

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1972. XIII. ÉVFOLYAM, 6. SZÁM

MAGYAR GEOFIZIKA
a **MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE** folyóirata

XIII. évfolyam

6. szám

Szerkesztőség

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

TARTALOMJEGYZÉK

Felelős szerkesztő

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

Szerkesztő bizottság

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

<i>Nagy Zoltán:</i> A Kisalföldön végzett geoelektromos mérések helyzete, eredményei és problémái	209
<i>Márton Péter—M. Szalay Emő:</i> Paleomágneses mérések a Tokaj-hegységben	219
<i>Takács Ernő:</i> A magnetotellurikus impedancia-tenzor polárdiagramjai használatának földtani jelentősége	227
<i>Deres János:</i> Rétegmegnyitás üreges (jet) töltetekkel, a rétegmegnyitási feladat leírása	236
Lapszemle	B 3

Felelős kiadó

SALA SÁNDOR
igazgató

Index: 26 507

MAGYAR GEOFIZIKA

Felelős szerkesztő: Dr. Sebestyén Károly

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

Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató

Terjeszti: **MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE**

Megjelenik évente hatszor

Megrendelhető egész évre 60,- Ft előfizetési áron, mely összeg a MTESZ 232-00171-2494
csekkszámájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

72.1407. Állami Nyomda, Budapest

A Kisalföldön végzett geoelektromos mérések helyzete, eredményei és problémái

N A G Y Z O L T Á N

A Kisalföldön végzett korábbi geoelektromos mérések eredményeinek újraértékelése és más geofizikai adatokkal történt összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a nagy fajlagos ellenállású mezozoós karbonátokkal lefedett idősebb korú rétegekben nemcsak a Bakony előterében, hanem a mihályi kristályos gerincvonulaton is kimutathatók kisellenállású képződmények. A műszerek korszerűsítésével és a mérések frekvenciatartományának megnövelésével a geoelektromos mérések a harmadidőszaki üledéksor vastagságának meghatározásán kívül a kisellenállású aljzatra települő mezozoós rétegsor vastagságviszonyainak vizsgálatára is lehetőséget adnak.

Повторная интерпретация результатов электроразведочных работ, ранее проведенных на территории Малой венгерской низменности, а также сопоставление их с другими геофизическими данными позволили выявить формации, характеризующиеся пониженными величинами удельного сопротивления в пределах древних пластов, покрытых мезозойскими карбонатами, отличающимися высокими величинами сопротивления, не только в предгорной зоне гор Баконь, но и в кристаллическом массиве Мухай. Благодаря усовершенствованию измерительной аппаратуры и расширению частотного диапазона измерений, электроразведочные работы дали возможность, кроме определения мощности третичной осадочной части, изучать также мощность мезозойской толщи, залегающей на основании, характеризующейся пониженными величинами удельного электрического сопротивления.

Auf Grund der Reinterpretierung der früher in der Kleinen Ungarischen Tiefebene durchgeführten geoelektrischen Messungen und durch den Vergleich derer mit anderen geophysikalischen Daten kann man feststellen, dass in den mit mesozoischen Karbonaten hohen spezifischen Widerstandes bedeckten älteren Schichten nicht nur im Vorgebiet des Bakonys, sondern auch am kristallinen Rückenzug von Mihályi Bildungen von kleinerem Widerstand nachgewiesen werden können. Infolge einer Modernisierung der Instrumente und einer Erhöhung des Frequenzbereiches der Messungen sind die geoelektrischen Messungen im Stande, nebst der Dickenbestimmung der triassischen Schichtenfolge auch für eine Untersuchung der Dickenverhältnisse der mesozoischen Schichtenfolge — die auf das Grundgebirge mit niedrigem Widerstand gelagert ist — eine Möglichkeit darzubieten.

Szénhidrogénkutatás szempontjából a Kisalföld geoelektromos módszerekkel felmértelen területnek számít. A harmadidőszaki medencealjzat geoelektromos módszerekkel történő területi kutatása a 60-as évek folyamán a Nagyalföld és a Dunántúl D-i, DNy-i területein kötötte le a Geofizikai Intézet és az OKGT GKÜ mérőcsoportjait.

A Kisalföld medenceszerkezetének regionális vonásait a refrakciós mérések tárták fel a 60-as évek első felében. A refrakciós mérések eredményei, problémái és az ezekből levont következtetések azonban ráirányították figyelmünket néhány földtani, ill. módszertani kérdésre, amelyek részletesebb vizsgálatára célszerűnek látszott a refrakciós szeizmikus mérések területén utólag geoelektromos mérések elvégzése.

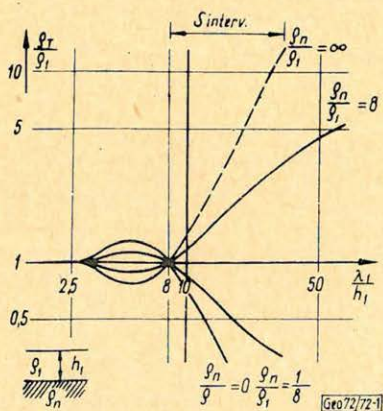
A mihályi gerinctől K-re eső területrészekben információkra volt szükség a mezozoós képződmények vastagsága, elterjedési határa és a szeizmikus határfelületekkel való azonosítása pontosabb megismerésére. [OKGT SZKÜ 84. sz. jelentés.]

Feltételezzük, hogy a mezozoós képződmények ill. a mihályi gerincen fúrásokból megismert paleozoós kristályos kőzetek fajlagos ellenállásának mérhető különbsége esetén ezek a képződmények geoelektromos mérések útján elválaszthatók.

A mérésekre a magnetotellurikus szondázások módszere látszott legalkalmasabbnak. A magnetotellurikus módszernél a földi elektromágneses tér elektromos és mágneses komponenseinek oszcillációit regisztrálják. Ebből meghatározható az üledékes öszlet bemenő impedanciájának frekvencia-függése. Ez az ún. magnetotellurikus szondázási görbe. A görbe ordinátái az aktuális periódusidőhöz tartozó látszólagos ellenállást adják. A periódusidő növekedésével növekszik az elektromágneses hullám mélybehatolása. A szondázási görbe alakja a rétegsor geológiai felépítésére jellemző.

Az üledékes medencéknek geoelektromos szempontból klasszikus modellje a homogén fajlagos ellenállású fedőrétegsorral letakart nagyellenállású medencealjzat a felszíntől H mélységben. Ennek a modellnek elméletileg megfelelő szondázási görbére jellemző (1. ábra), hogy olyan hullámhosszaknál, ahol $\lambda_1 < 2,5H$, a $\rho_T = \rho_1$; ahol, pedig $\lambda_1 > 8H$, $\lim \rho_T = \rho_n$. A $2,5 < \frac{\lambda}{H} < 8$ intervallumban jelentkező ún. reflexiós szélsőérték amplitúdója csak a ρ_n/ρ_1 hányadostól függ.

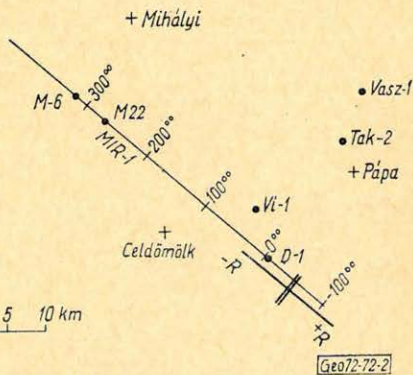
+ Csorna



1. ábra. A kétréteges modell magnetotellurikus elméleti görbéi

Фиг. 1. Теоретические кривые МТЗ для двуслойной модели строения

Fig. 1. Magnetotellurische theoretische Kurven des zweischichtigen Modells



2. ábra. A mérések helyszínrajza

Фиг. 2. План местности района работ; 1 - Карьер базальтов

Fig. 2. Lageplan der Messungen 1) Basaltgrube

A $\lambda_1 > 8H$ tartományban a görbe meredeksége az aljzat fajlagos ellenállásának függvénye. Ennek a görbeágnak vizsgálata ad lehetőséget a medencealjzat ellenállásváltozásainak kimutatására [Bergyisevskij 1968].

A mérések szükségességét 1966-ban vetették fel, ekkor azonban a hazai piacon még nem voltak magnetotellurikus mérésekhez szükséges műszerek. Mérésekre az OKGT GKÚ ezért az NME Geofizikai Tanszéknek adott megbízást, mivel a Tanszék saját építésű műszerekkel rendelkezett. Ehelyről is szeretném kiemelni, hogy a terület megismerésében a Geofizikai Tanszék mérései nagy jelentőséggel bírtak.

A Geofizikai Tanszék mérései 1966 – 67-ben a *MiR-1* jelű szeizmikus vonalon a mihályi gerince felett és a Dabrony-Nagyalásony térségben történtek.

1967-ben az OKGT GKÜ a vonal további szakaszain és a környező mélyfúrásokon végzett frekvenciaszondázásokat, ill. tellurikus állomáspon-t-mérést (2. ábra) [NME 1966; NME 1967; Lantos – Nagy 1967].

A mérések eredményeiről és a következtetésekről már korábbi egyesületi üléseken és publikációkban is beszámoltunk. Ezért a mérések részletes ismertetése itt nem aktuális. Annyit szükséges az eredményekről megemlíteni, hogy a Bakony előterében az eltemetett mezozoós rögökön mért görbék lényegesen eltértek a mihályi kristályos gerincen mért görbéktől. Ez lehetőséget adott a harmadidőszaki medencealjzaton belül eltérő geológiai tulajdonságokkal rendelkező kőzetek elhatárolására. [Lantos – Nagy 1970.]

A mérések óta eltelt években az MT módszer alkalmazásával az ország más területein is tapasztalatokat szereztünk, felhasználva a módszer továbbfejlesztésében elért külföldi és hazai eredményeket is. Ezekre a tapasztalatokra alapozva a korábbi kislélföldi mérési adatok ismételt vizsgálata több új információt szolgáltatott. Ezek új megvilágításba helyezik a harmadidőszaki medencealjzatról, mint geofizikai vezérszintről kialakult elképzelést és ezzel együtt új módszertani szempontokat adnak az aljzat geoelektromos kutatásához. Meghatározhatóak azok a földtani feladatok, melyek megoldására a területen további mérések elvégzése célszerű lehet.

I. A Bakony előterében végzett kutatások következtetései

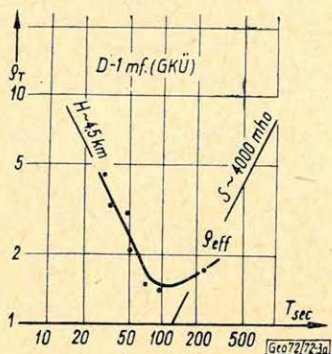
A geoelektromos mérésekkel – legyen az egyenáramú mélyszondázás vagy magnetotellurikus mérés –, ha az üledéksor aljzatát nagyellenállású képződmény alkotja, közvetlenül meghatározható a fedőrétegsor eredő vezetőképessége. Az eredő vezetőképességet az aljzatot elért mélyfúrásokon mérve, a fúrási mélységadatból a vezetőképesség ismeretében kiszámítható az üledéksor átlagos fajlagos ellenállása is. Az ilyen, fúrásokon végzett vezérszintazonosítás a mély-segtérképek kiszámításához szükséges.

A magnetotellurikus méréseknél eddig feltételezték, hogy a 20–60 sec periódusidejű rezgésekből – melyekre igen gyakori előfordulásuk miatt a megfigyelések zöme irányul – általában közvetlenül meghatározható az eredő vezetőképesség a szondázási görbe széles periódustartományban való felvétele nélkül. Ez jelentős idő- és költségmegtakarítást is jelent. Ez a feltevés csak az 1. ábrának megfelelő görbékre érvényes, ha a kiválasztott periódusidő a meredeken emelkedő görbeágra (az ún. S intervallumba) esik. Az eljárás az impedancia-ellipszisek módszereként vagy magnetotellurikus szelvényezés elnevezéssel ismert [Bergyicsevszkij 1968].

A Bakony előterében mért MT szondázások a 20–60 sec periódustartományban nem emelkedő, hanem süllyedő görbeágot határoztak meg. Tipikus példákat mutat erre a 3. a. és 3. b. ábra. Ezek a szondázási görbék kisellenállású képződményt jeleznek, amely a felszín alatt kb. 5 km mélységben helyezkedik el. A görbéken a terület geológiai adatai alapján várt emelkedő ág – amely a vastag, nagyellenállású triász mészkő, vagy dolomit réteget jelezné – nem tapasztalható, holott az ugyanezen a területen mért egyenáramú szondázás görbéje ezt határozottan mutatta (4. ábra).

A 20–60 sec periódusú oszcillációk tehát nem tartoznak itt az S tartományba. Ezekből nem a triászt fedő rétegsorra jellemző átlagellenállás és vezetőképesség számítható. Ez egyben azt is jelenti, hogy ebben a térségben, ha szokásos tellurikus mérésekkel végeznénk kutatást, a térképek nem a mezozoikum kőzeteinek felszínéről adnának információt.

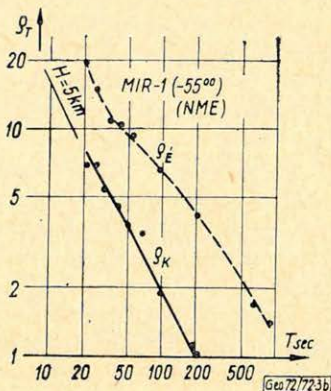
Ez a konkrét probléma irányította figyelmünket más területeken is arra, hogy a fúrásokon végzett vezérszint-azonosítást a magnetotellurikus szondázási görbe és a fúrásban felvett elektromos karotázsszelvény alapján számított paraméterek egyeztetésével végezzük (5. ábra) [Nagy Z. 1971].



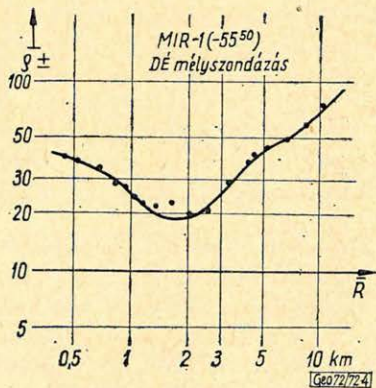
3/a. ábra A Dabrony-1 mf-on mért q_{eff} MT szondázási görbe

Фиг. 3/а Кривая МТЗ q_{eff} , полученная на скважине Дабронь-1

Fig. 3/a. Magnetotellurische q_{eff} -Sondierkurve gemessen an der Tiefbohrung Dabrony-1



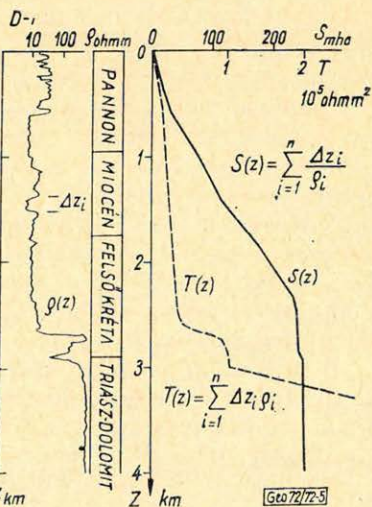
3/b. ábra A MiR-1 vonal -5500 pontján mért q_E és q_K magnetotellurikus görbék
Фиг. 3/б Кривые МТЗ q_E и q_K , полученные в пункте наблюдения -5500 профиля МиР-1
Fig. 3/b. Magnetotellurische q_E und q_K Sondierungskurven gemessen am -5500 Punkt der Linie MiR-1



4. ábra. A MiR-1 vonal -5500 pontján mért DE szondázás görbéje

Фиг. 4. Кривая ДЭЗ, полученная на пикете -5500 профиля МиР-1; 1 - Карьер базальтов

Fig. 4. DE-Sondierungskurve, gemessen am -5500 - Punkt der Linie MiR-1; 1) Basaltgrube



5. ábra. A Dabrony-1 mf elektromos karotázsszelvényből számított $S(z)$ - és $T(z)$ -diagram

Фиг. 5. Диаграммы $S(z)$ и $T(z)$, вычисленные по кривой электрического каротажа скважины Дабронь-1

Fig. 5. $S(z)$ - and $T(z)$ -Diagramme, berechnet aus dem Karottage-Profil der Tiefbohrung Dabrony-1

A szondázási görbékéből meghatározható eredő vezetőképességet (S), ha a karotázs-szelvény alapján a rétegsor fajlagos ellenállásának vertikális eloszlása – $\varrho(z)$ – adott, a következőképpen számítjuk ki:

$$S = \int_{z=0}^H \frac{dz}{\varrho(z)},$$

ahol H a feltételezett vezérszint-mélység, z a felszíntől számított mélység. Az vastagságú rétegek esetén:

$$S = \sum_{i=1}^N \frac{\Delta z_i}{\varrho_i}, \quad n \text{ a rétegek száma.}$$

A számításból megszerkeszthető egy kumulatív tulajdonságokat mutató ún. $S(z)$ -diagram, amely a mélységgel monoton emelkedik, és az eltérő fajlagos ellenállású összeteteket a görbe törései jelzik. Egy-egy szakasz meredeksége a mélységintervallumhoz tartozó átlagos fajlagos ellenállást jelzi. A kumulatív $S(z)$ -diagramból egyértelműen kitűnik, hogy egy rétegsor a magnetotellurikus mérésnél hány réteges szondázási görbével oldható meg.

A vezérszint-azonosítás problémái miatt az utóbbi időben több területen megvizsgáltuk a magnetotellurikus adatokat, hogy jeleznek-e üledékes összeteben ún. árnyékoló (másodlagos vezérszintként jelentkező) rétegeket.

Bergyicsevszkij munkája nyomán ismert, hogy az üledéksorba települt és a környezetéhez képest ugrásszerűen megnövekedett harántellenállású réteg ($T = h\rho$), ha dőlésszöge egy kritikus értéket meghalad, a dőlés síkjában polarizált elektromágneses hullámokat teljesen visszaverheti. Ezzel olyan hatást okoz, mint a nagyellenállású aljzat. Ez a jelenség ugyanott a csapásirányban polarizált hullámokra nem lép fel, a réteg ebben az irányban „átlátszó”. A 6. ábrán árnyékoló rétegre megszerkesztett szondázási görbéket látjuk. ϱ_x a dőlés, ϱ_y a csapásirányú elektromos komponensből számított görbe. Az árnyékolás a magasabb frekvenciákra élesebben jelentkezik, alacsony frekvenciákon, vagyis a periódusidő növekedésével fokozatosan csökken.

Az 5. ábrán a Dabrony – 1 mf. karotázs-szelvényéből az $S(z)$ -diagrammal analóg módon megszerkesztett $T(z)$ diagramot látjuk. Itt

$$T = \sum_{i=1}^n \Delta z_i \varrho_i, \quad n \text{ a rétegek száma.}$$

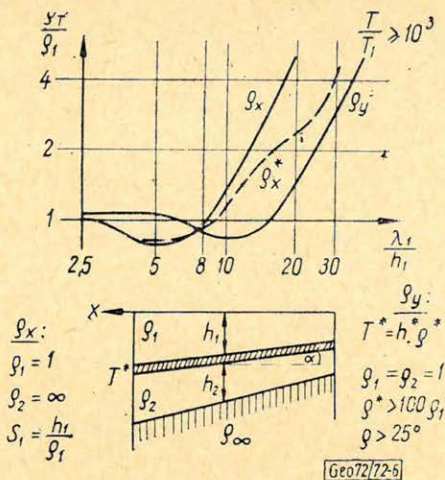
A 2600 m, ill. 3000 m-ben jelentkező ugrásszerű T -változás az elektromágneses hullámok számára jól reflektáló szinteket jelent.

A dabronyi fúrásból származó adatokat figyelembe véve, megszerkesztettük a fúrásra vonatkozó MT szondázási görbéket két változatban.

1. Ha a triász dolomit alatt nem volna kis ellenállású réteg;
2. ha a felszín alatt 5 km mélységben θ , ill. 1,3 ohmm fajlagos ellenállású réteg van (7–8. ábra).

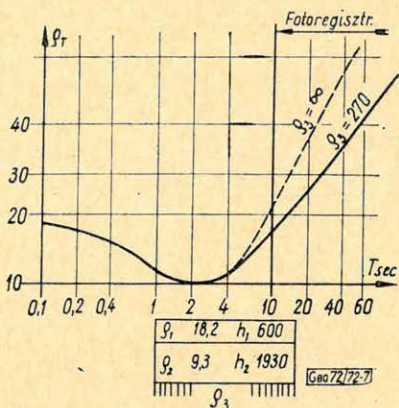
Mindebből az alábbi következtetést vontuk le:

a) A geoelektromos mérések szempontjából nagyellenállású vezérszint ezen a területrészen a felső kréta összeteben a szenon-turon határ felett kb. 100 m-rel kezdődő nagyellenállású réteg. Ahol a kréta hiányzik, ott nagy ellenállású vezérszint a triász-dolomit felszíne.



6. ábra. Arnyékoló réteg MT görbéi [Bergyicsevszkij nyomán]

Фиг. 6. Кривые МТЗ экранирующего пласта (по Бердичевскому); 1 – почва; 2 – пузырьчатые базальты; 3 – туфовые или разложившиеся базальты; 4 – базальты
Fig. 6. Magnetotellurische Kurven einer Abschirmungsschicht (nach Bergyicsevszkij) 1) Oberflächenboden, 2) Blasiger Basalt, 3) Tuffen-Basalt oder zerlegter Basalt, 4) Basalt



7. ábra. A Dabrony-1 mf-ra vonatkozó elméleti MT görbe, ha az aljzat szigetelő

Фиг. 7. Теоретическая кривая МТЗ для скважины Дабронь-1, при наличии изолирующего основания

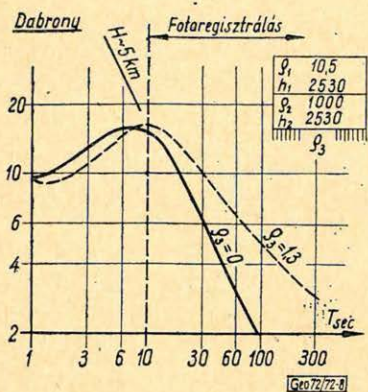
Fig. 7. Theoretische magnetotellurische Kurve bezüglich der Tiefbohrung Dabrony-1 wenn das Grundgebirge isolierend ist

b) A vezérszintet jelző emelkedő görbeág azonban a kisellenállású mélybeli réteg jelenléte folytán a megszokott 20–60 sec periódustartományban nem található meg, hanem az 1–10 sec periódustartományban van. Ezt a frekvenciatartományt az elavult fotoregisztrációs műszerekkel mérni jelenleg nem lehet. Korszerű, mágnesszalagos, széles frekvenciatartományú MT műszerrel ezen a területen, mind a mezozoikum felszíne, mind a nagyellenállású karbonátos rétegsor lehetséges vastagságát indikáló jól vezető réteg kutatható volna.

c) A magnetotellurikus módszerrel tehát mind a harmadidőszaki üledékek vastagságáról, mind pedig a mezozoikum vastagság viszonyairól információkat kaphatunk. A MIR-1 vonal –50⁰⁰ vonalkarójának körzetében a dolomit maximális vastagságára kb. 2500 m-t kaptunk. A dabronyi fúrás talpmélysége 500–600 m-rel lehet adataink szerint a dolomit talpmélysége felett.

II. A Kisalföld palozoós kristályos kőzetein végzett MT szondázások adatainak vizsgálata

Az M-6 és M 22 mélyfúrásokon – melyek a pannonkorú rétegek alatt 1459, ill. 2387 m-ben paleozoós fillitet értek el – a szondázási görbék a 20–60 sec periódustartományban már nagyellenállású aljzatnak megfelelő emelkedő görbét jeleztek. Erre a periódustartományra számított vezetőképesség 450–650 mho, ami ha a fillitet elfogadnánk a ρ_∞ vezérszint kezdetének, a pannon üledéksorra 3–4 ohmm átlagos fajlagos ellenállást eredményezne. Ez a dabronyi fúrás adataihoz és más területekről kapott adatokhoz képest is a szokásosnál jóval kisebb érték, vagyis az üledékvastagsághoz viszonyított vezetőképesség nagy.



8. ábra. A Dabrony – 1 mf-ra vonatkozó elméleti MT görbe, ha az aljzat $H = 5$ km-ben kezdődő jól vezető képződmény

Фиг. 8. Теоретическая кривая MT для скважины Дабронь – 1 для случая, когда основание представлено хорошо проводящими образованиями, начинающимися на глубине $H = 5$ км

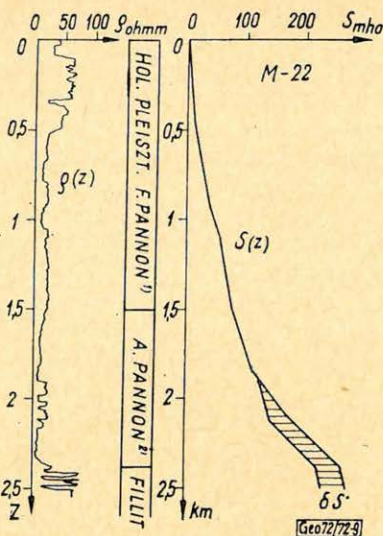
Fig. 8. Theoretische magnetotellurische Kurve bezüglich der Tiefbohrung Dabrony – 1, wenn das Grundgebirge eine in $H = 5$ km einsetzende gut leitende Bildung darstellt

Az $M - 22$ karotázs szelvényéből számított $S(z)$ -diagram, figyelembe véve a közelítésből származó hibákat is, csak $230 - 270$ mho vezetőképességet ad a fillit felszínéig (9. ábra). A bizonytalanság elsősorban az alsó pannon rétegsorban $2100 - 2300$ m mélységben települő kisellenállású réteg valódi fajlagos ellenállásának pontatlan ismeretéből származik. $S(z)$ -ből a harmadidőszaki összetétel átlagos fajlagos ellenállása $9 - 10$ ohmm, ami megfelel a korábbi adatainknak. Ebből az következik, hogy a fillit felszíne alatt még vezető rétegek lehetnek jelen a paleozóos kőzetekben.

A karotázsszelvények vizsgálata is erre utal. A fillitben felvett kb. 100 m-es szelvényhosszon a maximális fajlagos ellenállás csak 70 ohmm, egészen kis ellenállású közbetelepült vékony rétegsíkokkal. A $20 - 60$ sec intervallumban jelentkező emelkedő görbeág már a fillit alatt települt nagyellenállású kőzeteket jelzi.

Az $M - 6$ és az $M - 22$ mélyfúrások között a MiR – 1 vonal 281^{00} vonalkarójánál mért közel dőlés- és csapásirányú MT szondázási görbék ennek az elképzelésnek alátámasztására igen fontos adatokkal szolgáltak (10. ábra).

A dőlésirányban mért ρ_k görbe vezérszintje a $20 - 60$ sec periódusoknál a fillit, melynek nagyellenállású padjai – a refrakciós mérések szerint ezen a vonalszakaszon 30° -nál is meredekebb dölések miatt – árnyékoló hatásúak. A görbe lefutása megfelel a 6. ábrán bemutatott ρ_x^* görbének. A csapásirányú



9. ábra. Az $M - 22$ mf elektromos karotázsszelvényéből számolt $S(z)$ -diagram

Фиг. 9. Диаграмма $S(z)$, вычисленная по кривой электрического каротажа скважины $M - 22$ 1 – верхний паннон; 2 – нижний паннон

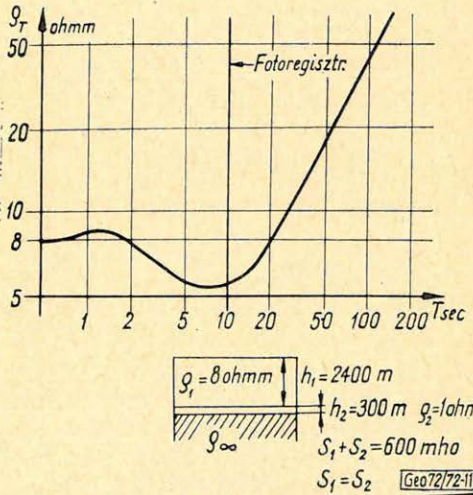
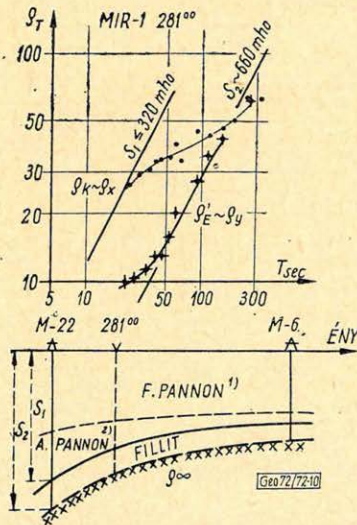
Fig. 9. $S(z)$ -Diagramm, berechnet aus dem Karottageprofil der Tiefbohrung $M - 22$ 1) Oberpannon, 2) Unterpannon

ρ_E görbe viszont a ρ_∞ ellenállású, mélyebben fekvő paleozoós kristályos tömegeket jelzi. Az előbbi állítást támasztja alá, hogy a ρ_k görbe kezdő szakasza a fillitig kb. 280–320 mho vezetőképességet jelez. Ez megközelíti az $M-22$ fúrás kőartás-szelvényéből kapott adatokat. A ρ_E görbe a ρ_∞ vezérszintig még további kb. 300 mho vezetőképességet ad a fillit felszíne alatti rétegekre.

Ebből arra következtethetünk, hogy a Bakony előterében a mezozoikum nagyellenállású kőzettömege alatt kimutatott csökkent ellenállású rétegekhez hasonlóan még a mihályi gerincen is találunk a paleozoós kőzettömeg felső intervallumában a vártnál kisebb ellenállású rétegeket!

Ez az állítás, bár első pillanatra a váratlanossággal ellentétesnek tűnik, lényeges következtetésekre vezet. Beilleszthető a korábbi ismeretek alapján kialakított képbe és magyarázatot ad több olyan részletkérdésre, amelyre eddig nem rendelkezünk megfelelő értelmezéssel.

Az $M-22$ mf. kőartás-szelvénye alapján feltételezzük, hogy a mihályi gerincen megfúrt fillit eredő longitudinális fajlagos ellenállása kicsi annak ellenére, hogy árnyékoló hatást okozó nagy ellenállású vékony rétegek is részt vesznek, a felépítésben. A Bakony-hegységben paleozoós filliten végzett egyenáramú szondázások a fentiekől függetlenül hasonló eredményre vezettek. [Szabadváry-Ráner 1972.] Metamorf kőzetekre vonatkozó hasonló ellenállás-adatokra külföldi példákat is ismerünk. [Keller 1968.]



10. ábra. A $MiR-1$ vonal 281^{00} pontján mért MT görbék a fúrásokból és a refrakciós mérésekből szerkesztett geológiai szelvényvel
 Фиг. 10. Кривые $MTЗ$, полученные на пикете 281^{00} профиля $MuP-1$, с геологическим разрезом, построенным по данным бурения и по результатам $KMЭB$ 1 – верхний паннон; 2 – нижний паннон
 Fig. 10. Magnetotellurische Kurven gemessen am Punkt 281^{00} der Linie $MiR-1$ mit dem aus den Bohrungen und refraktionsseismischen Messungen konstruierten geologischen Profil. 1) Oberpannon, 2) Unterpannon

11. ábra. Az $M-22$ mf geológiai szelvényre vonatkozó elméleti MT görbe (ρ_y)
 Фиг. 11. Теоретическая кривая $MTЗ$ (ρ_y) для геологического разреза скважины $M-22$ mf

Fig. 11. Theoretische magnetotellurische Kurve (ρ_y) bezüglich der geologischen Profile der Tiefbohrung $M-22$ mf

Megvizsgáltuk az olyan modellnek megfelelő magnetotellurikus szondázási görbét, ahol az $M-22$ mf-nak megfelelően $\rho_1 = 8$ ohmm fajlagos ellenállású fedőrétegsor alatt 2400 m-ben 300 m vastag fillit települ $\rho_2 = 1$ ohmm eredő longitudinális fajlagos ellenállással a ρ_∞ aljzatra. (Ezzel ekvivalens görbét kapunk 1000 m fillit vastagságra is, ha $\rho_2 = 3,3$ ohm. A 11. ábrán bemutatott szondázási görbén a fotoregisztrálással mért periódus-tartományban már a nagyellenállású aljzatot jellemző emelkedő görbeág helyezkedik el, megfelelően – mért adatainknak. A kisellenállású rétegre jellemző görbeszakasz a rövid periódusoknál ($0,8 \leq T \leq 7$ sec) jelentkezik, melyek kiesnek a jelenlegi mérések tartományából.

Feltehető a kérdés, hogy milyen fizikai-geológiai magyarázat adható a fillit vezetőképességére. Ezzel kapcsolatban utalni kell arra, hogy a Bakony előterében kimutatott jólvezető réteg mibenlétére korábban Ádám Antal végzett vizsgálatokat [Ádám Antal, 1971]. Genetikai és kőzetfizikai következtetések szerint a nagyvezetőképesség grafitos képződmények jelenlétére vezethető vissza. A mihályi fúrásokból származó fillit-magok korábbi vizsgálatok szerint grafitcsíkokat is tartalmaznak.¹ Ez a fillit vezetőképességét jelentősen növelheti a grafit előfordulásának jellegétől függően lokális vagy regionális értelemben. Tekintettel arra, hogy a geológiai elképzelések szerint a fillit legalább 1000 m vastagságú, az eredő hosszanti vezetőképessége számottevő értéket kell, hogy elérjen. Metamorf eredetéből következő ellenállás-anizotrópiája és a rétegeződés síkjára merőleges áramirányban mutatott nagy ellenállása kőzetfizikai szempontból természetszerű.

Az anizotróp jelleg különösen a nagy rétegdőlések esetén domborodik ki [Csetajev 1960]. Ezt figyelembe véve magyarázatot kapunk a $MiR-1$ szelvényen $M-22$ mf DK-i szomszédságában a TE állomáspontok nagy excentricitás értékére és a relatív vezetőképesség hirtelen megnövekedésére [Lantos – Nagy 1967]. Ezen a szakaszon a fillit dőlése valószínűleg 50° -ot is meghalad – bár szeizmikus méréssel felszínét itt már nem lehetett nyomon követni. Tellurikus kád-modellezéssel megvizsgáltuk a fillit fajlagos ellenállás-anizotrópiáját utánzó medencealjzat-modellre a tellurikus anomáliák viselkedését. A modellmérések a korábbi méréseknek megfelelő eredményre vezettek, ami szintén a fillitre vonatkozó elképzelések realizálását látszik igazolni. A modellmérések részletes ismertetése meghaladja ennek az előadásnak a kereteit. Az elmondottakból következik hogy a Kisalföld térségében a mezozoósnál idősebb aljzat a magnetotellurikus módszer számára nyomonkövethető tulajdonságokkal rendelkezik. Ez lehetőséget ad a nagyellenállású mezozoós (triász) képződmények elhatárolására és esetenként azok vastagságának meghatározására is, amely a Kisalföld mélybeli viszonyainak a szénhidrogénkutatás szempontjából fontos megismerését előbbre vinné.

A vizsgálatok viszont arra is rámutatnak, hogy a szükséges információkat a jelenlegi műszertechnika nem biztosítja. A mérések mielőbbi korszerűsítése elengedhetetlen feltétele az eredményeknek.

¹ Bardócz Béla geológus közlése alapján.

- OKGT Szeizmikus Kutatási Üzem: 84. sz. jelentés a kislalföldi kutatási területen 1960–62. években végzett refrakciós mérésekről. 1965.
- M. N. Bergyicsevszkij: Elektricseskaja razvedka metodom magnyitotelluriceszkovo profilirovanija. Nyedra 1968. Moszkva.
- NME Geofizikai Tanszék: Jelentés a Ságvár–Mihályi–Bakony-hegység térségében végzett magnetotellurikus mérésekről Miskolc 1966.
- NME Geofizikai Tanszék: Jelentés az 1967-ben végzett magnetotellurikus mérésekről Miskolc 1967.
- Lantos M. – Nagy Z.: Újabb adatok a Kislalföld mélyszerkezetéről. Földtani Kutatás 1970. XIII. évf. 1. sz.
- Nagy Z.: Előzetes a nagylengyeli kutatási területen 1970. évben végzett magnetotellurikus szondázások eredményeiről 1971. OKGT GKÜ Adattár.
- Ráner G. – Szabadváry L.: A Dunántúli Középhegység kislalföldi peremének geofizikai kutatása. Előadás a MGE VI. Vándorgyűlésén Győr, 1972.
- George V. Keller: Electrical prospecting for oil Quarterly of the Colorado School of Mines Vol. 63. April. 1968. N. 2.
- Ádám A.: A paleozóos grafitos képződmények meghatározása magnetotellurikus módszerrel elektromos árnyékoló rétegek alatt a Magyar Medencében és néhány genetikai következtetés MTA X. Osztályának közleményei 2–4. 1971.
- O. N. Csatajev: Homogén anizotróp közeg dőlésszögének és anizotrópia-koefficiensének meghatározása a természetes elektromágneses tér impedanciájának mérésével Izv. Akad. Nauk. SZSZSZR. Szer. Geof. 1960. No. 4.

Paleomágneses vizsgálatok a Tokaj-hegységben

M Á R T O N P É T E R – M Á R T O N N É S Z A L A Y E M Ó

A hegységre vonatkozó geológiai információ felhasználásával négy paleopolaritászónát lehetett megállapítani a felső tortonaitól a felső szarmatáig. Ezekkel az adatokkal kibővítettük korábbi vizsgálatainkból ismert középső miocén paleopolaritászkalánkat. Utóbbi korreláltuk a kárpáti késői orogén vulkánosság határainak túl (Szlovákia, Kárpát-Ukrajna) eső tagjaira kapott paleopolaritászémával a rendelkezésre álló abszolút kor- és földtani-információ alapján. A korreláció lehetővé tette a vulkáni működési fázisok kísérleti párhuzamosítását a vulkánosság térben elkülönült tagjaiban.

С использованием имеющейся геологической информации в районе Токайских гор можно выделить четыре зоны палеополарности от верхнего тортон до верхне-сарматского яруса. По этим данным дополнена шкала палеополарности среднего миоцена, полученная по ранее проведенным исследованиям. Проведена корреляция этой шкалы с схемой палеополарности, полученной для первых членов Карпатского позднего орогенического вулканизма за пределами нашей страны (Словакия, Закарпатская Украина), с использованием существующих данных об абсолютном возрасте пород и о геологическом строении этих районов. Корреляция позволила провести опытное сопоставление различных фаз вулканической деятельности в обособленных в пространстве членах вулканизма.

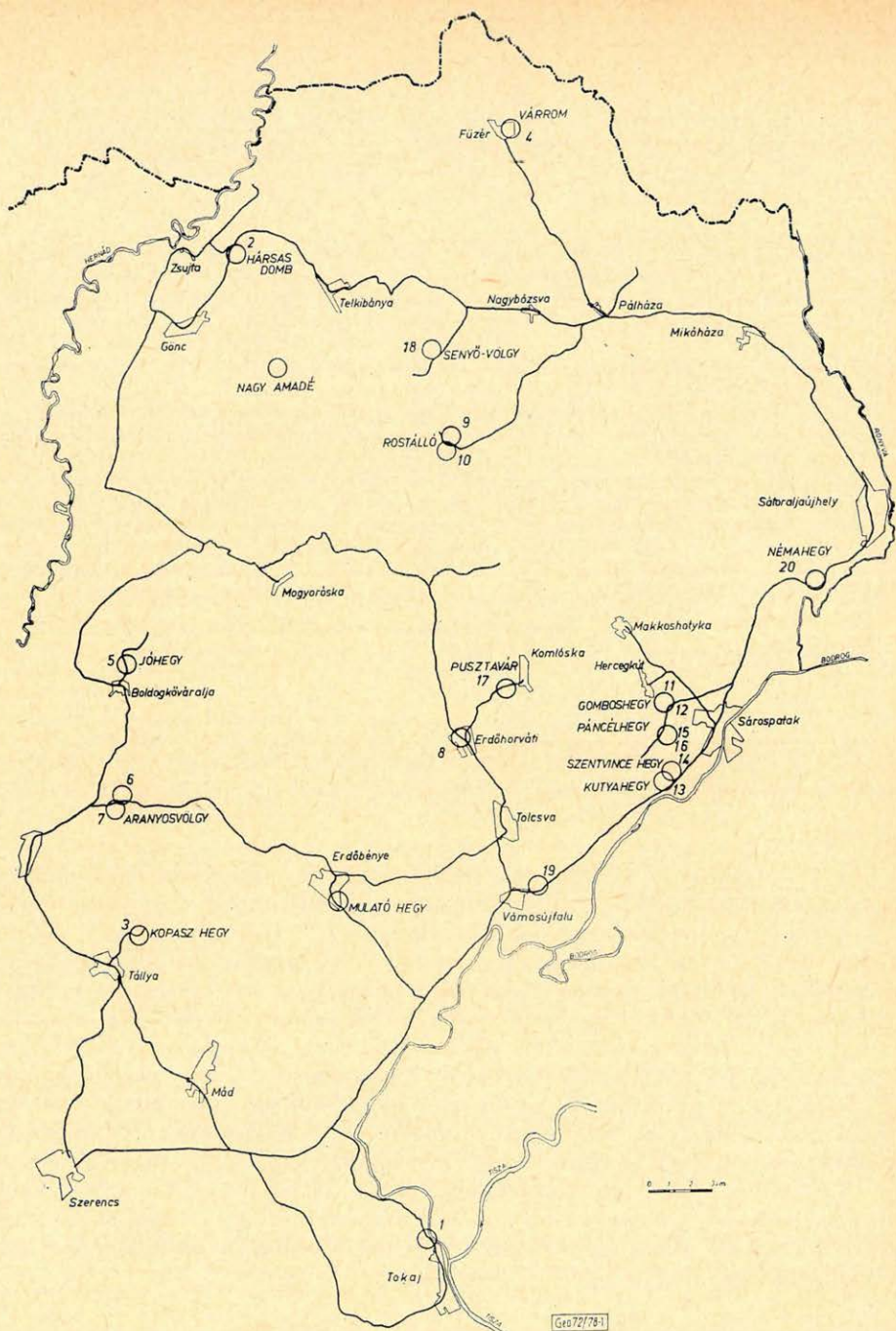
Bei Benützung der für das Gebirge vorhandenen geologischen Informationen konnten vier Paleopolaritäts-Zonen festgestellt werden vom oberen Torton bis zum oberen Sarmatien. Mit diesen Daten wurde die aus unseren früheren Untersuchungen bekannte Paleopolaritäts-Skala erweitert. Die letztere wurde mit dem für die jenseits unserer Grenzen (Slovakien, Karpato-Ukraine) liegenden Mitglieder des späten karpatischen orogenen Vulkanismus erhaltenen Paleopolaritäts-Schema korreliert auf Grund der zu Verfügung stehenden Absolutaltersbestimmungen und geologischen Informationen. Die Korrelierung ermöglichte die versuchsweise Parallelisierung der vulkanischen Tätigkeitsphasen in den Mitgliedern des Vulkanismus, die voneinander im Raume getrennt liegen

Bevezetés

Hazai magmás kőzeteink paleomágneses vizsgálatában előnyben részesítettük azokat az előfordulásokat, amelyek sztratigráfiai helyzetéről megbízható földtani információ állt rendelkezésre. A Tokaji-hegységi magmás kőzetek kevésbé jól tagolhatósága és egyes képződményeinek bizonytalan sztratigráfiai helyzete miatt a hegységbeli paleomágneses méréseket a negyed kori bazaltok, a Mátra – Cserhát-hegységi andezitek és a Mecsek-hegységi magmás kőzetek vizsgálata után 1969-ben kezdtük meg. Az eredményekről hazai fórumon először a Magyar Geofizikusok Egyesületében 1971. május 6-án tartott előadáson számoltunk be. Ugyanezen az előadáson ismertettük P. Dagley és J. M. Ade-Hall Tokaj-hegységre vonatkozó paleomágneses eredményeit is. Ők 13 feltárásból vett mintaanyagból 11 csoport-mágnesezettséget határoztak meg. A miénkkel közös mintavételi helyük mindössze kettő volt (Senyővölgy és Tokaji Kopasz), amelyekre a paleomágneses mérései eredmények is azonosak. Valamivel később jelent meg Nairn et al. hasonló tárgyú publikációja, így ez az előadásban nem kerülhetett ismertetésre.

Geológia

A Tokaj-hegység miocén vulkanizmusa a felső tortonai alemeletben indult meg. A felső tortonai vulkanitok (riolittufa, piroxénandezit, piroxén-amfiboldacit, amfiboldacit) elhatárolása a szarmata vulkanitoktól néhány rétegtanilag igazolt képződési idejű esetet kivéve nehézségbe ütközik. Általános elv az, hogy a szubmarin kifejlődésüket tekintik tortonainak, tehát számolni kell



1. ábra. Paleomágneses mintavételi helyek a Tokaj-hegységben. A mintavételi helyek számozása az ábrán és az I. táblázatban megegyezik

Fig. 1. Места взятия палеомагнитных образцов в районе Токайских гор. Номера мест взятия образцов на рисунке совпадают с номерами в таблице I.

Fig. 1. Paleomagnetische Probenentnahmestellen im Tokaj-Gebirge. Die Numerierung der Probenentnahmestellen stimmt in der Abbildung und in der Tabelle I. überein

azzal, hogy a szárazföldi kifejlődésű, szarmatába sorolt vulkanitok között lehetnek idősebbek is.

Az alsó szarmatában riolitos, dacitos és andezites vulkáni termékek keletkeztek, köztük a legváltozatosabb átmeneti tagokkal. Legnagyobb felszíni elterjedésű közülük a savanyú piroxénandezit, amely nem egyidőben keletkezett a hegység minden részén: a kőzetkifejlődésben és átalakulásban mutatkozó eltérés relatív korbecslést lehetővé tesz ugyan, de a képződmény egész hegységre vonatkozó tagolása hiányzik. A savanyú piroxénandezit tömbös változata az alsó szarmatában, lemezes változata jóval utána, valószínűleg a felső szarmatában keletkezett. A savanyú piroxénandezitnél kisebb felszíni elterjedésben nyomozható piroxéndacit, piroxénamfiboldacit, amfiboldacit, rioldacit, riolit, valószínűleg szintén alsó szarmata korúak.

A hegység egységes vulkanológiai fejlődéstörténetének ismerete hiányában a megmintázott képződmények korbesorolásában fokozottan támaszkodtunk a hegységben dolgozó Gyarmati Pál, Ilkeyné Perlaki Elvira, Pentelényi László szóbeli közlésére.

A mintavételi helyek felsorolása, a képződmények kőzettani megjelölése és kora megtalálható az I. táblázatban. A területen térképező geológusok 1971-ben még nem publikált újabb eredményei alapján ehhez a következő kiegészítést tehetjük. A vámosújfalui savanyú piroxénandezit kora felső tortonai is lehet. Sárospatak-Páncélhegy, Gomboshegy, Kutyahegy, Szentvince-hegy savanyú piroxinandezitja bizonyítottan alsó szarmatára települ. Rostálló amfiboldacit lakkolítja és a senyővölgyi piroxénandezit-lakkolit az idősebb alsó szarmata képződményekhez tartozik. A gönci Hársas piroxénamfiboldacitja és a Nagy-Amádé lemezes piroxénandezitje a tömbös savanyú andezitnél fiatalabbak, valószínűleg felsőszarmata korúak.

Mérési módszer és eredmények

Egy mintavételi helyről (egy képződményből) átlagban hat mintát gyűjtöttünk. Minden mintából két darab 2,5 cm élhosszúságú kockát vágattunk ki. A kockák mágnesezettségét $MA-21$ típusú asztatikus magnetométerrel határoztuk meg. Mágneses tisztításra a váltóáramú módszert alkalmaztuk. A lemágnesező tér csúcsértékét az egyes tisztítási fázisokban 80, 160, 250 és 400 Oe-nek választottuk. A mintacsoportok középirányait és a szokásos statisztikai jellemzőket Fischer módszerével számítottuk ki. Az egyes csoportok remanens mágnesezettségének irányául ahhoz a mágnesezítő tisztítási fázishoz tartozó középirányt rendeltük, amelyben a fenti módszerrel becsült pontossági paraméter a legkedvezőbb volt.

A feldolgozott 22 mintacsoportból az I. táblázatban szereplő 20 rendelkezik egységes mágnesezettséggel. A táblázatból kimaradt két mintacsoport adatai a következők:

a) Erdőbénye Mulatóhegy $\bar{D} = 102,49^\circ$, $\bar{I} = -44,82^\circ$, $K = 3,72$
piroxénandezit

b) Nagy-Amádé (csúcs) $\bar{D} = 49,00^\circ$, $\bar{I} = 54,02^\circ$, $K = 3,39$,
lemezes piroxénandezit $\alpha = 42,8^\circ$

A kis pontossági paraméter (K) és a nagy konfidenciasugár (α^0) az eredeti termoremanens mágnesezettség mellett fellépő és azt torzító másodlagos mágnesezettség jelenlétét indikálja, amely az adott tisztítási módszerrel nem volt eltávolítható.

Az I. táblázatban a mintavételi helyek (képződmények) sorrendje egy, a rendelkezésre álló és előbbiekben hivatkozott geológiai információ alapján feltételezett kor-sorrendet is jelöl, alulról felfelé fiataluló tendenciával. Az I. táblázat ily módon való összeállítását az adott mérési eredmények egy lehetséges értelmezése, amely az egyenes és fordított paleomágneses zónák egymáshozvetkezését igyekszik a földtanilag megállapított (vagy vélt) kor-sorrendhez illeszteni.

Elteltekintve az I. táblázatban szereplő képződmények mágneses polaritásától, illetve a fordított polaritású csoportokat is egyenes polaritásúnak tekintve, a Tokaji-hegységi 20 mintavételi hely mágneses középírányainak átlaga a következő:

$\bar{D} = 338,7^\circ$, $I = 68,8^\circ$, $K = 25$ pontossági paraméterrel és $\alpha = 6,7^\circ$ konfidenciasugárral. Az ezen adatokból számított paleopólus koordinátái:

$$\Phi = 75,9^\circ, \Lambda = 315,3^\circ.$$

A valódi és a becsült paleopólus eltérésére jellemző konfidenciaovál adatai pedig (féltengelyhosszak):

$$\Delta p = 9,5^\circ, \Delta m = 11,3^\circ.$$

Az egyes mintavételi helyek mágneses középírányait tekintve, a deklináció alapján a 20 mintavételi csoport két – egy kilenc és egy tizenegy tagú – alcsoportra osztható. Az egyes alcsoportok mágnesezettségi középírányait számolva a következő adatokat kapjuk:

1. a kilenc tagú alcsoportra:

$$D = 357,1^\circ, I = 58,6^\circ, K = 10,6, \alpha = 8,2^\circ,$$

2. a tizenegy tagú alcsoportra:

$$D = 310,1^\circ, I = 72,3^\circ, K = 78,2, \alpha = 5,5^\circ.$$

A két csoport mágneses középírányainak eltéréséből azonban geofizikai vagy földtani következtetés csak abban az esetben vonható le, ha az eltérés szignifikánsnak bizonyul.

Másrészről viszont megjegyzendő, hogy mind a húsz középírány egy 30° -os sugarú körön belül helyezkedik el, vagyis a középírányok különbsége nem nagyobb a földmágneses szekuláris variáció által létrehozható eltérésnél. Anomáliás irányú, térfordulás idején felvett mágnesezettség egyáltalán nem fordul elő. Szembetűnő a mintacsoportokon belüli nagy pontosság (kis szórás) is. A remanens mágnesezettség helyi középírányait 18 helyen

$K = 64,6 - 497,6$, tehát igen nagy pontossági paraméter értékek jellemzik és csak két helyen van K -nak olyan kis értéke, mint $K = 14,8$, ill. $23,5$.

Következtetések

A táblázati paleomágneses adatok összeállításukban is tükröződő értelmezése szerint a Tokaj-hegységi vulkáni működés termékei négy paleomágneses zónát rögzítettek. Egy fordított zónát a felső tortonaiban, egy normál és egy fordított párt az alsó szarmatában és egy normál zónát a felső szarmatában. A hegység földtani kutatásának jelenlegi fázisában a paleopolaritások alapján nem lehet megállapítani több zónát a felszínen található anyag keletkezési időszakában. (Fúrás anyag vizsgálatával a mélyebb szintekre vonatkozó paleomágneses kép esetleg finomítható volna). A Tokaj-hegységre kapott négy paleomágneses zóna az alábbi séma szerint korrelálható az általunk hazai standardnak tekintett Mátra – Cserhát-i paleopolaritás skálával (II. táblázat).

Mintavételi hely	N/N°	φ°	λ°	\bar{D}°	\bar{I}°	K	α°	polaritás	φ°	A°	Δm°
1. Tokaji Kopaszhegy, felső szarmata, dacit	9/10	48,1	21,4	2,4	67,2	106,4	5,0	+	87,6	59,9	
2. Zsujta, Hársasdomb, felső szarmata, dacit	5/5	48,5	21,2	32,8	66,8	258,1	4,8	+	68,6	96,3	
3. Tállya, szarmata, andezit	8/8	48,3	21,3	164,8	-45,9	23,5	11,7	-	-65,9	55,9	
4. Füzérvár, szarmata, andezit	7/7	48,5	21,5	163,0	-62,2	178,3	4,5	-	-77,2	94,9	
5. Boldogkőváralja, Jóhegy, alsó szarmata, andezit	8/8	48,3	21,2	191,7	-60,0	145,2	4,6	-	-78,9	358,8	
6. Abaujszántó, Aranyosvölgy I. alsó szarmata, andezit	4/5	48,3	21,2	135,9	-69,4	142,2	7,7	-	-62,1	137,9	
7. Abaujszántó, Aranyosvölgy II. alsó szarmata, andezit	5/5	48,3	21,2	103,8	-83,8	149,9	6,3	-	-49,7	182,6	
8. Erdőhorvát, Templomhegy, alsó szarmata, andezit	6/6	48,3	21,4	120,6	-64,4	222,1	4,5	-	-50,7	131,5	
9. Rostáló I. alsó szarmata, dacit	6/6	48,4	21,4	177,4	-47,2	112,5	6,3	-	-69,9	28,2	
10. Rostáló II. alsó szarmata, dacit	6/6	48,3	21,4	183,5	-44,1	129,9	5,9	-	-67,3	15,5	
11. Sárospatak, Gomboshegy I. alsó szarmata, andezit	5/6	48,3	21,5	122,9	-60,0	266,6	4,7	-	-49,6	122,9	
12. Sárospatak, Gomboshegy II. alsó szarmata, andezit	5/5	48,3	21,5	132,7	-62,9	497,6	3,4	-	-57,6	122,5	
13. Sárospatak, Kutyahegy, alsó szarmata, andezit	6/6	48,3	21,5	139,9	-69,1	497,5	3,0	-	-66,4	136,3	
14. Sárospatak, Szent Vincehegy, alsó szarmata, andezit	7/7	48,3	21,5	305,9	79,3	245,7	3,9	+	56,8	350,0	
15. Sárospatak, Páncélhegy I. alsó szarmata, andezit	5/5	48,3	21,5	328,3	73,1	125,1	6,9	+	68,7	332,7	
16. Sárospatak, Páncélhegy II. alsó szarmata, andezit	3/3	48,3	21,5	307,7	73,7	69,2	14,9	+	58,2	332,3	
17. Komlóskő, Pusztavár, alsó szarmata, andezit	6/6	48,3	21,5	209,3	89,1	14,8	18,0	+	46,7	20,2	
18. Nagybózsza, Senyővölgy, alsó szarmata, andezit	7/7	48,5	21,5	339,0	69,1	64,5	7,6	+	76,1	316,7	
19. Vámosújfalú, felső torton, andezit	6/7	48,2	21,5	128,6	-84,9	91,5	7,0	-	-53,9	188,1	
20. Sátorlajuhely, Némahegy, felső torton, dacit	8/8	48,4	21,6	167,9	-57,4	70,0	6,7	-	-74,6	66,3	4p°

Közepes virtuális paleomágneses pólus (a helyi mágneses középpírányokból számolva):

4p°

9,5

315,3

11,3

I. táblázat. Paleomágneses adatok a Tokaj-hegységben

<i>Jelölések:</i> N/N_0	feldolgozott/gyűjtött minták száma a mintacsoportban	
φ^0, λ^0	a mintavételi hely földrajzi koordinátái	
\bar{D}^0	deklináció	} a mágnesezettség középírányának komponensei
\bar{I}^0	inklináció	
K	pontossági paraméter	} statisztikus
α^0	konfidenciasugár	
Φ	szélesség	} a paleomágneses pólus
Λ	hosszúság	
polaritás: +	: normál mágnesezettség	
-	: fordított mágnesezettség	
$\Delta p^0, \Delta m^0$	A közepes paleopólus (Tokaj-hegység) konfidenciaóvájának féltengely hosszai	

Таблица I. Палеомагнитные данные в районе Токайских гор
Условное обозначение:

N/N_0	-	количество обработанных/взятых образцов в группе образцов
φ^0, τ^0	-	географические координаты мест взятия образцов
\bar{D}^0	-	наклонение } компоненты среднего направления намагничения
\bar{I}^0	-	
K	-	параметр точности } статистические данные
α^0	-	
Φ^0	-	широта } координаты палеомагнитного полюса
Λ^0	-	
полярность -	+	нормальное намагничение
	-	обратное намагничение
	-	обратное намагничение
$\Delta p^0, \Delta m^0$	-	длины половины осей овалов достоверности среднего палеополюса (Токайские горы)

Tabelle I. Paleomagnetische Daten im Tokaj-Gebirge
Bezeichnungen:

N/N_0	Anzahl der bearbeiteten/gesammelten Proben in der Probengruppe
φ^0, λ^0	geographische Koordinaten der Probenentnahmestelle
\bar{D}^0	Deklination } Komponenten der Durchschnittsrichtung der Magnetisierung
\bar{I}^0	
K	Genauigkeitsparameter } statistische Angaben
α^0	
Φ	Breite } Koordinaten des paleomagnetischen Pols
Λ	
Polarität: +	: Normale Magnetisierung
-	: Umgekehrte Magnetisierung
$\Delta p^0, \Delta m^0$	Halbachsenlängen des Konfidenzovals des mittleren Palaeopols (im Tokaj-Gebirge)

II. táblázat. A Mátra-Cserhátra és a Tokaj-hegységre vonatkozó polaritások korrelációja

Jelölések: N : normál mágnesezettségű zóna
R : fordított mágnesezettségű zóna

Таблица II. Корреляция полярностей для гор Матра - Черхат и Токайских гор Условное обозначение:

N зона нормального намагничения
R зона обратного намагничения

Tabelle II. Korrelation der auf das Mátra-Cserhát und das Tokaj-Gebirge bezogenen Polaritäten

Bezeichnungen: N : Zone normaler Magnetisierung
R : Zone umgekehrter Polarisierung

Emelet	Mátra - Cserhát	Tokaj - hegység
Torton Szarmata	Paleopolaritás	
		N
		R
	N	N
	R	R
	N	

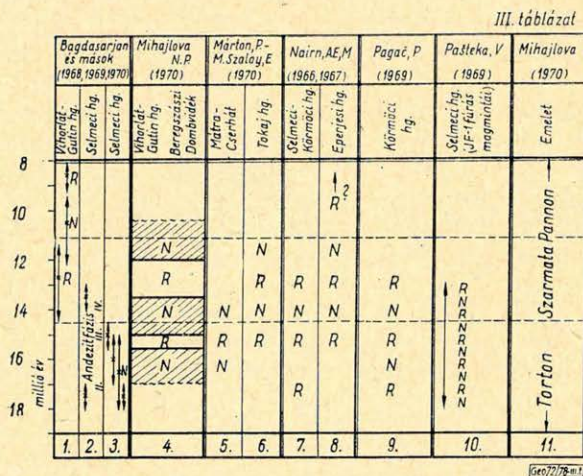
Geo72/78-11

Ez a korreláció összehangban van a földtani megfigyeléssel.

Figyelembe véve a kárpáti késői orogén vulkanizmus termékeinek genetikai kapcsolatát, eredményeinket összehasonlítottuk a vulkanizmus határainkon kívül eső tagjainak paleomágneses vizsgálatából más szerzők által kapott eredményekkel. Az összehasonlításon túl, az adatok korrelációját is megkíséreltük (III. táblázat).

Az összehasonlító táblázat megszerkesztése a paleomágneses mérési eredményeknek a vonatkozó abszolút korértékek alapján történő korrelációjában áll, amely az egész kárpáti posztorogén vulkanizmus genetikai azonosságán nyugszik.

A táblázat első oszlopában állnak a Vihorlát-Gutin hegységre vonatkozó korértékek és a hozzájuk tartozó paleomágneses zónák: a 12,7 millió év és 10,5 millió év közepes korú kőzetcsoportok mágneses polarításban jól elkülönülnek, előbbihez fordított (R), utóbbihoz normális (N) mágnesezettség tartozik. A függőleges nyilak az illető zónák lehetséges kiterjedését mutatják. A 8–9 millió éves képződmények fordított mágnesezettségűek.



III. táblázat. A kárpáti késői orogén vulkanizmus paleomágneses- és abszolút-kor-adatainak összehasonlító táblázata

Jelölések: N: normál mágnesezettségű zóna
R: fordított mágnesezettségű zóna

Таблица III. Сопоставление данных о палеомагнитности и абсолютном возрасте для Карпатского позднего орогенического вулканизма

Условное обозначение:
N – зона нормального намагничивания
R – зона обратного намагничивания

Tabelle III. Vergleichende Tabelle der palaeomagnetischen und Absolutalters-Daten des späten karpatischen orogenen Vulkanismus

Bezeichnungen: N: Zone normaler Magnetisierung
R: Zone umgekehrter Magnetisierung

A második oszlop a $\pm 0,5$ millió év hibával meghatározott 17,5, ill. 13,5 millió éves korértékei a Selmeci-hegység II. andezitfázisának kezdetét, ill. IV. andezitfázisának végét jelzik.

A harmadik oszlop a négy Selmecbánya környéki közepes korértéket

($17,5 \pm 0,5$, $16,5 \pm 1,5$, $16 \pm 1,0$ és $15 \pm 0,5$ millió év) és a hozzájuk tartozó normális irányú mágnesezettséget tünteti fel.

A negyedik oszlop Mihajlovának az 1970-es kijevei *KBGA*-kollokviumon ismertetett abszolút korértékekkel skálázott paleomágneses sémája.

Az 5–9. oszlopokban a fejlécben jelzett hegységek paleomágneses skáláit korreláltuk az 1–4 oszlopok adataira alapozva. A korreláció a következő főbb eredményeket szolgáltatja:

1. A Selmec–Körmöc tortonnak tartott *I.* andezit és *II.* riolitfázisa, valamint a *II.* andezitfázisának alsó szintje megelőzi a Mátra középső andezitjét. Ugyanakkor a mátrai középső andezit lényegében a körmöci *II.* andezitfázissal egyidejű.

2. A Mátra felső andezitje a Selmec-körmöci *III.* és részben a befejező *IV.* andezitfázisnak felel meg.

3. Hasonló, kor szerinti azonosítás végezhető el az Eperjes–Tokaji-hegység határainkon inneni és túli képződményeire.

A 10. oszlop egy Selmecbánya környéki fúrás magmintáinak paleomágneses méréseiből kapott zónákat – szám szerint tizet – tartalmazza. Ezek, a munka szerzője szerint, kb. egyenletesen töltik ki a 4–5 millió éves *II–IV.* andezitfázis időszakát. A meglehetősen komplikált paleomágneses kép igazolására azonban maga a szerző is további vizsgálatokat javasol.

A *II.* oszlopban a torton-szarmata és szarmata-pannon határ meghúzásakor elfogadhatónak tartottuk Mihajlova említett táblázatát, amely ezeket a határokat 14,5, ill. 11,2 millió évben adja meg.

A *III.* táblázatot kommentálva elsősorban a felszíni paleomágneses adatok ellentmondásmentes korrelálhatóságára utalunk. Nem léphetünk fel azonban a táblázattal szemben a teljesség és véglegesség igényével sem földtani, sem geofizikai szempontból. Valószínű, hogy részletes vizsgálatokkal (fúrási anyagot is beleértve) több kőzettani-sztratigráfiai horizont, ezzel együtt több paleomágneses zóna lesz megállapítható, ezeknél azonban a *III.* táblázatot, mint az eddigi ismeretek szintézisét célszerű figyelmen kívül hagyni.

IRODALOM

- Márton P. – Szalay Márton E.: (1970) Secular changes, polarity epochs and tectonic movements as indicated by paleomagnetic studies of Hungarian rock samples. Pure and Appl. Geophys. Vol. 81, 1970/IV. p. 151.
- Dagley P. – Ade Hall J. M.: (1970) Cretaceous, Tertiary and Quaternary palaeomagnetic results from Hungary. Geophys. J. R. Astr. Soc. Vol. 20, p. 65.
- Fischer R. A.: (1953) Dispersion on a sphere. Proc. R. Soc. A. Vol. 217, p. 1130.
- Mihajlova N. P.: (1970) KBGA-kollokvium, Kijev.
- Багдасарян, Г. П., Данилович, Л. Г. (1968): Изв. АН. СССР, серия геол. 9.
- Багдасарян, Г. П. és mások (1969) Вывод неогенного вулканизму... Geologické práce, Zpravy, v tlači.
- Багдасарян, Г. П., и др (1970): Об абсолютном датировании палеомагнитных зон в разрезе Выгорлат-Гутиноски гряды. Материалы VIII Конференции, Часть II. Киев. стр. 30.
- Nairn A. E. M.: (1966) Palaeomagnetic investigations of the Tertiary and Quaternary igneous rocks: II. A Palaeomagnetic study of the Central Slovakian Province. Geofys. Sbor. C. S. A. V., 1966.
- Nairn A. E. M.: (1967) Palaeomagnetic investigations of the Tertiary and Quaternary igneous rocks: III. A palaeomagnetic study of the East-Slovak Province. Geol. Rundschau, Vol. 56. p. 408.
- Pagac P.: (1969) Príspevok k metodike paleomagnetizmu a paleomagneticky vyskum Kremnickych hor. Kandidat. dizert. praca, SAV. Bratislava.
- Pasteka V.: (1969) Doterajsie vysledky paleomagnetického studia stredoslovenskych neovulkanitov subsekventného vulkanizmu v okolí Banskej Stianice. Mineralia Slovaca Roc. I. 3–4. p. 275.

A magnetotellurikus impedancia-tenzor polárdiagramjai használatának földtani jelentése

T A K Á C S E R N Ő

A tanulmány a bemeneti impedancia és a horizontális impedancia különböző frekvenciasávokra szerkesztett polárdiagramjainak $-\frac{|E^{\circ}|}{|H^{\circ}|}(\alpha)$, illetve $\frac{|E^{\circ}|}{H_z}(\alpha)$ – együttes vizsgálatából leolvasható földtani információt tárgyalja. Megállapítja, hogy a szerkezeti egységek lehatárolásában és a kvantitatív értelmezéshez szükséges szerkezeti modell felismerésében alapvető szerepük van.

В работе рассматривается геологическая информация, получаемая при совместном изучении соотношений $\frac{|E^{\circ}|}{|H^{\circ}|}(\alpha)$ и $\frac{|E^{\circ}|}{|H_z|}(\alpha)$ полярных диаграмм входного импеданса и горизонтального импеданса, построенных для различных частотных диапазонов. Эта информация играет значительную роль в контурировании структур и в создании модели строения, необходимой для количественной интерпретации данных.

Es werden die geologischen Informationen behandelt, die sich aus der simultanen Betrachtung der Polardiagramme $-\frac{E^{\circ}}{H^{\circ}}(\alpha)$, bzw. $\frac{E^{\circ}}{H_z}(\alpha)$ –, die für die Eingangsimpedanz bzw. Horizontalimpedanz verschiedener Frequenzbänder herzustellen sind, ergeben. Es wird festgestellt, dass diese bei der Abgrenzung der Struktureinheiten und im Erkennen des zur Quantitativen Interpretation benötigten Modells eine grundlegende Rolle spielen.

I. Bevezetés

A hazai alkalmazott magnetotellurikus kutatások jelenleg a harmadkori medencealjzat reliefjének, közzettani megváltozásának, csapás- és dőlésviszonyainak meghatározását lehetővé teszik. A mélységet illetően a kvantitatív értékelés fázisa a rövid periódusidejű változások ismeretének hiánya miatt – amelyek mostani műszereinkkel nem mérhetők – általában nem érhető el. Nincs lehetőség a fedőösszlet tagolására sem. A kvantitatív értelmezés másik akadályá a laterális inhomogenitások eddig egyértelműen nem tisztázott hatása.

Azonban a módszer az említett, átmeneti korlátok mellett is sok új adatot szolgáltatott hazánk földtani szerekezezteiről. Vitathatalan érdeme, hogy olyan mélységintervallumban egészíti ki a részletező szeizmikus mérések adatait, ahol azok nagyon összetetté, nehezen értelmezhetővé válnak és más módszerektől sem várható segítség.

A felhasználásra kerülő legrövidebb periódusidejű – 15–20 sec – elektromágneses térerősség-változások a Magyar Medence területén nagy behatolási mélységük miatt általában a medencealjzat és a fedőösszlet együttes hatását mutatják. A felszínen mért térerősség a különböző réteghatárokról visszavert és a primér, beeső hullám összetett szuperpozíciójának eredője. Tekintve, hogy a szerkezetekhez képest különböző polarizációs irányú hullámokra eltérő a visszaverődés és a tér polarizációja változó, egy-egy frekvenciasávra a bemeneti impedancia polárdiagrammal adható meg. Ennek a frekvenciától függő alak- és irányváltozása, valamint területi eloszlása értékes információkat nyújt a szerkezeti viszonyok megváltozásáról laterális és vertikális értelemben is. Nevezetesen, tükrözi a különböző szerkezeti elemek relatív térbeli helyzetét. Lényegében tehát a polárdiagramok frekvenciától és helyétől függő torzulásai alapján a szerkezeti egységek lehatárolhatók, aminek a hazai változékonny földtani viszonyok között nagy jelentősége van.

Néhány év óta a magnetotellurikus adatok feldolgozásában az impedancia-tenzor teljes meghatározására törekszünk és nem elégszünk meg a mérési irányoknak megfelelő frekvenciaszondázási görbék kiszámításával [1]. A tapasztalatok azt bizonyítják, hogy így – különösen háló szerinti mérésnél – jelentős többletinformáció szerezhető.

A tanulmányban a polárdiagramok információ-tartalmának alapelveit tárgyaljuk, majd néhány mérési eredményen szemléltetjük használhatóságukat.

2. Elméleti alapelvek

2.1. A földtani információ a felszínen mérhető elektromos (E) és mágneses (H) térerősségekből számítható impedancia-tenzorban tárolódik, ami lényegében ezen terek közötti összefüggést fejezi ki és az egyes térerősségkomponensekre kiírva az alábbi, ismert módon adható meg:

$$\begin{aligned} E_x &= Z_{xx} H_x + Z_{xy} H_y, \\ E_y &= Z_{yx} H_x + Z_{yy} H_y, \end{aligned} \quad (1)$$

ahol E_x , E_y , H_x és H_y az elektromos és mágneses térerősségnek tetszőleges x és y tengely szerinti összetevői; Z_{xx} , Z_{xy} , Z_{yx} és Z_{yy} pedig az impedancia-tenzor komplex koefficiensei, amelyek a frekvenciától, a fajlagos ellenállás-eloszlástól és a koordináta-rendszer orientációjától függenek.

Az impedancia-tenzor összetevői egy-egy szűkebb frekvenciasávra az ún. impedancia-ellipszist határozzák meg, melynek kiszámítására több eljárást ismerünk [2]. Az impedancia-ellipszist főtengelyeivel és azok orientációjával jellemezhetjük. Ismeretében látszólagos fajlagos ellenállás-ellipszisek is számíthatók.

Vizsgálatainkba bevontuk a mágneses pulzációk vertikális összetevőjét (H_z) is és ennek az elektromos térrel való összefüggését elemeztük a

$$H_z = Y_{zx} E_x + Y_{zy} E_y \quad (2)$$

alakban, ahol Y_{zx} és Y_{zy} a horizontális admittancia komplex összetevői.

(1) és (2) a térösszetevők legáltalánosabb kapcsolatát fejezi ki. Az alábbiakban néhány speciális esetet vizsgálunk meg abból a célból, hogy az impedancia-ellipszis alakulásából következtetéseket tehessünk a földtani felépítésre.

2.2. A legegyszerűbb modell a horizontálisan homogén, vízszintes településű rétegsor. Ilyenkor a tetszőleges orientációjú H térerősség-komponens a rá merőleges irányú E -komponenssel egy skaláris impedancia útján függ össze, tehát

$$\begin{aligned} E_x &= Z_{xy} H_y \\ E_y &= Z_{yx} H_x \end{aligned} \quad (3)$$

és $Z_{xy} = Z_{yx}$, valamint $H_z = 0$.

A behatolás mélységéig horizontálisan homogén rétegsor fölött tehát a bemeneti impedancia értékét a dőlés irányával α szöget bezáró elektromos vektor irányába felhordva kör alakú $-Z(\alpha)$ polárdiagramot kapunk és a mágneses térnek nincs vertikális összetevője. Ez utóbbi teljesülése lényeges, mert $Z(\alpha)$

köralakot horizontálisan inhomogén szerkezet fölött is felvehet, ilyenkor azonban van H_z összetevő is.

2.3. Vizsgáljuk meg a kétdimenziós, horizontálisan inhomogén, de konkordáns szerkezeti elemekből felépített rétegsor esetét.

Válasszuk a csapás irányát y -nak. Így a Maxwell-egyenletekből, mivel ebben az irányban a tér értékében változás nincs, eltűnnek az y szerinti differenciálhányadosok és az ω körfrekvenciájú szinuszos változásokra kapjuk, hogy:

$$-\frac{\partial E_y}{\partial z} = -j\omega\mu H_x \quad (4) \qquad \frac{\partial H_x}{\partial x} + \frac{\partial H_z}{\partial z} = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial E_y}{\partial x} = j\omega\mu H_z \quad (5) \qquad \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} = -j\omega\mu H_y \quad (8)$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} = \sigma E_y \quad (6) \qquad -\frac{\partial H_y}{\partial z} = \sigma E_x \quad (9)$$

$$\frac{\partial(\sigma E_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\sigma E_z)}{\partial z} = 0 \quad (10)$$

Mint látjuk, a tér két modusra bomlik. Az egyiknél, amit H -polarizációnak nevezünk, csak E_x , E_z és H_y komponens szerepel az egyenletekben. Ez egyébként a felszínen eltűnik. A másik, ami E_y , H_x , H_z összetevőkből áll, az E -polarizáció esete. A csapáshoz képest tetszőleges irányú polarizációnál a két modulus szuperpozíciójából épül fel a tér. Az elektromos és mágneses terek kapcsolatának megadásához tehát mindig található egy olyan koordináta-rendszer, amelyben a tér leírásához

$$E_x = Z_{xy} H_y \quad \text{és} \quad E_y = Z_{yx} H_x \quad (11)$$

szerint két impedancia — Z_{xy} és Z_{yx} — megadása elegendő, ahol

$$Z_{xy} \neq Z_{yx}.$$

(11) felhasználásával a dőlés irányával α szöget bezáró elektromos vektorhoz a változások — $|E^\circ|$ és $|H^\circ|$ — amplitúdóinak hányadosával megadható

$$Z_\alpha = \frac{|E^\circ|}{|H^\circ|} (\alpha) = \frac{Z_{xy} Z_{yx}}{\sqrt{Z_{xy}^2 \sin^2 \alpha + Z_{yx}^2 \cos^2 \alpha}} \quad (12)$$

bemeneti impedancia tartozik. Ez pedig olyan ellipszis egyenlete, amelynek főtengelyei a csapás és dőlés irányába esnek és fültengelyük a Z_{xy} és Z_{yx} impedanciákkal megegyező.

Ugyanakkor H_z összetevő csak H polarizáció esetén jön létre. (5)-ből ui.

$$H_z = \frac{1}{j\omega} \frac{\partial E_y}{\partial x} \quad (\mu \approx 1) \quad (13)$$

tehát csupán a csapásirányú elektromos térerősség dőlésmenti változásától

függ. (12)-höz hasonlóan definiálva az ún. horizontális impedanciát $-Z_h(\alpha) = -\frac{E^\circ}{H_z}(\alpha)$, - annak polárdiagramja

$$Z_h(\alpha) = \frac{|\mathbf{E}^\circ|}{H_z^\circ}(\alpha) = \frac{\sqrt{|E_x^\circ|^2 + |E_y^\circ|^2}}{H_z^\circ} \quad (14)$$

lesz. Tekintve, hogy $\alpha = 0$ esetén, mivel ilyenkor $E_y = 0$ és így $H_z = 0$, $\frac{E^\circ}{H_z^\circ}(0) = \infty$ lesz. (14) tehát egy egyenespár egyenlete.

A konkordáns településű, kétdimenziós szerkezetek felett a magnetotelurikus tér paramétereire az alábbi megállapítások tehetők:

a) A bemeneti impedancia polárdiagramja ellipszis, melynek főtengelyei a csapás és dőlés irányába néznek. Azonban a frekvenciától és az inhomogenitás típusától függően - eltemetett antiklinális, kibúvó monoklinális, jól vezető ferde helyzetű táblás képződmények stb. - a nagytengely dőlés- vagy csapásirányú is lehet [3].

b) A horizontális impedancia polárdiagramja egyenespár. Helyette az $Z_{h \min}$ értékhez tartozó radiusvektort szoktuk felhordani 90° -kal elfordított helyzetben, ami így mindig a legnagyobb ellenállásváltozás, tehát az inhomogenitás tengelyére merőleges irány felé néz. A dőlés két lehetséges azimutszöge közül $Z_{h \min}$ -nak H_z -től függő előjele alapján adhatjuk meg a szerkezet emelkedésének, vagyis az áramsűrűség növekedésének irányát. [5] szerint ui. H_z -nek E_y -hoz viszonyított előjele E_y dőlésmenti változásának jellegétől függ. Az elektromos mérési vonalak és a magnetométerek azonos tájolásáról, valamint a galvanométerekhez történő csatlakozások azonos polaritásáról gondoskodva a kétdimenziós szerkezetek ellentétes dőlésű szárnyain az elektromos térerősség csapásmenti vetületével megegyező, illetve ellentétes lefutású H_z görbét kell kapnunk. Ismert dőlésirányú szerkezet fölött a mérőállomás a dőlésirány konkrét megadásához „hitelesíthető”.

2.3. Több eltérő csapásirányú elemből felépített szerkezeti formára, amennyiben a behatolás mélysége elegendően nagy, már nem találunk olyan kitüntetett irányú koordinátarendszert, amelyre az elektromos és mágneses tér kapcsolatát a (11) szerinti egyszerű alakban adhatnánk meg. Ez minden esetben az

$$E_x = Z_{xx} H_x + Z_{xy} H_y$$

$$E_y = Z_{yx} H_x + Z_{yy} H_y$$

egyenletekkel fejezhető ki, ahol Z_{xy} és Z_{yx} a fő, Z_{xx} és Z_{yy} pedig az ún. mellékimpedanciák.

Az impedancia polárdiagramja

$$\frac{|\mathbf{E}^\circ|}{|\mathbf{H}^\circ|}(\alpha) = \frac{Z_{xx} Z_{yy} - Z_{xy} Z_{yx}}{\sqrt{(Z_{yy}^2 + Z_{yx}^2) \cos^2 \alpha - (Z_{xy} Z_{yy} + Z_{xx} Z_{yx}) \sin 2\alpha + (Z_{xx}^2 + Z_{xy}^2) \sin^2 \alpha}}$$

alakban fejezhető ki, amely egy olyan ellipszis egyenlete, amelyeknek főtengelyei az

$$\frac{A^2}{B^2} = \frac{(Z_{xx} Z_{yy} - Z_{yx} + Z_{xy})^2}{(Z_{xx}^2 + Z_{xy}^2) + (Z_{xy} Z_{yy} + Z_{xx} Z_{yx}) \operatorname{ctg} \left(\varphi + 90^\circ \right)},$$

képlettel kaphatók és a nagytengely

$$\varphi = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{(Z_{yy}^2 + Z_{xy}^2) - (Z_{xx}^2 + Z_{xy}^2)}{2(Z_{xy} Z_{yy} + Z_{xx} Z_{yx})}$$

szöget zár be az x tengellyel.

A vertikális és elektromos összetevők kapcsolata is összetettebb:

$$H_z = Z_{zx} E_x + Z_{zy} E_y,$$

amiből

$$Z_h(\alpha) = \frac{|E^\circ|}{H_z^\circ}(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{Z_{zx}^2 \cos^2 \alpha + Z_{zx} Z_{zy} \sin 2\alpha + Z_{zy}^2 \sin^2 \alpha}}$$

$Z_h(\alpha)$ polárdiagramja tehát egy olyan ellipszis, amelynek főtengelyei az

$$\frac{a^2}{b^2} = \frac{1}{Z_{zy}^2 + Z_{zx} Z_{zy} \operatorname{ctg} \left(\varphi + 90^\circ \right)}$$

képletből adódnak

Ezek

$$\varphi + 90^\circ = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{Z_{zx}^2 - Z_{zy}^2}{2Z_{zx} Z_{zy}}$$

szöveget zárnak be az x tengellyel.

Erre az esetre tehát a MT paramétereit illetően az alábbi megállapítások tehetők:

a) A bemeneti impedancia polárdiagramja továbbra is ellipszis. Főtengelyeinek iránya azonban a behatolási mélység függvényében elfordul.

b) A horizontális impedancia polárdiagramja ellipszissé válik és főtengelyeinek iránya eltér a bemeneti impedancia ellipsziséitől.

Az impedancia polárdiagramjainak és relatív helyzetüknek, területi alakulásának és frekvenciafüggésének ismerete az adatok helyes értelmezéséhez elengedhetetlenül szükséges.

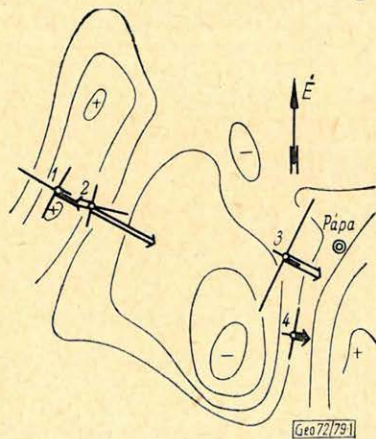
Egyrészt – mint arról a bevezetésben már szó volt – azért, mert a polárdiagramok jellemzik a mérési terület szerkezeti típusát, földtani modelljét. Így a különböző felépítésű területek lehatárolhatók, ami egyedül a mérési irányra számított frekvenciaszondázási görbékből nem lenne ennyire egyértelmű. Ennek a szempontnak egy mélyfúrások által feltárt, vagy egy részén más geofizikai módszer által megadott szerkezeti egység lehatárolásában van szerepe.

Másrészt a kvantitatív értékelés a fenti adatok ismerete nélkül megnyugtatóan el sem végezhető. Legnagyobb problémája ui. a mérési adatoknak a térpolarizációs irányától való függése, ami különösen nagyobb laterális inhomogenitások esetén hangsúlyozott. A különböző polarizációs irányokra számított frekvenciaszondázási görbék egymástól jelentősen eltérhetnek. Ennek oka tehát, hogy bizonyos szerkezeti típusoknál az elektromágneses hullám a különböző polarizációs irányokba eltérő behatolású és különböző térfogatról ad információt. Így vezérszintjük nem azonos. Még azonos vezérszint mellett is a különböző polarizációs irányok, mivel más-más térfogatra átlagolnak, a vezérszint reliefjétől függően eltérő látszólagos fajlagos ellenállásértékeket szolgáltatnak. Információtartalmuk tehát más. A bemeneti impedancia ellipsziseinek a frekvenciától függő elfordulása a mérési irányra számított frekvenciaszondázási görbéknél hajlásszögváltozást eredményez, ami téves értelmezésre vezethet.

A leírtakból látható, hogy az értelmezéshez a földtani modelltől információval kell rendelkezniünk, aminek megszerzésére a fent tárgyalt paraméterek frekvencia-függése és területi eloszlása ad lehetőséget.

4. Tapasztalatok a polárdiagramok alkalmazását illetően

Az alábbiakban példákon mutatjuk be az *MT* profilmérésnél és frekvenciaszondázásnál az ismertetett polárdiagramok használatának előnyeit.



1. ábra. A bemeneti impedancia ellipsziseinek és a $Z_{h \min}$ vektorok alakulása a Marcali-öblötzetben

Фиг. 1. Поведение эллипсов входного импеданса и векторов $Z_{h \min}$ в районе Марцали

Fig. 1. Verlauf der Eingangs-Impedanz-Ellipsen und der $Z_{h \min}$ Vektoren im Marcali-Gebiet

tek szerint egy lemezalakú jól vezető zóna, vagy a mészkő tömegek közel felszíni kibúvása is indokolthatja.

4.2. Az eltérő szerkezeti felépítésű területek határvonalainak kijelölésére nagyon jó példa a hahóti gerinc térségében végzett *MT* méréseknek a 2. ábrán látható eredménye. A területen mélyfúrások is vannak. A Pusztamagyaród – 1 (*Pu* – 1) és Pördefölde – 1 (*Pd* – 1) fúrás a Balaton melléki kristályos vonulat

4.1. 1968-ban a Marcali-öblötzetben több állomáson végeztünk *MT* mérést (1. ábra). Közülük négyen a térnek mind az 5 összetevőjét mértük. Az 1. és 2. jelzésű állomás Répcelak környékén, a mihályi kristályos gerinc fölött, a 3. és 4. jelzésű pedig a Bakony-hegység élőterében eltemetett, lépcsőzetesen emelkedő mezozoos tömegek fölött helyezkedik el. Ez utóbbiak a [4]-ben leírt kismélységű, jól vezető öv területére esnek. A polárdiagramok viselkedése alapján a szerkezetek a behatolás mélységéig kétdimenziósak. Az [5] szerint 90° -kal elfordított $Z_{h \min}$ vektorok a délész irányát jelölik. Ezek az 1–2 állomáson a bemeneti impedancia-ellipszisének nagy tengelye irányába esnek és arra utalnak, hogy a kristályos gerinc tetőpontja a két állomás között van. A 3 állomáson a nyilak a kis tengely irányába néznek, a helyes délész irányát jelölik ki, bár a bemeneti impedancia ellipszisének nagy tengelye itt csapásirányú. Ennek okát a [3]-ban ismertetett modellkísérle-

csapásában 1992 és 2200 m-ben kristályos, paleozoós kőzetbe jutott. Az Orta-háza-1 (Or-1)-ben 2100 m-ben triászkorú kőzetet értek el, az Oltárc-1 (O-1) 3001 m talpmélységben miocén képződményekben állt meg.

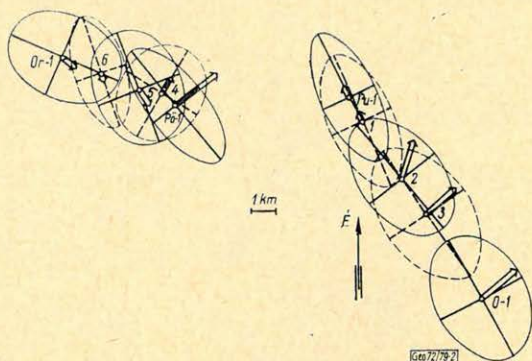
Az ábrára a 20–40 sec periódusidő-tartományra vonatkozó bemeneti impedancia ellipsziszeket és a horizontális impedancia minimumának 90°-kal elfordított vektorait hordtuk fel. Ezek együttes vizsgálata alapján több, eltérő szerkezetű terület egység jelölhető ki és lehatárolhatjuk az egyes mélyfúrások által feltárt szerkezeti elemeket.

A Pu-1 és Pd-1 állomáson mért ellipszisek hasonló jellege azonos földtani felépítésre utal. Mindhárom állomás a kristályos gerinc fölött települt. Pd-1-n $Z_{h \min}$ elfordulása már azokkal a szerkezeti elemekkel van összefüggésben, amelyek a paleozoós kristályos vonulat kiemelt helyzetét ÉNy felé megszüntetik.

A Pd-1 és Or-1 állomások közötti, a változékony ellipszisek és $Z_{h \min}$ irányok változásai az aljzat különböző kőzetei közötti átmenetben több közbülső szerkezeti elemre utalnak. $Z_{h \min}$ irányának a 6–7 állomás közötti hirtelen megváltozása a triászkorú és kristályos képződmények határának adható meg.

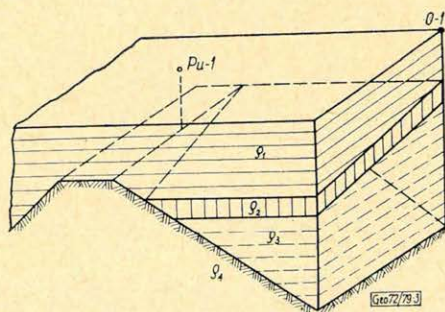
A Pu-1 – O-1 szelvény mentén érdekes szerkezeti változás van az 1 és 2 állomások között. A MT által nyújtott képben meglepő, hogy a bemeneti impedancia-ellipszisek nem mutatják az O-1 felé a paleozoikum fúrásokkal bizonyított, jelentős süllyedést, sőt csupán ezeket vizsgálva ellentétes következtetésre juthatunk.

A $Z_{h \min}$ vektor szelvénymenti elfordulása, nagyságának megváltozása azonban arra figyelmeztet, hogy a 2 állomásnál a szerkezet jellege megváltozik, mert új vezérszint lép be és a várható földtani modell a 3. ábrán bemutatottnak felelhet meg. A $Z_{h \min}$ vektor fokozatos elfordulását a nagy fajlagos ellenállású ρ_2 és ρ_1 réteg dőléséből adódó H_z komponensek szuperpozíciója



2. ábra. Magnetotellurikus mérési adatok a $T = 20 - 40$ sec periódusidő-tartományra a hahóti gerinc térségében
 Фиг. 2. Данные магнитотеллурических исследований в диапазоне периодов $T = 20 - 40$ сек в районе Хахотского хребта

Fig. 2. Magnetotellurische Messdaten für das Periodenzeit-Intervall $T = 20 - 40$ sec im Gebiet des Hahót-Rückens



3. ábra. A magnetotellurika alapján valószínűsíthető a szerkezet a hahóti gerinc DK-i szárnyán

Фиг. 3. Структура, выделяющаяся по данным магнитотеллурических исследований на юго-восточном крыле Хахотского хребта

Fig. 3. Die sich auf Grund der Magnetotellurik als wahrscheinlich ergebende Strukturen der SE-FLANKE des Hahót-Rückens

eltérés a többi állomáshoz képest és arra utal, hogy a $ZG-1$ állomás már más szerkezeti egységhez tartozik, ami a Bouguer-anomáliák lefutásából is várható.

Hasonló következtetés vonható le a horizontális impedancia vektorairól is, amelyek a $ZG-1$ állomás kivételével mindegyik periódusidő-sávban közel párhuzamosak a bemeneti impedancia ellipszisének főtengelyeivel. Viselkedésük a $ZG-1$ állomáson merőben más. A kisebb periódusidőkre $Z_{h \min}$ iránya az ellipszis főtengelyei közé esik és a periódusidővel változik. Mintegy 100 sec -től viszont párhuzamossá válik az ellipszis főtengelyével.

A $T > 60 \text{ sec}$ periódusidő-tartományra az MT paraméterek azonos jellegűek, ami egy az összes állomás alatt megtalálható regionális szerkezeti egységre utal. A $T < 60 \text{ sec}$ periódusidő-tartományban található eltérések a lokális, kisebb települési mélységű szerkezeti elemeket tükrözik. Ezek az $Sz-1$, $Sz-2$, $ZG-6$ és $ZG-3$ állomáson a regionális szerkezeti egységet nagyjából konkordánsan települtek. A kustánszegi állomáson viszont a regionális szerkezetet diszkordáns településű szerkezeti elem fedti.

A közölt példák mutatják, hogy a földtani felépítés megismerésében, különösen a $T < 60 \text{ sec}$ periódus-tartományban a polárdiagramoknak fontos szerepe van.

IRODALOM

- [1] Takács E.: Jelentés a Ságvár – Mihályi – Bakony-hegység térségében végzett magnetotellurikus mérésekről. NME. Geofizikai Tanszék, Miskolc. 1966.
- [2] W. E. Sims és társai: The Estimation of Magnetotelluric Impedance Tensor Elements from Measured Data. Geophysics, Vol. 36. No. 5. pp. 938. 1971.
- [3] Takács E.: The Orientation of the Magnetotelluric Impedance Ellipses. Acta Geodaet., Geophys. et Montanistica Acad. Sci. Hung. Tomus 4. pp. 415–423. 1969.
- [4] Takács E.: Anomalous Conductivity of the Upper Crust in the NW Foreground of the Bakony Mountains. Acta Geodaet., Geophys. et Montanistica Acad. Sci. Hung. Tomus 3. pp. 155–160. 1968.
- [5] Takács E.: The Role of the Vertical Pulsations of the Magnetic Field in the Magnetotelluric Measurements. Acta Geodaet., Geophys. et Montanistica Acad. Sci. Hung. Tomus 6. pp. 99–110. 1971.

Rétegmegnyitás üreges (jet-) töltetekkel, a rétegmegnyitási feladat leírása

DERES JÁNOS

A rétegmegnyitás feladata a béléscsővezetett, cementezett fúrások által harántolt permeábilis rétegek és a béléscsővön belüli tér hidraulikus kapcsolatának megteremtése, a rétegtartalom megismerése, a réteg termelésbe állítása, a rétegkezelés előkészítése, víz- vagy gázviszanyomó kutak kiképzése stb. céljából. Perforálással oldanak meg több más műszaki feladatot is a kőolajbányászásban. Пленек: utólagos kútjavítás (cementezés) előkészítése, termelő vagy fúrócsövek kilyukasztása a cirkuláció helyreállítása céljából.

A dolgozat azt az esetet tárgyalja, amikor a megnyitandó réteg átharántolása után a fúróluknál kisebb átmérőjű béléscsövet helyeztek el benne, majd a kőzet és a béléscső közötti teret cementtel töltötték ki. A réteg és a kút hidraulikus kapcsolatát sugárirányú csatornák biztosítják.

A szerző végigtekinti a különböző paraméterként szereplő tényezőket (a szereplő közegek sűrűsége, nyomásállósága, áteresztőképessége, mérete, az eltartási távolság stb.) befolyását a perforálás eredményeire, a létrehozott üreges csatorna átmérőjére, mélységére stb. és külön hangsúlyozza a nagymélységű kutak perforálásánál fellépő nehézségeket.

Перфорирование предназначено для создания гидравлической связи между проницаемыми пластами, пройденными цементированными скважинами и пространством внутри обсадной колонны, для изучения содержания пласта, внедрения пласта в эксплуатацию, подготовки обработки пласта, подготовки водо- или газинжекционной скважины и т. д. В нефтяной промышленности перфорирование позволяет решать и ряд других технических задач, как напр. подготовка дополнительной поправки скважины (цементирование), простреливание бурильных труб для восстановления циркуляции.

В работе рассматривается случай, когда при проходке простреливаемого пласта устанавливается обсадная труба диаметром, меньшим диаметра скважины, причем трубное пространство заполняется цементом. Гидравлическая связь пласта и скважины создается при помощи радиальных каналов.

Обсуждается влияние различных параметров (плотность, устойчивость, проницаемость, размеры сред и т. д.) на результаты перфорирования (на диаметр, глубину созданных канав и т. д.) и подчеркиваются затруднения, возникающие при перфорировании скважин больших глубин.

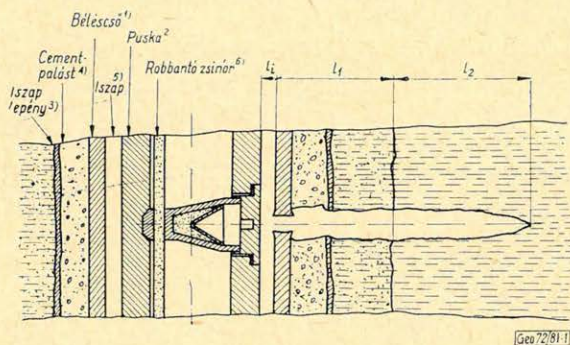
Es ist die Aufgabe der Schichtenaufschliessung, zwischen den, mit verrohrten und zementierten Bohrungen durchquerten permeablen Schichten und dem Raum inmitten des Futterrohrs eine hydraulische Verbindung herzustellen im Interesse der Feststellung des Schichteninhalts, der Inbetriebsetzung der Schichten, der Vorbereitung der Schichtenbehandlung, Ausbildung von Wasser- und Gas-Rücklauf-Brunnen usw. Weitere andere technische Aufgaben werden bei Erdölgruben auch mit Hilfe von Perforatoren gelöst. Solche sind z. B.: Vorbereitung von nachträglichen Bohrloch-Verbesserungen (Zementierung), Durchlöcheren von Produktions- oder Bohrröhren zur Herstellung von Zirkulation usw.

Im Aufsätze wird der Fall behandelt, wo nach der Durchquerung der aufzuschliessenden Schicht ein Futterrohr von geringerem Durchmesser im Loch angebracht und der Raum zwischen dem Gestein und dem Futterrohr mit Zement aufgefüllt wurde. Die hydraulische Verbindung der Schicht und des Bohrlochs wird durch radiale Kanäle aufrechterhalten.

Der Verfasser bespricht den Einfluss der als Parameter erscheinenden verschiedenen Faktoren (Dichte und Druckfestigkeit der eine Rolle spielenden Materialien, ihre Abmessungen, die Fernhaltedistanz usw.) auf die Ergebnisse der Perforation (Durchmesser und Tiefe des entstehenden Kanals usw.) und betont besonders die Schwierigkeiten, die bei der Perforierung von sehr tiefen Brunnen auftreten.

Az alábbiakban azt az esetet tárgyaljuk, amikor a megnyitandó réteg átharántolása után a fúróluknál kisebb átmérőjű béléscsövet helyeztek el benne, majd a kőzet és a béléscső közötti teret cementtel töltötték ki. A réteg és a kút hidraulikus kapcsolatát sugárirányú csatornák biztosítják.

Az 1. ábrán látható a béléscsővezetett fúrás egy perforációs csatornával megnyitott szakasza. A szemléletesség kedvéért az üreges töltetet robbantás előtt ábrázoltuk.



1. ábra. A perforátor elhelyezkedése a béléscsővezetett lyukszakaszban és a perforációs csatorna
 Fig. 1. Положение перфоратора в обсаженном интервале скважины и перфорированная канава. 1 – обсадная колонна; 2 – снаряд; 3 – глинистая корка; 4 – цемент; 5 – глинистый раствор; 6 – детонирующий шнур

1. Futterrohr, 2. Feuerrohr, 3. Bohrschlammfiltrat, 4. Zementmantel, 5. Bohrschlamm, 6. Zündschnur

A L hosszúságú perforációs csatorna két fő szakaszra bontható:

$l_1 + l_i$ – a perforátort és a tárolót elválasztó mesterséges akadály vastagsága.

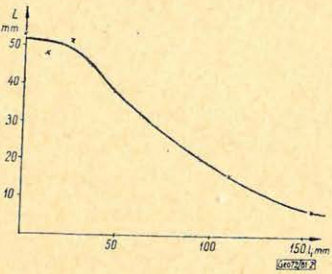
l_2 – a perforációs csatorna behatolási mélysége az eredeti permeabilitású kőzetben.

Vizsgáljuk meg jelentőségének megfelelő részletességgel a jet útját az l_1 , majd l_2 csatornaszakaszon.

A jet az érintetlen kőzetig át kell haladjon a kutat feltöltő közegen, a béléscsővön, a cementpaláston, az iszaplepenyen és a rétegnek a fúrási folyamat során szennyezett, csökkent áteresztőképességű szakaszán.

A perforátor és a béléscső közötti gyűrűs teret (l_i) általában folyadék tölti ki (öblítőiszap, víz, kőolaj stb.). A perforációs csatorna hossza és átmérője függ e közeg sűrűségétől, nyomásától és vastagságától. A vastagság a perforátor-átmérő és a béléscső-átmérő, valamint a perforátor és a béléscső egymáshoz viszonyított helyzetének (központosság) függvénye. Kis viszkozitású folyadékokban a béléscső és a perforátor között legalább 6 mm hézag kell maradjon. 1,5 kp/dm³ fajsúly felett ez a hézag már legalább 10 mm kell legyen. A behatolási mélység függése a perforátor és a béléscső közötti távolságtól a 2. ábrán látható jelleggel bír. E görbe azt mutatja, hogy az optimális eltartási távolságon túl a behatolási mélység viszonylag gyorsan csökken. Különböző sűrűségű közegeknél vizsgálva ezt az összefüggést, görbesereget kapunk, melynek paramétere a perforátor és a béléscső közötti közeg sűrűsége. A sűrűség növekedésével a behatolási mélység csökken. A 3. ábrán e függvény látható acélból készült céltárgy esetén. A kutat feltöltő közeg sűrűsége nagy hatással van a bélés-csővön képződő lyuk átmérőjére. A kis súlyú töltetek (20–30 g-ig) által ütött lyukak átmérője levegő esetén 30–50%-kal nagyobb, mint víznél [1]. A megfelelő eltartási távolság, a perforátor és a béléscső közti biztonságos hézag

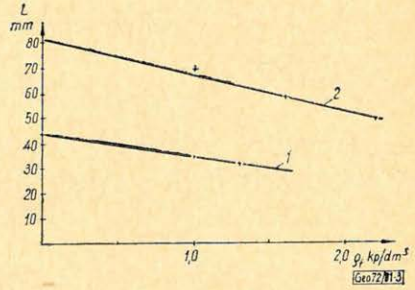
mérete különböznek egymástól. A gyakorlatban általában a behatolási mélység rovására a biztonságos átmérőjű perforátor javára döntenek. Komplikálja a helyzetet még, hogy az egyes töltetek és a béléscső között levő távolságok a perforátor külpontos helyzete miatt többnyire eltérők.



2. ábra. A 14–103 típusú töltet behatolási mélysége acél céltárgyban különböző vastagságú vízrétegeken keresztül. X: 50–50 lövésből képzett átlagértékek

Фиг. 2. Глубина внедрения заряда типа 14–103 в стальном объекте через водные слои различной мощности. Средние по 50 прострелам величины

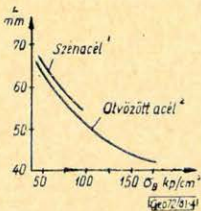
Fig. 2. Eindringungstiefe der Ladung vom Typ 14–103 im Falle eines Zielobjekts aus Stahl durch Wasserschichten verschiedener Dicke. x Durchschnittswerte aus 50–50 Schüssen.



3. ábra. A jet behatolási mélysége a töltet és az acél céltárgy közötti közeg fajsúlyának függvényében. 1. 14–103 típusú magyar perforátor, 25 mm eltartási távolság, 2. ZPK–103 típusú szovjet perforátor, 25 mm eltartási távolság

Фиг. 3. Глубина проникания сигнала в зависимости от удельного веса среды между зарядом и стальным предметом. 1 – венгерский перфоратор типа 14–103, разнос – 25 мм; 2 – советский перфоратор типа ЗПК–103, разнос – 25 мм

Fig. 3. Die Eindringungstiefe des Jets als Funktion des spezifischen Gewichts des Mittels zwischen der Ladung und dem Zielobjekt aus Stahl. 1. Ungarischer Perforator vom Typ 14–103, Fernhahledistanz 25 mm; 2. Sowjetischer Perforator vom Typ ZPK–103, Fernhahledistanz 25 mm



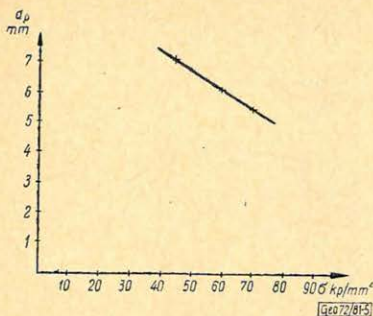
4. ábra. A behatolási mélység az acél céltárgy szakítószilárdságának függvényében

Фиг. 4. Зависимость глубины проникания от разрывной прочности стального объекта. 1 – карбоняльное железо; 2 – легированная сталь

Fig. 4. Eindringungstiefe als Funktion der ZerreiBfestigkeit des Zielobjekts aus Stahl. 1. Gussstahl; 2. Legierungsstahl

A jet útjában álló következő akadály a béléscső. A végleges behatolási mélység függ a béléscső falvastagságától és anyagának szakítószilárdságától (Brinell-keménységétől). A behatolási lyuk átmérője elsősorban a béléscső szilárdságától függ. Ennek igazolására szolgál a 4. és 5. ábra [2, 1].

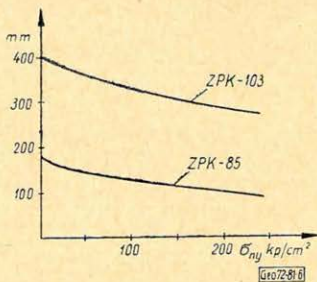
A béléscső mögött levő cementpalást nyomószilárdsága és vastagsága is befolyásolja a rétegbe behatoló jet további munkavégző képességét. A 6. ábrán bemutatjuk a cement nyomószilárdságának hatását a benne képződő lyuk hosszára. A cement-céltárgy előtt 11 mm vastagságú acéllemez helyettesítette a béléscsővet [1].



5. ábra. A béléscső folyáshatárának hatása a perforált lyuk átmérőjére

Фиг. 5. Влияние границы течения обсадной трубы на диаметр простреленной канавы

Fig. 5. Einfluss der Fließgrenze des Futterrohres auf den Durchmesser des Perforierungslochs



6. ábra. A cement nyomószilárdságának hatása a benne képződő perforációs csatorna hosszára két szovjet perforátor esetén

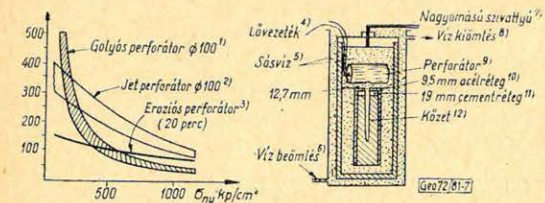
Фиг. 6. Влияние устойчивости цемента на длину образуемой в нем перфорационной канавы при применении двух советских перфораторов

Fig. 6. Einfluss der Druckfestigkeit des Zements auf die Länge des sich in ihm ausbildenden Perforationskanals im Falle von zwei sovietischen Perforatoren

A teljesség kedvéért megemlített iszaplepeny a fúrás közben képződött iszaplepeny maradványa. A korábban nagy víztartalom a cementezés után csökken, az iszaplepeny szilárd és impermeabilis lesz.

Az l_1 szakasz utolsó tagja a kőzet csökken átérésztőképességű része. Ezt fúrás közben az iszapfiltrátum hatására megduzzadó agyag [3] vagy cementezés közben a pórusokba behatoló cementtej hozza létre. Sűrűsége és szilárdsága az eredeti állapotban levő réteg jellemzőivel azonosnak vehető.

A mesterséges akadályok teljes vastagsága egyes esetekben több tíz centimétert is elérhet. Általában azonban 8–12 cm (öblítőközeg: kb. 10–30 mm, béléscső falvastagsága: kb. 10 mm, cementpalást: 50–60 mm, iszaplepeny és a réteg erősen csökkent átérésztőképességű része 10–30 mm) [4, 3]. Nagyon nehéz feltételek elé állítja a rétegmegnyitást a kettős béléscsőrakat. Píyenkor a kettős béléscső és cementpalást annyira legyengíthetik a jetet, hogy el sem éri a réteget. Hasonlóan kedvezőtlen az excentrikusan elhelyezkedő béléscső is.

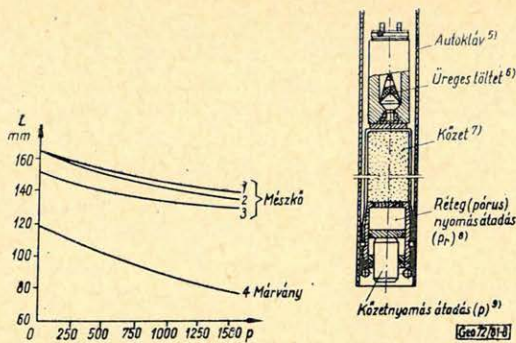


7. ábra. A kőzet nyomószilárdságának hatása a különböző perforátorokkal létrehozott csatorna hosszára

Фиг. 7. Влияние сопротивления породы давлению на длину канав, создаваемых различными перфораторами. 1 – пульверизаторный перфоратор $\varnothing 100$, 2 – кумулятивный перфоратор $\varnothing 100$, 3 – эрозионный перфоратор (20'), 4 – провод; 5 – соленая вода, 6 – приток

воды; 7 – высоконапорный насос; 8 – утечка воды, 9 – перфоратор; 10 – стальной слой толщиной 9,5 мм, 11 – слой цемента толщиной 19 мм, 12 – горные породы

Fig. 7. Einfluss der Druckfestigkeit des Gesteins auf die Länge der mit verschiedenen Perforatoren gewonnenen Kanäle. 1. Kugelperforator $\varnothing 100$, 2. Jetperforator $\varnothing 100$, Erosionsperforator (20'), 4. Schussleitung, 5. Salzwasser, 6. Wassereinfluss, 7. Hochdruckpumpe, 8. Wasserausfluss, 9. Perforator, 10. 9,5 mm Stahlschicht, 11. 19 mm Stahlschicht, 12. Gestein



8. ábra. A kőzetnyomás hatása a perforációs csatorna hosszára és a mérési elrendezés. A görbék paramétereit 1, 2 és 3-mészkö, $p = p_r$, $p_r = 1$ és telítetlen esetben, 4 márvány

Fig. 8. Влияние давления горных пород на длину перфорированной канавы и измерительная установка. Параметры кривых: 1, 2, 3 - известняки, $p = p_r$, $p_r = 1$, при ненасыщенности 4 - мраморы, 5 - автоклав, 6 - кумулятивный заряд, 7 - горные породы, 8 - давление пласта, 9 - перенос давления горных пород

Fig. 8. Einfluss des Gesteindrucks auf die Länge des Perforationskanals und die Messeinrichtung. Parameter der Kurven: 1., 2., 3. Kalkstein, $p = p_r$, $p_r = 1$, im Falle eines Ungesättigkeits-Zustands 4. Marmor, 5. Autoklav, 6. Umladung 7. Gestein, 8. Schichtendruck, 9. Gesteinsdruck-Überführung (p)

A perforációs csatorna l_2 szakaszának hossza adott töltet és perforátor esetén az l_1 szakaszon elhelyezkedő mesterséges akadály hosszától, felépítésétől, szilárdsági tulajdonságaitól, valamint az érintetlen kőzet sűrűségétől és nyomószilárdságától (pontosabban a gyors alakváltozással szembeni ellenállásától) függ.

A tárolókőzeteknél a sűrűség $1,5 - 2,85 \text{ g/cm}^3$, a nyomószilárdság $50 - 2600 \text{ kp/cm}^2$ értékhatárok között változhat. A kőzetek szilárdsága az összenyomódástól eltérő alakváltozások esetén a fémekkel szemben nagyon kicsi. Így a szakítószilárdság $2 - 10\%$ -a, a hajlítószilárdság $5 - 20\%$ -a, a nyírószilárdság kb. 10% -a a nyomószilárdságnak.

A golyós, jet és eróziós perforálással létrehozott perforációs csatornák teljes hossza (L) a 7. ábrán látható módon függ a kőzet nyomószilárdságától [5]. A méréseket az ábrán látható céltárgy felhasználásával végezték. Az iszapréteg (e méréseknél sós víz) vastagsága egységesen $l_1 = 12,7 \text{ mm}$ volt. A 7. ábra összefüggései lehetőséget adnak arra, hogy bármely üreges töltet ismert nyomószilárdságú kőzetben meghatározott teljesítménye (L) alapján előre jelezzük a perforációs csatorna hosszát más, szintén ismert nyomószilárdságú kőzetekben. Az „in situ” behatolási mélységet ennek alapján mégsem lehet megmondani, mivel a kőzetek szilárdságának és sűrűségének (porozitásának) változása a kőzetnyomással (függőleges irányú), a rétegyomással (a pórusokat kitöltő gáznemű vagy folyékony közeg mindenirányú nyomása) és a hőmérséklettel nem pontosan ismert. Az üledékes kőzetek nyomószilárdsága minden irányú nyomás hatására nő (pl. 1000 atm -nál $150 - 200\%$ -kal, kivéve az ásványi sókat), a hőmérséklet növekedésével viszont csökken (pl. 200 C° -on $50 - 90\%$ -ra). Konkrét kőzet esetén e hőmérséklet és nyomás együttes hatása a nyomószilárdságra e célra alkalmas, fűthető nyomástartó edényekben (autoklávokban) határozható meg. Ugyancsak autoklávokban tanulmányozhatók

az üreges töltetek perforálási jellemzői magas hőmérsékleten és nyomáson [6, 7, 8, 9]. Baum és társai [9] azt tapasztalták, hogy a behatolási mélység (L) és a kőzetnyomás (p) közötti összefüggés mészkő és márvány esetében a következő egyenlettel közelíthető:

$$L = L_1 e^{-\beta(p-p_1)},$$

ahol L_1 a behatolási mélység p_1 nyomás mellett,
 β együttható, melynek értékére a 8. ábrán találunk adatokat.

(Folytatás az 1973. 1. számban)

LAPSZEMLE

Geominia és Bányászat, az MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának közleményei, 5. kötet, 1–2. sz., 1972. IX. 30. 1–200. old.

Balla Z.: Az orogenezis különböző típusairól, 1–15. old.

Barta Gy.: Hozzászólás „A földtudományok helye a ma és holnap műveltségében” c. vitához, 17–19. old.

Jóó I.: Kelet-Európa függőleges kéregmozgási térképe, 35–43. old.

Kisvarsányi G.: Az Apolló 12 holdexpedíció begyűjtött kőzeteinek előzetes vizsgálata, 45–50. old.

K. Ledersteger: A Föld alakjának problémája, 79–87. old.

Szádeczky-Kardoss E.: A Föld kozmikusán különleges sajátosságai és a geominiai szemlélet alapvonása, 99–111. old.

Szádeczky-Kardoss E.: A mediterrán típusú szubdukció és a Kárpát – Pannon – Dinarid szerkezet modellje, 111–122. old.

Vita az új globális tektonika általános és regionális eredményeiről:

Pécsi M.: Megnyitó Szádeczky-Kardoss Elemér: A Kárpát – Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. vitaindító előadásához, 135–137. old.

Bendefy L.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 139–148. old.

Dank V.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 149–151. old.

Géczy B.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 153. oldal.

Hédervári P.: A szeizmikus tevékenység mélység szerinti eloszlása 155–161. old. (Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz).

Jaskó S.: Pliocénkorú üledékképződés a Kárpát – Balkán szegélymélységekben, 163–169. old.

Pantó G.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 171–173. old.

Szalai T.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 175–177. old.

Székyiné Fux V.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 179. oldal.

Wein Gy.: Hozzászólás a fentebb említett előadáshoz, 181–183. old.

Szádeczky-Kardoss E.: Reflexiók az 1971. évi geominiai vitákról, 185–188. old.

Bisztricsány E.: Sekélyfésztkü földrengések felületi hullámjainak kódjával kapcsolatos vizsgálatok, 189–190. old. (Akadémiai doktori értekezés ismertetése.)

Külczér Gy.: Az excentrikus dipólus mágneses potenciáletterének koherens multipólus sora, 191–192. old. (Akadémiai doktori értekezés ismertetése.)

Kiss Z.: Robbantással keltett rövidperiódusú területi hullámok vizsgálata, 193–194. old. (Kandidatúsi értekezés ismertetése.)

T. G.

Kőolaj- és Gázipari Tájékoztató, 1972. 1. sz.

Az OKGT és a NIM Műszaki Dokumentációs és Fordító Iroda sokszorosított kiadványa, 92. old.

Kovács Ferenc: Gravitációs anomáliaterek előállítása és felbontása a szűrőelmélet alapján, 56–58. old.

T. G.

Asztronautikai Tájékoztató, 1972. 5/25. sz., a MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztály sokszorosított kiadványa.

A. V. Vinogradov: A holdközvetek kialakulása, 3–18. old.

G. M. Brown: A hold geokémiaja, 19–36. old.

Hédervári P.: A Mars felszínének planetológiai értelmezése, 37–53. old.

Magyar eredmények a holdtalajminták vizsgálatában, 56–57. old.

T. G.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Надь З.:</i> Состояние, результаты и проблемы электроразведочных работ, проведенных на территории Малой венгерской низменности	209
<i>П. Мартон – Э. М. Салаи:</i> Палеомагнитные исследования в районе Токайских гор	219
<i>Э. Такач:</i> Геологическое значение использования полярных диаграмм тензора магнитотеллурического импеданса	227
<i>Я. Дереш:</i> Испытание пластов при помощи кумулятивных перфораторов, описание задачи испытания пластов	236
Обзор журналов	В 3

INHALTSVERZEICHNIS

<i>Z. Nagy:</i> Lage der in der Kleinen Tiefebene durchgeführten geoelektrischen Messungen, ihre Resultate und Probleme	209
<i>P. Márton – Frau M. E. Szalay:</i> Paleomagnetische Untersuchungen im Tokaj-Gebirge ..	219
<i>E. Takács:</i> Die geologische Bedeutung der Benützung der Polardiagramme des magnetotellurischen Impedanz-Tensors	227
<i>J. Deres:</i> Schichtenaufschliessungen mit Jet-Perforator. Beschreibung der Aufgaben der Schichtenaufliessung	236
Rezensionen und Presseschau	В 3