodicals	179, 185, 198
Necrologues	199, 200

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

A szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. Telefon: 429–754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat. 1073 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 429–350. Levélcím: 1906 Budapest. Pf. 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

79.658. Állami Nyomda, Budapest, Felelős vezető: Bresztovszky Péter

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507

