

MAGYAR

Geofizika



MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1971. XII. ÉVFOLYAM, 5. SZÁM

MAGYAR GEOFIZIKA
a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

XII. évfolyam

5. szám

Szerkesztőség

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

Felelős szerkesztő

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

Szerkesztő bizottság

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

Felelős kiadó

SALA SÁNDOR
igazgató

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Lantos Miklósné – Dorogi József:</i> Mélyfúrási geofizikai vizsgálatok karsztvízkutató fúrásokban	161
<i>Berdicsevszkij M. N. – Dubrovcszkij V. G. – Ljubimova E. A. – Manaflí A. I. – Nepesov K. N. – Feldman I. S.:</i> A felső köpeny elektromos vezetőképesség-anomáliáinak geotermikus interpretációja	167
<i>Hartner Mihály – Steiner Ferenc:</i> Módszer vertikális hőfluxus horizontális változásainak hővezetőképesség-adatok nélküli meghatározására	174
<i>Steiner Ferenc:</i> A kiegyenlítés általánosabb értelmezése	180
<i>Szilágyi Endre:</i> Pseudolaterologszondák összehasonlító vizsgálata	185
<i>Egerer Frigyes:</i> Fúrólyuk termikus stabilizálódási folyamata	194
EGYESÜLETI HÍREK	198, 200
LAPSZEMLE	179, 193
<i>Szerkesztőségi cikk: A geofizika új kutatási területei: a partszegélyek és tengerek</i>	

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 232-90171-2494

MGE csekkszámájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

71.1106. Állami Nyomda, Budapest

Mélyfúrási geofizikai vizsgálatok karsztvízkutató fúrásokban

LANTOS MIKLÓS NÉ - DOROGI JÓZSEF

A karbonátos karsztosodás mértékének, a tárolt víz mennyiségének és tulajdonságainak vizsgálata a kutatás igen fontos feladata.

A dolgozat azokról az eredményekről és lehetőségekről számol be, melyeket az Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat dunántúli geofizikai részlege ezen a területen karottázs-mérések segítségével elért, illetve felhasználni kíván. A karsztos tárolók alaptulajdonságainak és keletkezési módjaival kapcsoló különböző fajtáinak felsorolása után megbeszéljük a rendelkezésre álló speciális karottázsvizsgálati módszereket és bemutatunk több tényleges vizsgálati eredményt.

Befejezésül leszögezzük, hogy a megnyitásra legalkalmasabb vízadó szintek kijelölésénél a karottázs ma már rutinszerűen alkalmazott módszernek tekinthető.

Изучение степени карбонатного карстообразования, количества и свойств накопившейся воды является весьма значительной задачей разведочных работ.

В работе излагаются результаты, достигнутые Задунайским геофизическим филиалом Государственного предприятия геологической разведки и бурения с использованием промыслово-геофизических методов, а также дальнейшие направления этих работ. Описываются основные свойства карстовых коллекторов, а также различные их разновидности. Рассматриваются существующие специальные промыслово-геофизические методы и излагаются полученные результаты.

В заключение авторы делают вывод о том, что при выделении водоносных горизонтов каротажные работы могут считаться методом, применяемом в производственных масштабах.

Die Untersuchung des Masses der Karstbildung, der gespeicherten Wassermenge und ihrer Eigenschaften ist eine sehr wichtige Aufgabe der Erkundung.

Im Aufsatz wird über Ergebnisse und Möglichkeiten berichtet, die die geophysikalische Abteilung des Landesunternehmens für Geologische Erkundung und Bohrung jenseits der Donau unter Anwendung von Karottage-Messungen erreichte bzw. zu verwirklichen beabsichtigt. Nach der Besprechung der Grundcharakteristiken der Karstformationen und der Aufzählung der damit in Zusammenhang entstehenden verschiedenen Formen der Speicher werden die zur Verfügung stehenden speziellen Karottage-Methoden ausgelegt und einige tatsächliche Untersuchungsergebnisse gezeigt.

Zum Schluss wird betont, dass bei der Markierung der zur Erschliessung am geeignetesten Schichten die Karottage-Methode heute schon als eine routinemässig angewendete Methode gilt.

Ismeretes, hogy hazánkban karsztos képződmények, mészkövek és dolomitok a felszínen vagy fiatalabb képződményekkel takarva meglehetősen gyakran fordulnak elő. A karsztosodásról és a hozzá kapcsolódó tekintélyes mennyiségű víztömegről egyaránt beszélhetünk pozitív és negatív értelemben. Míg a karbonátos kőzetekben tárolt karsztvíz víznyerés, pl. ivóvízellátás, vagy strandok létesítése szempontjából igen nagy jelentőségű, azon nyersanyag-lelőhelyek esetében, melyek közvetlenül karsztos aljzatra települnek, vagy tektonikai vonalak mentén érintkeznek vele, komoly problémákat okoz a bányászati szakembereinek.

Tehát a karbonátos előfordulások karsztosodása mértékének, a benne tárolt víz mennyiségének és tulajdonságainak vizsgálata a kutatások igen fontos feladata.

Az alábbiakban azokról az eredményekről és lehetőségekről szeretnénk beszámolni, melyeket az Országos Földtani Kutató- és Fúró Vállalat dunántúli geofizikai részlege e területen karottázs-mérések segítségével elért, illetve meg kíván valósítani.

Előljáróban utalunk a karsztosodás és a karsztvíz azon alapvető tulajdonságaira, amelyek a karottázs módszerek megválasztásában szerepet játszhatnak. Az egyik ilyen lényeges sajátosság, hogy a karsztvíz mozgásának és tárolásának *helyei* a tektonikai igénybevétel révén kialakult törés- és repedésrendszerek, illetve az ezeken keresztül beáramló csapadék oldásával és hordaléka mechanikai hatásával kialakított karsztosodott hézagok, járatok, üregrendszerek.

A karsztvíz mozgásának és tárolásának *lehetőségei* szempontjából a karsztos összlet elhelyezkedésének mélysége szerint ún. „*övek*” különböztethetők meg.

- I. A nyílt karsztvíz öve – ahol a karsztos összlet a felszínre bukkan, a karsztvíz nyílt tükrű és közvetlenül táplálkozik a csapadékból.
- II. A leszálló karsztvíz öve – ahol a víz elsősorban lefelé folytatja útját, a járatokban nem torlódik fel, hanem csak időszakosan vagy folyamatosan átáramlik.
- III. A támaszkodó karsztöv – ami a leszálló karsztvízöv alján elhelyezkedő vízoszlop, mely az üreg – járatrendszert teljesen kitölti, és alulról egy vízzárónak „*támaszkodik*”. Itt már tárolt vízmennyiséggel állunk szemben.

A *tároló képességet* meghatározza, hogy a karsztos összletben a karsztvízszint az erózióbázis fölött, vagy alatt helyezkedik el. Az első esetben sekély karsztövről beszélünk, itt a víztároló-képesség kicsi, az uralkodó járatok vízszintesek. A második eset a mélykarsztöv, itt az uralkodó járatok függőlegesek, és a vízszintes járatok erősen bekapcsolódnak ezekbe.

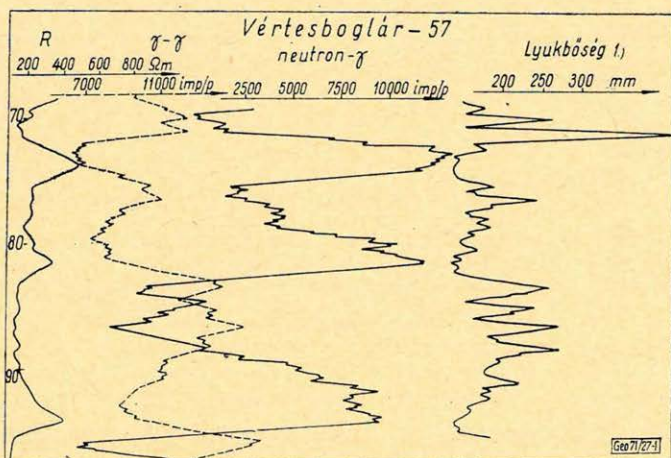
A karsztos összlet *előfordulása* szempontjából a nyílt karszt mellett fedett karsztos előfordulásról beszélünk, ha az összlet nem terjed a felszínig, hanem mélybe süllyedvén fiatalabb vízzáró összletek fedik. Benne a víz szintje lehet szabad tükrű és leszorított tükrű.

A karsztos összletekben végzett karottázs-szelvényezés terén szerzett tapasztalatokról szóló beszámolóink anyagául a Dunántúlon végzett tevékenység mérési eredményeit használtuk fel. A területen karsztos képződményre telepített fúrások célja többségében vízkutatás, hidrogeológiai kutatás és szilárd-nyersanyag kutatás. A rendelkezésre álló mérési anyag csaknem kizárólag a víz- és hidrogeológiai-kutatást szolgáló fúrásokból származik, mivel a szilárd nyersanyagot – barnakőszén és bauxitot – feltáró fúrások a karsztos aljzatba általában csak néhány méter mélységig hatolnak be.

A karsztosodásra hajlamos képződményeknek, a mészkő- és dolomit-összleteknek a feltárt rétegsoron belül történő megbízható és pontos kijelölése ma már a karottázs szelvényezés rutin-feladatai közé tartozik. E kőzetek jellegzetes paraméter-értékei, mint például az igen nagy fajlagos ellenállás, alacsony természetes-gamma szint, viszonylag nagy térfogatsűrűség és magas neutron-gamma szint, meghatározásukat egyértelművé teszik. A víz tárolásának és mozgási lehetőségeinek megismerésében igen fontos tényező a fellazult, repedezett zónák kijelölése.

a) Ha a feltárt karsztos összlet a karsztvízszint alatt helyezkedik el, a repedések vízzel telítettek. Ebben az esetben a vízzel telt repedezett zónák a különböző paraméter-görbéken a következőképpen jelentkeznek: csökkent fajlagos ellenállás, magas gamma-gamma szint a kisebb térfogatsűrűségnek megfelelően, neutron-gamma minimum a megnövekedett hidrogén tartalom hatására. A mikroszelvényeken minimum van a víztartalom és az iszapszelvény

következtében, pozitív elválás a porózus szerkezet miatt. Ha a repedezett zóna a víz hordalékaként lerakódott agyagot tartalmaz, a természetes gamma-szelvény szintje megemelkedik, emelkedésének mértéke összefügg az agyagtartalom nagyságával. A fellazult, repedezett zónák kavernásodásra hajlamosak, így a lyukbőség-szelvényen is pregnánsan jelentkeznek (1. ábra).



1. ábra: – Különböző paramétergörbék viselkedése repedezett mészkőösszletben

Фиг. 1. Поведение кривых различных параметров в толще трещиноватых известняков

Fig. 1. – Ablauf verschiedener Parameterkurven in einer spaltigen Kalksteinschichtenfolge

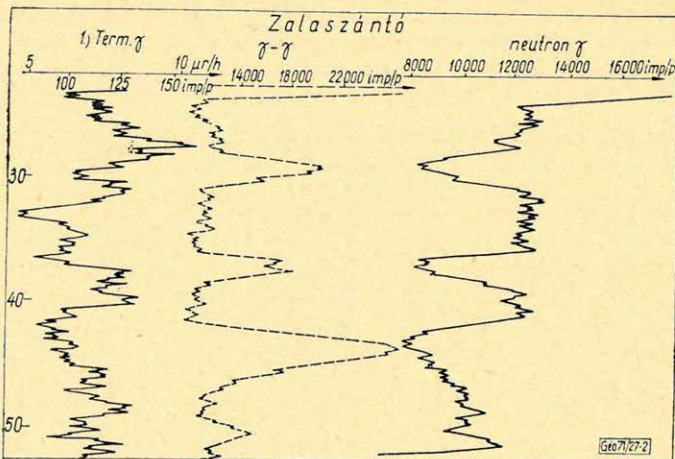
1) Lochweite

b) Ha a karsztos összlet karsztvízszint feletti szakasza került feltárássra, melyben a lyukfolyadékot megtartani nem lehet, vagy lyukműszaki okokból a mérést csak csövezés után lehet elvégezni, elektromos méréseket nem lehet végrehajtani. Ilyenkor csak radioaktív szelvények állhatnak rendelkezésre, melyek egymagukban is hasznos információkat adhatnak a repedezett zónák kijelölésére (2. ábra).

A víztárolási viszonyok közelebbi megismeréséhez speciális karottázsvizsgálati eljárások állnak rendelkezésre.

a) Az egyik eljárás a szózással egybekötött folyamatos lyukfolyadék-ellenállás mérésorozat, melynek lényege a következő (3. ábra).

A karsztos összletet feltáró fúrást vízzel feltöltjük, és megmérjük a lyukfolyadék fajlagos ellenállását. Majd a vízben konyhasót oldunk fel úgy, hogy a koncentráció a fúrás mentén egyforma legyen, vagy a vizet előre elkészített sóoldattal cseréljük le. Újabb folyadék-ellenállásmérést veszünk fel. A két esetben a lyukfolyadék fajlagos ellenállása lényegesen, többnyire egy nagyságrenddel eltér. Ha szózás után kanalizással, szivattyúzással, vagy kompresszorozással dinamikailag instabil állapotot hozunk létre, a karsztvizet tartalmazó zónákból a víz a lyukba áramlik, a sós vizet felhígítja, így fajlagos ellenállását növeli, melyet az izzapellenállás-szelvény pregnánsan jelez. Ha a vízkiemelési



2. ábra: - Radioaktív görbék viselkedése repedezett mészkőösszletben, csővezetett fúrlyukszakaszon

Фиг. 2. Поведение кривых РК в толще трещиноватых известняков в обсаженном интервале скважины

Fig. 2. - Ablauf radioaktiver Kurven in einer spaltigen Kalksteinschichtenfolge, an einem verrohrten Bohrlochabschnitt

1) Nat. Gamma

műveletet és a méréseket egyenletes időközökben megismételjük, a mérési görbék viselkedéséből következtetni tudunk a vízáadó szakaszok elhelyezkedésére, a beáramlás viszonylagos intenzitására. Kellő számú mérés végrehajtása esetén a beáramló víz mennyisége, továbbá a szivárgási tényező számítható.

b) A repedezett szakaszokon tárolt víz mennyiségének és mozgási viszonyainak másik vizsgálati eszköze az áramlásmérő berendezés, vagy ismert nevén a reométer.

Míg a sózásos eljárás meglehetősen időigényes, a reométeres mérések kevésbé időigényesek és nagy előnyük, hogy a vízmozgás irányára (beáramlás vagy nyelés) is felvilágosítást adnak.

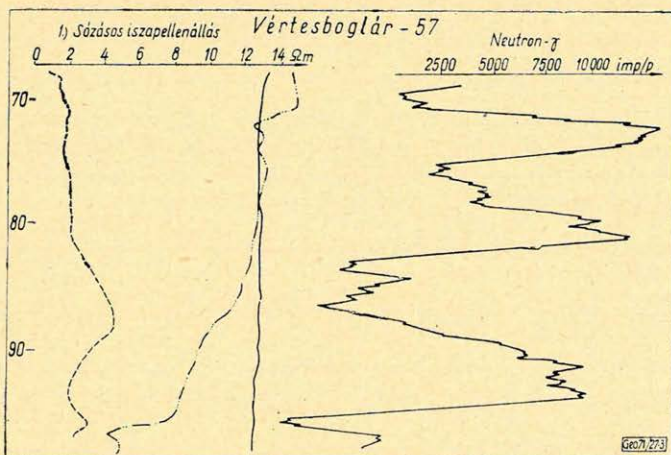
A reométerek három legismertebb típusa:

- forgólapátos, (vagy mechanikai rendszerű),
- termisztoros,
- és az indukciós elven működő.

Mindhárom detektálási eljárás jellemzője, hogy a regisztrált jel a vízáramlás sebességével arányos, egyaránt alkalmas pontmérésre és folyamatos regisztrálásra.

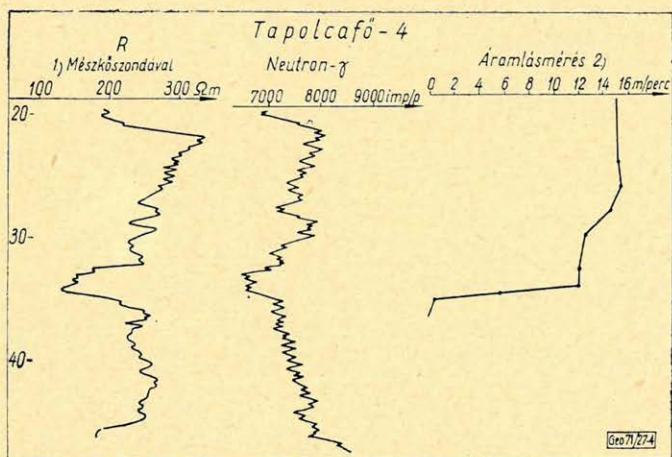
A módszert a Jolsvay Arthur által szerkesztett, és házilag kivitelezett forgólapátos reométerrel már több éve alkalmazzuk, a másik két típusú eszköz, melyek áramlási sebességekre érzékenyebbek, kifejlesztés alatt áll.

A módszerrel nyert információk számszerű adatszolgáltatásra is alkalmasak (pl. a vízáramlás liter/percben történő meghatározása, szivárgási tényező megadása). (4. ábra.)



3. ábra: – Sózásos lyukfolyadék-ellenállás méréssorozat a karsztvízbeáramlási helyek kijelölésére
 Фиг. 3. Результаты резистивиметрии, проведенной для выделения мест притока карстовых вод

Fig. 3. – Bohrlöchlflüssigkeitswiderstands-Messreihe (gesalzigte Flüssigkeit) für die Bestimmung der Karstwassereinströmungstellen
 1) Salzflüssigkeitswiderstand



4. ábra: – Forgólapátos reométeres mérés a karsztvízbeáramlás helyeinek és mennyiségének meghatározására

Фиг. 4. Результаты реометрии, проведенной для выделения мест притока карстовых вод и определения их количества

Fig. 4. – Messung mit Drehflügel-Rheometer zur Bestimmung der Karstwassereinströmungstellen und Wassermengen

1) Mit Kalksteinsonde 2) Strömungsmessung

A tárolt vízmennyiség meghatározására fontos információ a tároló zóna porozitása. E paraméter számszerű meghatározására a karottázs-szelvényezés több lehetőséget is kínál.

- a) Elektromos mérésekből történő porozitás-számítás, melynél az eljárás azonos a porózus, pl. homokos víztárolóknál alkalmazottal, csak a helyes alapadat szolgáltatásához speciális ellenállásmérő eszközt, az ún. mészkőszondát kell alkalmazni.
- b) Gamma-gamma mérésből, ha a mérőberendezés térfogatsúlyra be van kalibrálva.
- c) Neutron-gamma szelvényből, porozitásra történő hitelesítés révén.

Ezek a számítások a karottázs gyakorlatban — elsősorban az olajkutatásnál — általánosan elterjedtek, csak a karszt-hidrologiai kutatásokban még rendszeresen nem alkalmazzák ezeket.

Fúrásos kutatás során a karszthidrologiai vizsgálatok általában a vízszint detektálására szorítkoznak, mely olyan dinamikus egyensúlynak megfelelő szint, ami a feltárt összletben lejátszódó mozgások eredőjeként jön létre. Az elmondottakból látható, hogy a karottázs vizsgálatok a körülmények és folyamatok részletes vizsgálatára is alkalmasak.

Reméljük, hogy az elmondottakkal sikerült rávilágítanunk arra, hogy a karottázs-szelvényezés a karsztvíz-kutatásban is hatékony segítséget tud nyújtani a kutatási problémák megoldásában. Ennek köszönhető, hogy az ismertett szelvényezési eljárások alkalmazása vállalatunk víz- és hidrogeológiai kutatófúrásaiban ma már általánosan elterjedt.

Így leszögezhetjük, hogy a vízkutató fúrásokban a megnyitásra legalkalmasabb vízadó szintek kijelölésének a karottázs ma már rutinszerű, rendszeresen alkalmazott módszere.

A felső köpeny elektromos vezetőképesség-anomáliáinak geotermikus interpretációja

BERDICSEVSZKIJ M. N. — DUBROVSZKIJ V. G. —
LJUBIMOVA E. A. — MANAFI A. I. — NEPESZOV K. N. —
FELDMAN I. S.

(Moszkvai Állami Egyetem, Türkmen SSR Tudományos Akadémiájának Légköri és Földfizikai Intézete, az SZU Tudományos Akadémia Földfizikai Intézete, VNII Geofizikai Kutatóintézetének Azerbajdzsáni fiókjá).

A szerzők ismertetik a magnetotellurikus mélyszondázások eredményeit a délkaszi depresszió és a Magyar-medence területén. Mindkét terület alatt 40–60 km mélységben a felső köpeny egy vezető közbülső rétegét észlelték, ezt a réteget a felső köpeny egy részének felolvadásával értelmezik.

В работе излагаются результаты магнитотеллурических зондирований, проведенных на территории Южно-каспийской депрессии и Венгерской впадины. В верхней мантии на глубинах 40–60 км в обоих районах был выявлен промежуточный проводящий слой. Наличие этого слоя объясняется расплавлением части верхней мантии.

Es werden die Resultate magnetotellurischer Tiefensondierungen im Gebiete der Südkaspischen Depression und des Ungarischen Beckens mitgeteilt. Unter beiden Gebieten in einer Tiefe von 40–60 km wurde eine leitende Mittelschicht des oberen Mantels beobachtet, die durch das Schmelzen eines Teiles des oberen Mantels erklärt wird.

A legutóbbi időkgig a felső köpeny elektromos vezetőképességét a geomágneses variációk térspektrumából határozták meg [1]. A mérések az egész Földre csak vázlatos átlageredményeket adtak. A kapott adatokból feltételezték, hogy a B zóna, melynek néhány száz kilométeres mélységig magas a fajlagos ellenállása, elektromosan majdnem homogénnek tekinthető.

A magnetotellurikus módszer kidolgozásával új lehetőségek tárultak fel a felső köpeny elektromos tulajdonságainak vizsgálatára. A magnetotellurikus kutatásoknak is vannak nehézségei, amelyek az egyenlőtlen üledékek torzító hatásából erednek. Ennek ellenére a magnetotellurikus mélyszondázás segítségével egész sor megbízható eredményt sikerült elérni. Az elektromos szelvények azt mutatják, hogy a felső köpeny elektromos szempontból változékony.

Jelen dolgozatban a délkaszi depressziós területen és a Magyar-medencében végzett magnetotellurikus mélyszondázások eredményeit ismertetjük, régebbi tanulmányokban megjelent munkák folytatásaként [2–4]. Ezekben a korábbi dolgozatokban az első türkmeniai magnetotellurikus mélyszondázások eredményeiből feltételezték, hogy a délkaszi depresszióban kb. 50 km mélységben a felső köpeny egy alacsony fajlagos ellenállású közbülső rétegből áll.

A délkaspi depresszió Eurázsia alpi orogén övezetéhez tartozik. Ez körülveszi a nyugat-türkmeniai süllyedéket, a Kura-alföld egy részét; nyugaton és délen a Kaukázushoz és Elbruszhoz tartozó Kopet-Dag hegység-koplesszum határolja, amely viszonylag magas ellenállású kőzetekből áll. Északon az epihercini Karakum táblás vidékétől mélytörés-rendszerek választják el. A depresszió jól vezető mezokeinozoi formációkból áll, vastagsága 20–25 km. Az összletnek legalább a fele neogén-negyedkorú lerakódásból van felépítve. A földkéreg vastagsága a depresszió központi vidékén erősen lecsökken (a gránit réteg majdnem teljesen kiemelkedik, a bazalt réteg vastagsága nem haladja meg a 10 km-t).

A délkaspi depresszióban a magnetotellurikus mélyszondázásokat négy szelvény mentén végezték el a Türkmen Tudományos Akadémia Földfizikai Intézete, valamint a VNII Geofizikai Kutatóintézet azerbajdzsáni fiók-intézete közreműködésével. Az észlelések kiértékelésénél az impedanciát tenzor-ként vették figyelembe [5].

A magnetotellurikus mélyszondázások görbéi jelentősen függenek az iránytól. Az irányfüggés jelentkezik az elektromágneses tér torzulásában, amely a horizontális geoelektromos egyenletlenségek befolyását mutatja [5]. Világos, hogy regionális és lokális torzulások egyaránt lehetségesek. A regionális hatást kapcsolatba lehet hozni a depresszió magas ellenállású környezetének hatásával. Ilyen fajta hatásokat vizsgált Kovtun A. A. és Dobrovolskaja M. nemvezető gyűrűk és félgűrűk modelljein. Azonban a délkaspi területen végzett magnetotellurikus mélyszondázási görbék analízise nem mutat a modell-kísérleteknek megfelelő törvényszerűségeket. Valószínűleg a tárgyalt területen a regionális hatások sokkal kisebbek, mint a lokális hatások. Ilyen módon feltehető, hogy a torzulások a paleozoos aljzat domborzatával hozhatók összefüggésbe. Az impedancia-polárdiagrammok ezt a föltevést megerősítik, amennyiben a szerkezetek tengelyei szerint irányulnak; így a lineáris tektonikájú tartományokban a helyi irányok az elektromos tér hossz- és keresztirányú polarizációjában mutatkoznak meg.

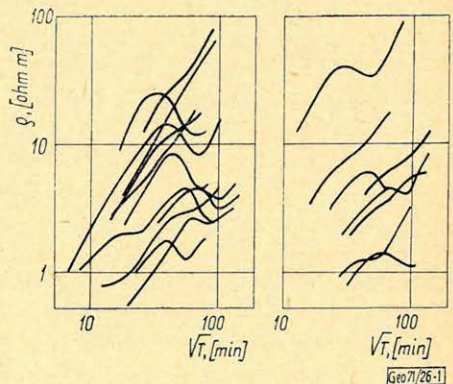
Tipikus hossz- és keresztirányú magnetotellurikus mélyszondázási görbék láthatók az 1. ábrán.

1. ábra. A magnetotellurikus mélyszondázás ϱ_r görbéi a délkaspi depresszióban:
a) hosszgörbék (ϱ'') – b) keresztgörbék (ϱ')

Fig. 1. Кривые магнитотеллурических зондирований ϱ_r в Южно-каспийской депрессии
a – продольные кривые (ϱ'');
б – поперечные кривые (ϱ')

Fig. 1. Die ϱ_r – Kurven der magnetischen Tiefensondierung in der Südkaspischen Depression:

a) Längskurven (ϱ'') – b) Querkurven (ϱ')



A hosszirányú görbék jól rendezett csoportot mutatnak. A depresszió keretét is tartalmazó öt görbe a KH típusú görbékhez tartozik leszálló ágakkal, amelyek a $h = 40 \text{ km}$ és $h = 60 \text{ km}$ mélység közé esnek. A másik öt görbe a depresszió széleit, a gravitációs lépcsőzónát és ennek határán kívüli részeket tartalmazza. Ezek a görbéken felszálló ágak többé-kevésbé figyelemre méltó irányváltozásokat mutatnak, amelyek azonos, vagy közeli mélységhez hajlanak.

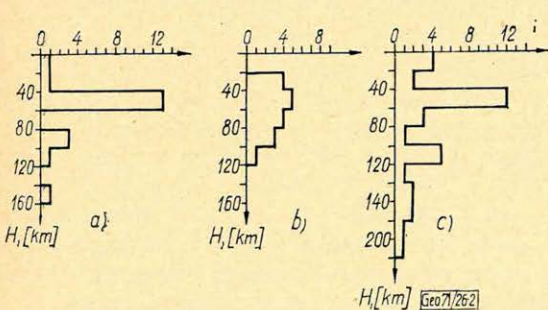
A keresztgörbék (ϱ') rendszertelenek, szétbomlottak. Külsőleg emlékeztetnek a ϱ'' hosszanti görbékre, de formájuk szabálytalanul változik, a leszálló ágak és az irányváltások zavarosak.

Ezek az eredmények jól egyeznek a magnetotellurikus mélyszondázás elméletével és gyakorlati tapasztalataival. Ismeretes, hogy az elektromos tér hosszirányú polarizációjánál kisebb torzulások észlelhetők, mint a keresztirányú polarizációnál. A hosszirányú görbék rendszerességét és a keresztirányú görbék rendszertelenségét magyarázhatjuk a paleozoos aljzat szerkezetének hatásával, ez a hatás jelentősen eltérő a két irányban.

A magnetotellurikus mélyszondázás formális értelmezése lehetővé teszi, hogy a felső köpeny szelvényében egy közbülső vezető réteget különböztessünk meg. A h' és S mennyiségek között szoros összefüggés áll fenn: Az S csökkenése h' növekedését vonja maga után. Ilyen összefüggés van, ha az elektromos térnek keresztkomponensére az aljzat szerkezete erősen érezteti hatását. Valóban az elektromos térnek hosszkomponense az aljzat domborzatának lokális emelkedésével növekszik és a görbék jobb-oldali ágai felfelé tolódnak, ami túl nagy mélységnél a felső köpeny vezető rétegét indokolja.

Teljesen más képet kapunk, ha elemezzük a S és h közötti összefüggést, vagyis azt a mélységet, amelyet a hosszgörbék interpretálásával kapunk. Az összefüggés S és h'' között lényegesen gyengébb: egész sor olyan pontot találhatunk, ahol az S ötszörösével vagy annak többszörösével változik, de a h'' mennyiség majdnem változatlan.

Ilyen módon a hosszanti görbéket tekinthetjük a legkevésbé torzultnak a magnetotellurikus mélyszondázásoknál. A 2a ábra bemutatja a h'' hisztogramját, amelyet a ϱ' görbék alapján szerkesztettek meg. A hisztogram világosan kivehető maximumot mutat $40-60 \text{ km}$ mélységintervallumban. Éppen ehhez a mélységhez van a felső köpeny vezető közbülső rétege rendelve.



2. ábra. A vezetőréteg felső szintje mélységének hisztogramjai:

a) délkaspi depresszió, ϱ'' - b) délkaspi depresszió, ϱ' - c) magyar medence, ϱED és ϱNYK

Фиг. 2. Гистограммы глубины верхнего горизонта проводящего слоя
 а - Южно-каспийская депрессия, ϱ''
 б - Южно-каспийская депрессия, ϱ'
 в - Венгерская впадина, ϱ меридиани ϱ широтн,

Fig. 2. Histogramme der Tiefe der Oberfläche der leitenden Schicht:

a) Südkaspische Depression ϱ'' - b) Südkaspische Depression, ϱ' - c) Ungarischer Becken, ϱNS und ϱWO

Érdekes a h' mélység hisztogramjával való összehasonlítás, ez a hisztogram a görbék formális interpretációjának eredményéből alakult (2b ábra). Amint látjuk, a keresztirányú görbékből olyan hisztogram szerkeszthető, amely a 20–120 km között mutat nagy értékeket. A hisztogramra jellemző a szórás is, ennek oka a tér torzulása.

Az ekvivalencia elv hatása következtében nem sikerült a vastagságnak és a vezető réteg fajlagos ellenállásának megállapítása. De a pontok egy sorára meg lehet határozni hosszanti vezetőképességüket: S -t. A depresszió szegélyén S eléri a $1 \cdot 10^4 \dots 2 \cdot 10^4 \text{ ohmm}^{-1}$ értéket, a depresszió részein S lecsökken $5 \cdot 10^3 \text{ ohmm}^{-1}$ értékre. A depresszió határain kívül $S = 0$. Durva becslés szerint a vezető réteg vastagsága a depresszió szegélyén nem több, mint 20 km és a fajlagos ellenállás egy ohmméter törtrészét, vagy néhány ohmmétert tesz ki.

Kísérreljük meg most már az általános kép kialakítását. A délkaszipi depresszió szegélyén a felső köpeny 40–60 km-ig terjedő mélységében van az a réteg, amelynek alacsony a fajlagos ellenállása. Valószínű, hogy a depresszió belső területén is sikerül ennek a kimutatása (a Kaszpi-tenger déli részén). A depresszió peremvidékén a vezető réteg valószínűleg eltűnik, csak északon követhető a nagy Balchan alatt. A Karakum-táblán a réteg hiányzik, ezt éppen az Aschchabad-Bachordok szelvény magnetotellurikus mélyszondázások eredményei mutatják.

Tehát a felső köpenyben jelentkezik egy vezető réteg, a táblás terület és a geoszinklinális átmeneti zónájában.

Magnetotellurikus mélyszondázás a Magyar-medencében.

Ádám A. a Magyar medence és az Orosz táblás vidék magnetotellurikus mélyszondázási görbéinek összehasonlításánál analóg esetekre hívja fel a figyelmet [6, 7].

A Magyar-medence, hasonlóan a délkaszipi depresszióhoz, az eurázsiai alpi orogén övhöz tartozik és a nyugati és keleti Kárpátok, valamint a Dinári hegység között fekszik. Aljzata rögös emelkedésekre, süllyedésekre darabolódik fel, a medencét harmadkori üledékek töltik ki, az üledék-vastagság eléri a 8–10 km-t is. A lerakódások jelentős része pliocén vulkanogén üledékekből áll. A kéreg vastagsága a medence szélein jelentősen elvékonyodik (a gránit réteg 5–10 km-re, a bazalt réteg vastagsága 7–10 km-re csökken le).

A magnetotellurikus mélyszondázásokat a magyar és csehszlovák geofizikusok végezték el [6–11]. A mélyszondázási görbéket a földrajzi szélesség és hosszúság szerint irányították, függetlenül a paleozoos alaphegység domborzatától. A görbék széttartását az aljzat anizotropiájának hatásával magyarázták. Nehezen lehet ezzel az értelmezéssel teljesen egyetérteni, mivel a paleozoos domborzat szerkezeti hatásai nincsenek figyelembe véve. Ennek ellenére említésre méltó, hogy sok görbének van jól kivehető leszálló ága és a formális interpretáció az első vezető réteget 40–60 km mélyen adja meg (2c ábra). Ilyen görbéket a medence belsejében kaptak. Az eredményt csak statisztikusan vehetjük figyelembe. Ha a medencéből a hegységkoszorú felé haladunk, az első vezető réteg 100–120 km mélységre süllyed. Ez az eredmény a délkaszipi depresszióhoz hasonlóan nem hihető.

Mint látjuk, Eurázsia két alpi övének hegységközi medencéje közös sajátossággal rendelkezik: a vezető közbülső réteg a felső köpenyben 40–60 km mélyen van. Vajon milyen geológiai természete van ennek a rétegnek?

A vezető közbülső réteg a felső köpeny egy részének felolvadása által keletkezik

Nyilvánvaló, hogy a vezető közbülső réteg létezése nem magyarázható az elektromos vezetőképesség lassú növekedéséből származó felmelegedéssel. Más jelenségeket is figyelembe kell venni. Vegyük tekintetbe a felső köpeny felmelegedésének lehetőségét a délkelet-keleti depresszió és a Magyar-medence esetében.

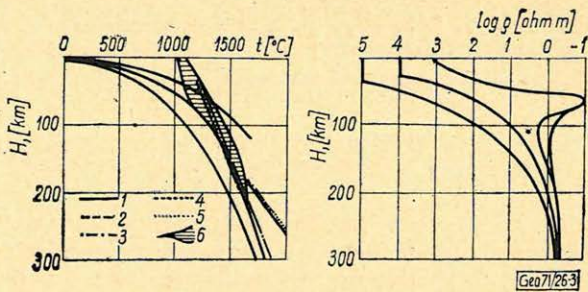
A Magyar-medence magas geotermikus aktivitása jól ismert. A központi részen a hőáram értéke: 2,0–2,2 HFU, ami a jelenlegi vulkáni szigetívek háttér-értékét meghaladja. A Magyar-medence több területén a hőáram nagyobb, mint 2,5 HFU és az egyes anomáliák elérik a Földön észlelt 10–14 HFU maximális értékét. A szegélyzónában a hőáram csökken, 1,5–1,7 HFU-ig.

A délkelet-keleti depresszióban magas geotermikus aktivitást észleltek a szegélyövezetben, ahol a hőforrások és iszapvulkánok nagy területen fordulnak elő. Ennek a zónának északi részén a hőmérsékleti gradiens az óceánográfiai mérések szerint 8,5–12 °C/100 m (az SU Tudományos Akadémiája Földfizikai Intézetének Geotermikus és Geoelektromos Osztálya 1969. évi adatai szerint). Ezeknek a gradiens-értékeknek 1,0–2,4 HFU nagyságrendű hőáram felelne meg. Véleményünk szerint a hőáram csökkenésére mutató tendencia – a süllyedék szélétől a központ felé – a vastag üledékrétegek torzító hatásával áll kapcsolatban.

A fokozott geotermikus aktivitás éppúgy fennáll, mint a szeizmikus hullámok sebességének csökkenése a Mohorovičić felületeken a megfigyelt süllyedékek területén. Ismeretes azonkívül, hogy az alpi és kárpáti földrengéshullámok a Magyar-medence alatt erősebben csillapodnak, mint a medence határain kívül [13].

A 3. ábrán láthatók azok a hőmérsékleti görbék, amelyek a hőáram különböző értékeire számíthatók. Az 1. számú hőmérsékleti görbét Vlassow V. K. szerkesztette a Moszkvai Állami Egyetem számítóközpontjában, $q = 2,1$ HFU esetére és 43 pm vastag földkéregre, ebből a vastagságból 20 km az üledékréteg, 23 km a bazaltréteg. A földkéregnek ez a modellje megfelel a délkelet-keleti depresszió szélső zónájának, ahol a hőáramméréseket végezték. A köpeny hővezető képességének számításánál tekintetbe vették a sugárzási- és fononkomponens is, mint a hőmérsékletváltozás és a nyomás mélységi függvényét [12]. A köpeny hőtermelésének sűrűség-eloszlását a mélység függvényében Masuda adataiból vették. Kis hőáramok számára a hőmérséklet-görbét Szmirnov Ja. B. szerint számították [14]. Ugyanazon az ábrán vannak a felső köpeny összetételében feltételezett ásványi társulások és a kőzetolvadás görbéi feltüntetve. Figyelemre méltó, hogy a hőmérsékleti görbe a 40–70 km között metszi az olvadási görbét. Tehát ebben a mélységben lehetséges a felső köpeny kőzeteinek felolvadása (és lehet még kisebb mélységben is, ha tekintetbe vesszük a horizontális kiterjedés következtében fellépő nyomáscsökkenést.)

Laboratóriumi mérések mutatják, hogy a kőzetek elektromos vezetőképessége 2–3 nagyságrenddel növekszik felolvadás esetén. Az olvadási zóna kezdé-



3. ábra. Hőmérsékletgörbék, olvadásgörbék és a fajlagos ellenállás görbéi;

a) 1 - hőmérsékletgörbék, különböző hőáramok szerint:
 $I-q = 2,1 \text{ HFU}$, $II-q = 1,9 \text{ HFU}$, $III-q = 1,7 \text{ HFU}$; - 2,5 - olvadásgörbék: 2 - kvartholeit [15]; 3 - pyrolit [16], 4 - basalt [17]; 5 - basalt [18]; 6 - a basalt olvadási tartomány, nemhidrosztatikus nyomás alatt [19];
 b) a fajlagos ellenállás görbéi, amelyek az I-II-III hőmérsékleti görbéknek felelnek meg.

Фиг. 3. Температурные кривые, кривые расплавления и кривые удельного сопротивления;

a - температурные кривые по различным тепловым потокам:
 $I-q = 2,1 \text{ HFU}$, $II-q = 1,9 \text{ HFU}$, $III-q = 1,7 \text{ HFU}$
 2,5 - кривые расплавления: 2 - квартолеит (15); 3 - пиролит (16), 4 - базальт (17);
 5 - базальт (18) 6 - область расплавления базальта под негидростатическим давлением (19);
 б - кривые удельного сопротивления, соответствующие температурным кривым I - II - III.

Fig. 3. Temperaturkurven, Schmelzkurven und Kurven des spezifischen Widerstandes:

a) 1 - Temperaturkurven, nach verschiedenen Wärmeflüssen:
 $I-q = 2,1 \text{ HFU}$, $II-q = 1,9 \text{ HFU}$, $III-q = 1,7 \text{ HFU}$ 2,5 - Schmelzkurven: 2 Quarztholeit [15] 3 - Pyrolit [16]
 4 Basalt [17] 5 Basalt [18] 6 - Schmelzgebiet des Basalts, unter nicht-hydrostatischem Druck [19].
 b) Kurven des spezifischen Widerstandes, entsprechend den Temperaturkurven I - II - III.

tén az elektromos vezetőképesség ugrásszerűen megnő. Az azt követő koncentráció-növekedés a folyékony fázisban már nincs hatással az elektromos vezetőképesség nagyságára. Ilyen módon jön létre a mélyben ugrásszerűen az elektromos vezetőképesség növekedése, ahol a folyékony-fázis határkoncentrációját eléri és egy jól elhatárolt vezető közbülső réteg keletkezik. A 3b ábrán mutatjuk be a felső köpeny fajlagos ellenállási görbéit, amelyek a fent leírt hőmérsékleti görbéknek felelnek meg. A számítások az olivin vezetőképességének paraméterein alapulnak, amelyeket Feldman I. S. és Bondarenko A. T. kísérletekkel határozott meg. A kísérletet az SU. Tudományos Akadémiájának Földfizikai Intézetében végezték. Ha a hőmérsékleti görbe az olvadási görbét metszi, akkor a fajlagos ellenállás görbéje minimumot mutat, ez az olvadási zónában levő folyékony fázisra utal. Éppen ezt az olvadási zónát találjuk a délkaszi depresszió és a Magyar-medence alatt 40 - 60 km mélyen.

A délkaszi depresszióban és a Magyar-medencében a felső köpeny kőzeteinek részfelolvadása a terület fiatal vulkanizmusával függ össze. A Magyar-medencében jól ismertek az oligocén-kvarter vulkanogén lerakódások. A délkaszi depresszió kerületén észlelt intenzív mágneses anomáliák alapján feltehető, hogy itt is a pliocén-kvarter bázisos vulkáni réteggöszletek széles kiterjedésben fordulnak elő [20].

- [1] *Rikitake, T.*: Elektromágnesség és a Föld belső felépítése, Nedra, Leningrád, 1968.
- [2] *Berditschevskij M. N., Nepesov K. N., Dobrovskij V. G., Fainberg E. B.*: A Földkéreg geoelektromos karakterisztikája és a felső köpeny Türkmeniában. *Izv. AN SSSR, Ser. Geofiz.* 10. 1970.
- [3] *Gochberg M. B., Dubrovskij V. G., Nepesov K. N.*: A türkméniai mágneses viharok felhasználásának eredményei a mélyszondázások részére. *Izv. AN SSSR, Ser. Geofiz.* 12. 1968.
- [4] *Berditschevskij M. N., Vanjan L. L., Gohberg M. B., Dubrovskij V. G., Fainberg E. B.*: Új eredmények a magnetotellurikus mélyszondázások területén. *Izv. AN SSR, Ser. Geofiz.* 3. 1967.
- [5] *Berditschevskij M. N.*: Elektromos felderítő mélységek a magnetotellurikus szelvényezés módszerével. Nedra 1968.
- [6] *Ádám A.*: Über den Informationsgehalt der elektromagnetischen Messungen in Ungarn. *Annales de géophys.* 23, 1, 1967.
- [7] *Ádám A., Verő J.*: Magnetotelluric deep soundings in Hungary. *Acta geodaet. geophys. et montan. Akad. Sci. Hung.* 3. 1–2. 1968.
- [8] *Ádám A.*: A felső köpeny elektromos jólvezető rétegének összefüggése a nagytektonikával. *Geofiz. Közlem.* 17. 1–2. 1968.
- [9] *Ádám A.*: A kéreg és a felső köpeny elektromos felépítése Magyarországon a magnetotellurikus és relatív tellurikus frekvencia-szondázás alapján. *Geofiz. Közlem.* 13. 2, 1964.
- [10] *Ádám A.*: A magyarországi elektromágneses mérések információiról. *Geophys. Közlem.* 17, 1–2, 1968.
- [11] *Praus O.*: Study of the electric conductivity of the Earth on the territory of Czechoslovakia. *Studies geophys. et geodaet.* 3. 1967.
- [12] *Ljubimova E. A.*: A Föld és a Hold termikája. Nauk 1968.
- [13] *Babuska VI., Ruprechtova L.*: Contribution to the investigation of East-Alpine earthquakes. *Gofiz. Sb.* 13, 1966.
- [14] *Szmírnov Ja. B.*: A hőáram összefüggése a földkéreg és a felső köpeny felépítésével és fejlődésével. *Geotektonika* 6. 1968.
- [15] *Anderson D. L.*: Structure and composition of the Earth's mantle. *Physics and Chemistry of the Earth*, 1965.
- [16] *Ringwood A. E., Green D. H.*: An experimental investigation of the gabbro-eclogite transformation and some geophysical implication, *Tectonophysics*, 3–5. 1966.
- [17] *Scheinmann Ju. M.*: A mélyföldtan alapjai (a tektonika összefüggése a magmák keletkezésével) Nedra, 1968.
- [18] *Yoder C. S., Tilley K. E.*: A bazaltmagmák származása. Mir. kiadó 1968.
- [19] *Uffen R. J., Jessop A. M.*: The stress release hypothesis of magma formation. *Bull. Volcan.* 1963.
- [20] *Borisov A. A.*: A SU területének mélyszerkezete geofizikai adatok alapján. Nedra kiadó, 1967.

Módszer vertikális hőfluxus horizontális változásainak hővezetőképesség-adatok nélküli meghatározására

HARTNER MIHÁLY – STEINER FERENC

A dolgozatban ismertetett és példán bemutatott módszer a földi (vertikális) hőfluxus horizontális változásainak meghatározását teszi lehetővé. Alkalmazhatóságának feltétele, hogy a vizsgált területen mélyült fúrások hőfokgradiens-adatai pontosan ismertek s a harántolt rétegek (legalább részben) korrelálhatók legyenek. Hővezetőképesség-adatra a módszer alkalmazásakor nincs szükség. Azonban ha a terület néhány fúrásában ismert a hőfluxus, akkor a módszer nemcsak a hőfluxus relatív horizontális gradienseit adja, de lehetővé teszi az egész mérési terület hőfluxus térképének a megszerkesztését is.

Описываемый в настоящей работе метод позволяет, как это показано на примерах, определить горизонтальные изменения земного (вертикального) теплового потока. Условием применения метода является точное знание температурного градиента из имеющихся в районе работ скважин, а также коррелируемость (хоть бы частичная) пройденных скважинами пластов. В данных о тепловой проводимости нет надобности при применении метода. Но если тепловой поток известен из нескольких скважин района работ, то метод позволяет не только получить относительный горизонтальный градиент теплового потока, но и построить карту теплового потока для всего района работ.

Die im Aufsatz beschriebene und an einem Beispiel dargestellte Methode ermöglicht die Bestimmung der Änderungen des terrestrischen (vertikalen) Wärmeflusses. Eine Bedingung der Anwendbarkeit besteht darin, dass die Wärmegrad-Gradientendaten der im untersuchten Gebiet abgeteuften Bohrungen genau bekannt und die durchsetzten Schichten (wenigstens teilweise) korrelierbar seien. Wärmeleitfähigkeitsdaten werden nicht benötigt bei der Anwendung der Methode. Wenn aber in einigen Bohrungen des Gebietes der Wärmefluss bekannt ist, dann ergibt die Methode nicht nur die relativen horizontalen Gradienten des Wärmeflusses, sondern sie ermöglicht auch die Konstruktion einer Wärmefluss-Karte des gesamten Messgebietes.

Jelen dolgozatban egy egyszerű módszerre szeretnénk felhívni a figyelmet, mely a vertikális földi hőfluxus horizontális eloszlásának meghatározását teszi lehetővé hővezetőképesség-mérés nélkül, csupán a vizsgált sekély- vagy mélyfúrásaiban végzett hőmérsékletmérések vagy hőfokgradiens-mérések alapján. Az eljárás alkalmazását arra a Tiszakécske – Lakitelek között fekvő területre mutatjuk be, melynek termikus mérési anyagát [3]-ban ismertettünk. Ez a mérési anyag, minthogy a mérés kifejezetten termikus célt szolgált, alkalmas volt az eljárás alapjául szolgáló elgondolás közvetlen gyakorlati igazolására, az eljárás az adott mérési anyag egy részére való eredményes alkalmazása útján. — Mindezeknek az ismertetését az a nézetünk indokolja, mely szerint, korrekciók esetleges figyelembevételével, az eljárás termikus szelvénnel vagy termogradiens-szelvénnel bíró mélyfúrások esetében is alkalmazható lesz. Véleményünk szerint az ilyen jellegű alkalmazás eredménye nemcsak szűkebb termikus szempontból bírhat jelentőséggel, hanem általános, geológiai jellegű információt is adhat, mégpedig a mindenkor adott fúrások talpánál mélyebb, a kutatás következő fázisát jelentő szintre vonatkozóan.

Legyen adva a vizsgált területen bizonyos számú termikusan karottált fúrás. A terület termikus viszonyairól a szerkeszthető hőfokgradiens-térkép, valamint az izoterma-térkép tájékoztat. Tudomásul kell azonban vennünk,

hogy ezeken a térképeken a fúrások által feltárt szintnél mélyebbről jövő hatások mellett ismeretlen mértékben jelentkeznek a fúrások révén geológiaiilag és geofizikailag már ismert, hővezetési paramétereikre nézve azonban általában továbbra is ismeretlen rétegek hatásai. Ha azonban meg tudjuk adni a vertikális földi hőfluxus eloszlását a területre vonatkozóan, ez a térkép a gradiens és izoterma térképhez viszonyítva feltétlenül kevésbé zavartan tükrözi a mélyebb szint termikus viszonyait. Ezért, ha módunkban áll, célszerű fluxus-térkép szerkesztésére törekedni.

Hőfluxus-adatokat a különböző mélységekben mért hőfokmérések eredményeiből a következőképpen szokás számítani:

1. A nyert hőfokgradiens-értéket megszorozzák egy (vagy csekély számú) mintán végzett laboratóriumi mérés eredményéből adódó hővezetőképesség-adattal.

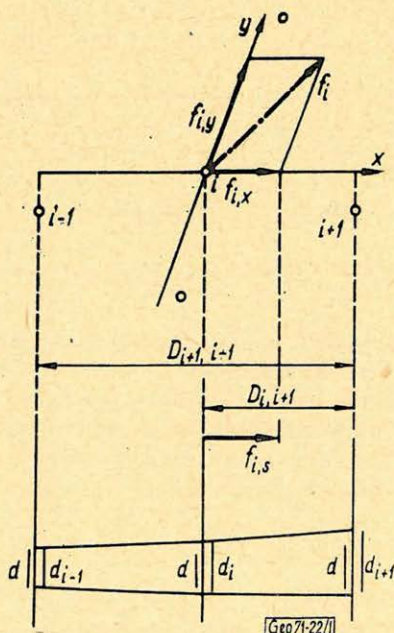
2. A hőfokgradiens-értéket az irodalomból az illető rétegsornak megfelelően vett hővezetőképesség-értékkel szorozzák meg.

A fenti eljárások megbízhatóságával kapcsolatban a következő észrevételek tehetők:

☉ *Az első esetben:* Ha magát a laboratóriumi mintamérést az adott mintán sikerülne is olyan pontossággal végrehajtani, hogy a mérés körülményeinek az in situ viszonyoktól való eltérése ne jelentkezzen a mérés eredményében, akkor sem tekinthetjük teljesen megbízhatónak az így kapott hőfluxust, mivel a számítás burkoltan a minta méreténél nagyságrendekkel nagyobb hosszra való vertikális extrapolációt jelent. Minthogy a geológiai rétegösszleteken belül általában éppen vertikális irányban adódnak a kőzetfizikai paraméterek legnagyobb mérvű változásai, ezért a nyert hőfluxus-értékek ellenőrizhetetlen nagyságú hibával terheltek. — *A másodikkal említett módszer* pedig nyilván csak tájékoztató adatokat szolgáltathat.

Ha a kapott adatokból fluxus-térképet akarunk szerkeszteni, mindkét eljárásnál nagyfokú bizonytalansággal számolhatunk, ami várhatóan az adatok egymáshoz viszonyított, statisztikus jellegű ingadozásaiban nyilvánul meg. Kivételt képez az az eset, amikor (bármelyik megoldást is követjük egyébként az említett kettő közül) egyetlen (átlag-) hővezetőképesség-adattal történik egy területre a hőfokgradiensekből a hőfluxusok számítása. Ekkor azonban nem tettünk mást, mint hogy (dimenzióval ellátott) konstanssal szoroztuk végig hőfokgradiens-eredményeinket. Az így kapott fluxus-térkép tehát semmiféle új információt nem tartalmaz a hőfokgradiens-térképhez viszonyítva. —

☉ A fentiekben már érintettük azt a geológiaiilag indokolt tapasztalati tényet,



1. ábra $\Phi_{uz. 1. Fig. 1.$

hogy vertikális irányban lényegesen nagyobb a rétegek fizikai paramétereinek (váltakozó) változása, mint horizontálisan. A geofizikai lyukvizsgálatok gyakorlata bőven szolgáltat példát arra nézve, hogy egy rétegösszlet akár több kilométeren keresztül is követhető úgy, hogy a rétegösszletre jellemző szakasz hasonlóan jelentkezik (pl. az elektromos szelvényeken l. pl. [5]), ugyanakkor azonban ez korántsem jelent egységességet a rétegösszleten belül (ahol több száz százalékos változás is lehetséges, l. az ellenállás szelvények esetét).

A fent mondottak szolgáltatják az alapot a jelen dolgozatban javasolt módszer számára. — Meggondolásunk a következő (1. ábra).

Egy kiszemelt, i -vel jelölt sorszámú fúrás valamely irányban vett szomszédját az $i+1$, ezzel ellentétes (vagy közel ellentétes) irányban vett szomszédját az $i-1$ fúrás-sorszámok jelöljék. Legyen továbbá $D_{i-1, i+1}$ az $i-1$, $i+1$ pontok egymástól való távolsága és F_i és F_{i-1} a földi hőáram az illető fúrásokban egy bizonyos mélységintervallumra vonatkozóan. Az

$$f_{i,s} = \frac{1}{D_{i-1, i+1}} \cdot \frac{F_{i+1} - F_{i-1}}{F_i} \quad (1)$$

mennyiséget az i pontból, az $i-1$ és $i+1$ pontok összekötő egyenesével párhuzamosan, (a hőfluxus növekedése irányában) vektorkomponensként hordjuk fel ($s = x$). Ugyanezt a számítást egy másik (lehetőleg az előbbire merőleges) irányban is végrehajtjuk ($s = y$); a számítás eredménye hasonlóan kerül felhordásra. A két komponens eredője „a vizsgált mélységintervallumra vonatkozó vertikális földi hőáram relatív horizontális gradiense” (f).

f alkalmazásának előnye az, hogy gyakorlati számításához nincs hővezetőképesség-adatra szükség (1) ugyanis nyilván így is írható:

$$f_{i,s} = \frac{1}{D_{i-1, i+1}} \cdot \frac{\Delta T_{i+1} - \Delta T_{i-1}}{\Delta T_i}, \quad (2)$$

ahol a ΔT -k korrelálható, azonosnak minősülő rétegek azonos d vastagságú szakasza mentén mért hőfokkülönbségek.

Adott esetben nem biztos, hogy mindhárom fúrás tartalmazza a korrelálható réteget (ugyanazt a korrelálható réteget). Gyakorlati számításra tehát a következő, (2)-nél általánosabb képlet használható:

$$f_{i,s} = \frac{1}{D_{i-1, i+1}} \left(\frac{\Delta T_{i+1}}{\Delta T_i} - \frac{\Delta T_{i-1}}{\Delta T'_i} \right). \quad (3)$$

A jelzett mennyiségekkel emeltük ki azt, hogy nem szükségképpen azonos a korrelálható réteg az $i+1$ és i , valamint az $i-1$ lyukpároknál. A (3) szerinti felírás gyakorlati szempontokat tekintve azért is előnyös, mert, ha egy adott lyukpárra több korrelálható rétegünk van, akkor a ΔT -k hányadosa helyébe (3)-ban a ΔT -arányok középértéke írható, s ezáltal több adat figyelembevétele válik általában lehetővé, mint (2) alkalmazásával. Képletben:

$$f_{i,s} = \frac{1}{D_{i-1, i+1}} \left[\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(\frac{\Delta T_{i+1}}{\Delta T_i} \right)_k - \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \left(\frac{\Delta T_{i-1}}{\Delta T_i} \right)_l \right]. \quad (4)$$

Ha a ΔT -k alatt tetszőleges d_{i-1} , d_i , d_{i+1} vastagságú szakaszok mentén mért hőfokkülönbségeket értünk, akkor (4) a következőképpen módosul:

$$f_{i,s} = \frac{1}{D_{i-1,i+1}} \left[\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(\frac{\Delta T_{i+1}}{\Delta T_i} \frac{d_i}{d_{i+1}} \right)_k - \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \left(\frac{\Delta T_{i-1}}{\Delta T_i} \frac{d_i}{d_{i-1}} \right)_l \right]. \quad (5)$$

Megemlítjük még, hogy ha a korrelálás vagy a ΔT -k arányának képzése egy fúrólukpárra (mondjuk az i és $i-1$ -re) nem sikerül, vagy i a mérési terület szélén helyezkedik el, $f_{i,s}$ értékül elfogadjuk az

$$f_{i,s} = \frac{1}{D_{i,i+1}} \frac{F_{i+1} - F_i}{F_i} \quad (6)$$

kifejezést, amiből a fenti gondolatmenet lépéseit megismételve adódik gyakorlati számításra a következő általános alakú kifejezés:

$$f_{i,s} = \frac{1}{D_{i,i+1}} \left[\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(\frac{\Delta T_{i+1}}{\Delta T_i} \frac{d_i}{d_{i+1}} \right)_k - 1 \right] \quad (7)$$

Amennyiben termogradiensmérő-szondával (l. [4]) végeztek méréseket fúrólukokban (az idézett irodalom szerzőjétől nyert szóbeli információ szerint a terepi hitelesítés már kellő pontossággal megoldott), akkor f -et ezekből az adatokból nyilván a következőképpen nyerhetjük:

$$f_{i,s} = \frac{1}{D_{i-1,i+1}} \left[\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(\frac{\text{grad } T_{i+1}}{\text{grad } T_i} \right)_k - \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m \left(\frac{\text{grad } T_{i-1}}{\text{grad } T_i} \right)_l \right], \quad (8)$$

ahol $\text{grad } T$ a mért gradiensértékeknek a korrelálható, azonosnak minősülő rétegekre vett átlaga az index szerinti fúrásokban. — A (7) formula helyére ebben az esetben az

$$f_{i,s} = \frac{1}{D_{i,i+1}} \left[\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left(\frac{\text{grad } T_{i+1}}{\text{grad } T_i} \right)_k - 1 \right] \quad (9)$$

kifejezés lép.

Az ismertett módszer gyakorlati alkalmazását, mint ahogy azt a bevezetésben már említettük, a Tiszakécske — Lakitelek között termikusan a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszéke által 1964-ben felmért ([1]) területre kíséreltük meg. Megfelelő karottázs eredmények hiányában a réteggörrelálások alapjául a fúrási naplóban szereplő rétegsor szolgált.

Számításaink eredményét a 2. ábra szemlélteti. (Egy-egy lyukpár korrelálhatóságát a lyuk közé húzott rövid egyenes szakasz jelzi, s amennyiben a két korrelált lyukban különbözőnek mutatkozott a hőáram, a hőáram növekedésének irányát feltüntettük.)

A kapott hőfluxuselozzlás-kép nagy vonalakban hasonló a hőfokgradiensképhez (l. [3], 2. ábra). Két határozott eltérést figyelhetünk meg:

1. A kétféle anomália gerincvonala egymáshoz viszonyítva (párhuzamosan) 600 m körüli eltolódást mutat D -i irányban. (A 2. ábrán a fluxus-anomália gerincvonala eredményvonallal, a hőfokgradiens-elozzlás gerincvonala szaggatott-, ennek átlagoló görbéje folytonos vonallal van feltüntetve.)

2. A fluxus-anomália gerincvonalának a mérési területen belül nincs lezáródási tendenciája.

Az utóbbi említett eredmény összhangban van Scheffer Viktornak azzal az eredményével, mely szerint a harántolt összletek agyagosodási százalékára

végzett korrekció után a terület szélére eső 46. fúrás adódik maximális hőfokgradiensűnek. A térképünkön feltüntetett, szomszédos lyukakra vonatkozó fluxusaránynövekedési irányok a 46. pont körül mindhárom esetben szintén a 46. pont felé mutatnak.

A szűkebb területi vonatkozásoktól eltekintve a 2. ábra a javasolt módszer eredményességét mutatja. Az eljárás alkalmazása mind az anomália lezártságára, mind a termikus anomália gerincének elhelyezkedésére nézve lényeges információkkal szolgált. A térkép alapján levonható következtetések viszont újra arra világítanak rá, hogy a geofizikai termikus kutatásoknak a (lokális) hőfluxus a kulcsfontosságú alapmenyisége.

A fentiekben ismertett és példán bemutatott módszer alkalmazását illetően általában a következő lehetőségeket tartjuk kiaknázandóknak.

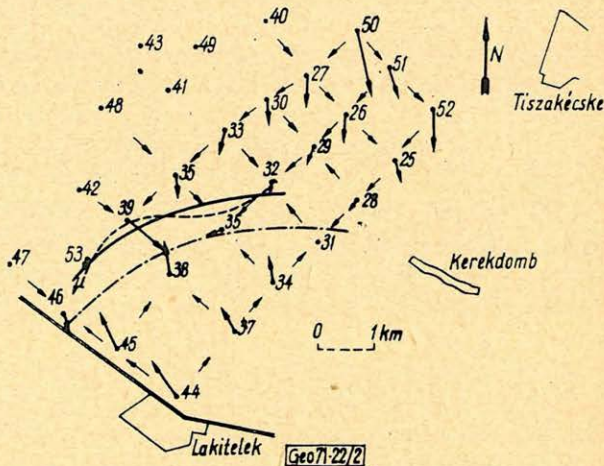
1. Elsősorban említjük azt az esetet, amikor a vizsgált terület termikusan be-

mért fúrásainak elegendő számú és kellően vastag szakaszán korrelálhatók a rétegek, de hővezetőképesség-adat nem áll rendelkezésünkre. Példánk is ilyen esetre vonatkozott, – de nem kifejezetten termikus célból mélyült (de termikusan kellő pontossággal karottált) fúrások, elsősorban mélyfúrások is ugyanúgy lehetőséget adnak a fúrások által befedett területen a fluxus-eloszlás meghatározására (az (5), (7), ill. (8) és (9) formulák segítségével).

2. Másodsorban arról az esetről teszünk említést, amikor a fentiekben leírt feltételeken túlmenően egy, vagy néhány fúrásban, in situ vagy magmintán közvetlenül a mintavétel után végrehajtott, mélység szerint részletes hővezetőképesség-meghatározások adatrendszere is rendelkezésünkre áll. Ekkor a korrelálható fúrások egész rendszerére elkészülhet a módszer segítségével a hőfluxus abszolút értékeit is feltüntető térkép (a származtatásra nézve l. a (6) formulát).

3. Harmadsorban említjük a bányabeli termikus méréseket, amikor a már említett variánsokkal analóg két eset bármelyike fennállhat.

Ami a gyakorlati megvalósítást illeti, mélyfúrások termikus adatai feltehetően csak bizonyos korrekciókkal adnak pontos eredményt a hőfluxus-eloszlásra, – noha kétségtelen, hogy mivel a hőmérsékletkülönbség a módszer kiinduló adata, a hőmérséklet abszolút értékeiben jelentkező zavaró hatások közül nagyon sok kiesik, vagy lényegesen csökkent mértékben jut csak érvényre.



2. ábra $\Phi_{uz. 2.}$ Fig. 2.

- [1] *Csókás János*: Jelentés a Tiszakécske-Lakitelek térségében végzett kutatásokról és a módszer továbbfejlesztésével kapcsolatos vizsgálatokról. NME Geofizikai Tanszék, Miskolc, 1964.
- [2] *Scheffer V.*: Jelentés a Tiszakécske-Lakitelek környékén 1964. nyarán az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság megbízásából végzett kísérleti geometrikus mérésekről. (11. old. 4. bek.) Budapest, 1964.
- [3] *Hartner M. – Steiner F.*: Az 1964. évi Tiszakécske-Lakitelek között végzett geotermikus mérések. Magyar Geofizika, 1965. VI. évf. 1. sz.
- [4] *Egerer F.*: Félvezető hőmérsékletszelvevényező fűrólyukműszerek méretezése. Magyar Geofizika, 1969. X. évf. 6. sz.
- [5] *Hursán L. – Pálffy J.*: cikke sajtó alatt a következő kiadványban: International Geological Congress Bulletin of the IX.-th Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association Vol. 3. (Acta Geologica Acad. Sci. Hung.)

LAPSZEMLE

Fizikai Szemle 1971/4. április

W. Boas: Alapkutatás és alkalmazott kutatás, 97 – 100 old.

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulatban 1970. szeptember 21-én tartott előadás fordítása.

A szerző érdekes megállapítása: „Hol van hát a határvonal az alapkutatás és alkalmazott kutatás között? A határvonal helyzete nemcsak hogy definiálatlan, de az is kétséges, hogy érdemes-e a pontos elhatárolást megkísérelni.”

Verő József: A plazmaszféra és szerepe a mágneses varációk létrejöttében, 100 – 103 old.

A szerző leszögezi, hogy a pulzációk a plazmaszféra és általában az egész magnetoszféra vizsgálatának egyik lényeges lehetőségét nyújtják.

J. S. Rigden: Formáljuk át a fizikáról alkotott képet (Fordítás a Physics Today-ben megjelent cikkről) 103 – 108 old.

„Meg kell változtatnunk fizika tanításunk stílusát, ha át akarjuk alakítani a fizikáról alkotott képet”, mondja a szerző és igen hasznos gyakorlati tanácsokat ad ebben az irányban.

A MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei 3. kötet, 4. sz. 349 – 434 oldal.

Szádeczky – Kardoss Elemér: Az MTA X. osztályának 1970. évi közgyűlési beszámolója, 359 – 376 oldal.

Fülöp József: Az ország természeti erőforrásai feltárásának perspektívái 377 – 381 oldal.

Béll Béla: A geonómiai kutatások fejlesztésének előfeltételei a meteorológia szemszögéből, 383 – 384. oldal.

Enyedi György: Természeti erőforrások és regionális gazdasági fejlődés, 385 – 388. oldal.

Beszámoló a Magyar Geofizikusok Egyesületének és az ELGI-nek 1970. június 29 – július 1-i közös ünnepi ülészaka előadásairól.

Bese Vilmos: A magyar geofizika felszabadulás utáni negyedszázada, 390 – 392. oldal.

Molnár Károly: A magyar szénhidrogénkutatás eredményei és tervei, 393 – 395. oldal.

Czeplédi István – Lakatos Sándor: A mélyfúrás geofizika eredményei és feladatai a szénhidrogén- és vízfeltárásban, 396. oldal.

Ádám Oszkár – Gálfi János – Szabadvány László – Szabó János: Komplex geofizikai mérések eddigi eredményei és tervei a szilárd ásványi nyersanyag-, valamint a vízkutatásban, 397 – 398. oldal.

Henz János: A geofizikai műszerek magyarországi gyártásának kérdései és programja, 399 – 402 oldal.

Müller Pál: Az 50 éves ELGI eredményei és tudományos kutatási célkitűzései, 403 – 409 oldal.

Renner János: Eötvös Loránd gondolatainak szerepe a Geofizikai Intézet 50 éves kutatómunkájában, 410 oldal.

Posgay Károly – Korvin Gábor – Vincze János: A digitális szeizmika módszer- és műszerfejlesztési programja, 411 – 412 oldal.

Vincze János – Sebestyén Károly – Baráth István – Karas Gyula: A komplex digitális karottázsbarendezés felépítéséről és néhány alkalmazási területéről, 413 – 415 oldal.

Stomfai Róbert – Szénás György: A gravitációs és mágneses hatószámítás egyértelműségéről, 416 oldal.

Barta György: A Föld szekuláris folyamatai és aszimmetrikus felépítése. 417 oldal.

Nemecz Ernő: Az UNESCO nemzetközi geológiai korrelációs programja (ICCP), 418 – 426 oldal.

Barlai Zoltán: A nagy kőzetliszt-tartalmú neogén homokkővek mélyfúrás geofizikai paraméterei (magyar és német), 431 – 432 oldal.

A kiegyenlítés általánosabb értelmezése

STEINER FERENC

A legkisebb négyzetek elve szerinti kiegyenlítés nem ad minden esetben kielégítő eredményeket. Nehézségeink főleg akkor támadhatnak, ha a pontok többségéhez jól illeszkedő görbét vagy felületet keresünk kizárólag számítás útján, de a kiegyenlítendő ponthalmaz kieső pontokat is tartalmaz. Ekkor a legnagyobb reciprokok elve (1. [2]) ad jó eredményt. E szerint a kiegyenlítési kritérium szerint azonban időigényes a számítás, ha még nem ismerjük az eredmény egy jó közelítését. A dolgozat iterációs algoritmust ad ilyen közelítés meghatározására (a legkisebb négyzetek elvének többszöri [3] súlyokkal történő alkalmazását javasolva), mely kisebb pontossági követelmények esetén nemcsak előkészíti, hanem helyettesítheti is a legnagyobb reciprokok elvének közvetlen alkalmazását.

Выравнивание по принципу наименьших квадратов не во всех случаях дает удовлетворительные результаты. Затруднения возникают главным образом в тех случаях, когда находится кривая или поверхность, хорошо прилегающая к большинству пунктов, но в то же время в множество выравниваемых пунктов входят и разбросанные пункты. В таких случаях хороший результат получается при использовании принципа наибольших обратных величин (1. [2]). Однако, при применении такого критерия выравнивания, вычислительные работы требуют длительного времени, если не известно хорошее приближение получаемого результата. В работе дается итерационный алгоритм для определения такого приближения (причем предлагается повторное применение принципа наименьших квадратов со взвешанными величинами [3]), которое, при не слишком завышенных требованиях к точности, не только означает подготовку к непосредственному применению принципа наибольших обратных величин, но и может заменить его.

Das Ausgleichverfahren nach der Methode der kleinsten Quadrate liefert nicht in allen Fällen befriedigende Resultate. Schwierigkeiten entstehen besonders dann, wenn eine Kurve oder Fläche ausschliesslich durch Rechnung gesucht wird, die sich der Mehrzahl der gegebenen Punkte gut anschmiegt, wenn aber unter den Punkten auch solche vorhanden sind, die abseits fallen. In solchen Fällen liefert das Prinzip der grössten Reziproke gute Erfolge. [1], [2]. Die Rechnung nach diesem Prinzip ist aber sehr zeitraubend, wenn nur nicht eine gute Annäherung des Resultats bekannt ist.

Im Aufsatz wird ein Iterationsalgorithmus gegeben für die Bestimmung einer solche Näherung (indem die iterierte Anwendung des Prinzips der kleinsten Quadrate mit Gewichten vorgeschlagen wird [3]). Dieses Verfahren kann in Fällen von geringeren Genauigkeitsansprüchen nicht nur vorbereiten, sondern auch ersetzen die unmittelbare Anwendung des Prinzips der grössten Reziproke.

1.

A geofizikában (valamint a mérnöki gyakorlat számos egyéb területén is) nem ritka az olyan típusú feladat, melynek megoldásakor adott ponthalmazt legjobban közelítő görbét vagy felületet kell keresnünk. Tegyük fel, hogy a görbe vagy felület analitikus alakja (fizikai megfontolásokból, vagy máshonnan) ismert. Ekkor az adott ponthalmaznak leginkább megfelelő paraméterértékek határozandók meg.

Az a_k paraméterek száma legyen m , s a továbbiakban ezeket röviden jelöljük A -val ($A = a_1, \dots, a_k, \dots, a_m$). Jelöljük N -nel a pontok számát. A független változók száma legyen n , jelöljük x_{ji} ; a második index itt a pont sorszámát jelenti. Hivatkozzunk a független változókra is rövidítve, a következők szerint:

$$x_1 = (x_{1i}, \dots, x_{ni}) \quad (i = 1, \dots, N).$$

Az ismert analitikus alak jele legyen F , azaz

$$y = F(x; A).$$

Ha $n = 1$, a pontok grafikus felhordásával lehetőség nyílik valamely A paramétersornak megfelelő görbe közelítési jóságának szemléletes megítélésére, vagy – egyszerűbb esetekben – akár A grafikus meghatározására is. Általános esetben azonban egyrészt A -t is számítással kell meghatároznunk, másrészt a kapott eredményt is számítással értékeljük.

A jelenlegi szóhasználat szerinti „kiegyenlítő számítás” az A -val definiált közelítés jóságát kizárólag a legkisebb négyzetek elve szerint ítéli meg, azaz a

$$\sum_{i=1}^N [F(x_i; A) - y_i]^2 = \text{minimum} \quad (1)$$

feltétel teljesítésére törekszik.

Lehet azonban ettől eltérő kritérium szerint is kiegyenlíteni. Pl. [3] a legnagyobb reciprokok elvét mondja ki, mely a

$$\sum_{i=1}^N \frac{1}{[F(x_i; A) - y_i]^2 + \varepsilon^2} = \text{maximum} \quad (2)$$

feltétel teljesüléséhez tartozó A -t tekinti a legmegfelelőbbnek (itt ε a mérési hibából következően már reális jelentéssel nem bíró legnagyobb Δy eltérés 5-szöröse). Ezt is tekinthetjük kiegyenlítési alapelvnek. A (2) feltétel is, akár csak az (1), azonos pontossági követelményeket kielégítő pontok azonosan súlyozott halmazára vonatkozik. [A (2)-t, (1)-hez hasonlóan, általánosabb alakban is felírhatnók, de az alábbiak ezt nem teszik szükségessé].

Az (1) feltétel teljesítése röviden fogalmazva olyan görbének vagy felületnek felel meg, melytől lehetőleg kevés pont esik távol s melyhez ezek a kieső pontok is lehetőleg közel helyezkednek el. A (2) feltétel azt a görbét vagy felületet ítéli meg a legjobbnak, melynek közelében a legtöbb pont található. A kétféle kritérium által szolgáltatott eredményekben figyelembe veendő különbség mindaddig nem lesz, míg a pontok mindegyike nagyon jó közelítéssel van a görbén vagy felületen. Ekkor a kétféle kritérium közül számítástechnikai okok miatt a legkisebb négyzetek elve szerinti (1)-et fogjuk választani, mivel ez lényegesen könnyebben kezelhető, mint a legnagyobb reciprokok elvének megfelelő (2). Ha azonban kieső pontjaink is vannak, a kétféle kritérium által szolgáltatott A jelentősen is eltérhet egymástól. Ezekben az esetekben el kell döntenünk, hogy az adott probléma természetének melyik kritérium felel meg jobban (vagy esetleg új kritérium megfogalmazása is szükségessé válhat).

A két kritérium közül egyikre vagy másikra aszerint eshet a választás, hogy a problémák mennyire különböznek egymástól a kieső pontok fontosságának megítélésében. Ha a probléma természetéből fakadóan valóban az a fontos, hogy éppen a kieső pontoktól ne essék távol a görbe vagy felület, akkor természetesen a legkisebb négyzetek elvét, azaz (1)-et választjuk. (Az eltérések *négyzeteinek* szereplése miatt tudnak (1) alkalmazásakor a kieső pontok nagyobb jelentőséghez jutni.) Ha azonban azt a görbét vagy felületet akarjuk meghatározni, melyre a legtöbb pont esik, azaz indokolt a kieső pontokat gyakorlatilag figyelmen kívül hagyni, akkor nemcsak ajánlatos (2) alkalmazása, hanem kifejezetten félrevezető lehet az az eredményünk, melyet a kényelmesebben alkalmazható (1)-gyel nyerünk.

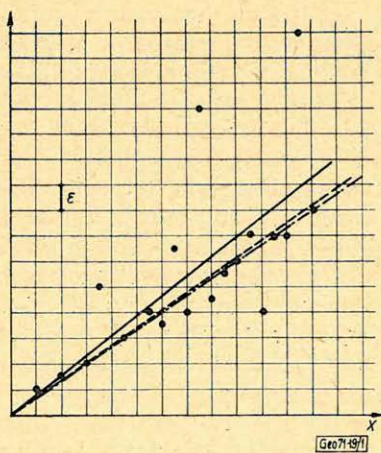
Kétségtelen, hogy a legkisebb négyzetek elve szerint történő kiegyenlítés irodalmában található utalásokat arra vonatkozóan (l. pl. [1], 4. oldal, vagy [2], 17. oldal), hogy első lépésként el kell távolítanunk a durva hibával terhelt mérési eredményeknek megfelelő pontokat, ami végeredményben nemcsak a (2) szerinti elvhez való közeledést jelentheti, hanem adott esetben gyakorlatilag azonos eredményű is lehet azzal. Kérdés azonban, hogy minden feladat-típusnál nyilvánvaló-e, hogy milyen határon túl nevezhetjük durva hibával terheltnek a szóban forgó pontot. Geodéziai feladatoknál pl. ez teljesen egyértelműen megállapítható, következőképpen geodéziai feladatok nem is igénylik a kiegyenlítés problémájának általánosabb kezelését. Lehet azonban, hogy a durva hibák tartományának ez a határa akár beható analízissel sem állapítható meg egy adott problémánál. Ha viszont önkényesen választott sávon belül elhelyezkedő pontokkal dolgozunk csak, önkényes beavatkozásunk az eredményt is torzíthatja. Úgy tűnik, szükséges megkeresni a durva hibákat rejtő pontok kiküszöbölésének algoritmus-megfelelőjét, egyrészt, hogy objektív eredményekhez jussunk, másrészt, hogy ezt a műveletet géppel is végeztethessük. Ez utóbbi azért is fontos, mert $n \geq 2$ esetén már a grafikus szemléltetés sem áll rendelkezésünkre, — igaz, hogy $n = 1$ esetén is szívesen nélkülözzük ezt az időigényes munkafázist, ha egy kizárólag számítási eljárás ezt nélkülözhetővé teszi. Az is lehetséges, hogy adataink számokként sincsenek kiírva (mágneslemezen, mágnesszalagon, lyukszalagon stb. vannak), vagy olyan nagy az N értéke, hogy kiírás esetén sem jöhetne gyakorlatilag szóba a durva hibák „kézi” szelektálása.

A grafikus szemléltetés jelenleg még rajzológéppel is időigényes és körülményes lévén, gyakorlatilag nehezen realizálható az a korábban tett megállapításunk is, mely az (1) szerinti számolást ajánlotta számítástechnikai előnyei miatt arra az esetre, amikor a probléma természete a legnagyobb reciprokok elvének alkalmazását kívánja ugyan, de a pontok a felület vagy görbe közelében helyezkednek el. Hogy azonban az utóbbi feltétel teljesül-e, azt pusztán számítással csak úgy tudjuk eldönteni (és ez is csak közelítés), ha (1) szerint végezzük el először a számítást és az eredményül kapott A_0 felhasználásával vizsgálatjuk meg az $|F(x_i; A_0) - y_i|$ értékek nagyságát, természetesen szintén géppel. Hanagy eltérések is előfordulnak, a legnagyobb reciprokok elvét kell alkalmazni.

2.

A fenti megfontolásokban már körvonalazódnak a lehetőségek és az igények egy olyan számítási eljárást illetően, mely az (1) és (2) kritériumok elkülönültségét számítástechnikailag feloldva, eliminálni tudja a durva hibával rendelkező pontok hatásait, jó közelítést adja a (2) szerinti eredményeknek az (1) számítástechnikai előnyeinek kihasználása útján, s az eredmény megbízhatóságára is szemléltetés nélkül ad könnyen kezelhető mérőszámot.

A számítási eljárást az ábra igen egy-



1. ábra Fig. 1. Фиг. 1.

szerű esetével kapcsolatban mutatjuk be; tetszőleges esetre változtatás nélkül alkalmazható (1. ábra).

Legyen ismert, hogy az ábra pontjai egy $y = ax$ egyenest közelítenek. Tegyük fel, hogy a konkrét probléma a legnagyobb reciprokok elvének alkalmazását indokolja (pl. okunk van feltételezni néhány, előre nem ismert pontban szubjektív hibák jelentkezését, vagy: egy figyelembe nem vett paraméter a mérések egy részénél módosíthatta az eredményt, vagy: pontos a szükséges a nem kieső pontokra, míg utóbbiak esetében nem x -ből határozzuk meg y -t stb.) Grafikusan biztosan az eredményvonallal jelölt egyenest húznánk be; a legkisebb négyzetek elve a folytonos vonallal jelölt egyenest szolgáltatja eredményül. Hogy ez mennyire nem felel meg az eredményvonallal húzott egyenes helyett, azonnal nyilvánvaló: pl. x -ből y -t meghatározva a pontok túlnyomó többsége esetében a helyes értéknél 15%-kal nagyobb y -t kapunk. Az eltérés oka gyakorlatilag a felső két kieső pont, — pedig jelen követelményeink mellett felesleges a kiegyenlítő egyenest ezekhez közelíteni (mint ahogyan azt az (1) kritérium tette), mivel ezek a pontok mindenképpen olyan eseteknek felelnek meg, amikor úgysem várhatunk reális eredményt.

Ismételjük meg most már súlyozva a legkisebb négyzetek elve szerinti kiegyenlítő számítást. Az eltérés-négyzeteket pontonként az első lépésben nyert $a = 0,771$ -nek megfelelő

$$s_i = \frac{1}{(ax_i - y_i)^2 - \varepsilon^2}, \quad (3a)$$

általános esetre felírva a

$$p_i = \frac{1}{(F/x_i; A - y_i)^2 + \varepsilon^2} \quad (3)$$

súlyokkal szorozzuk meg. Így a -ra a $0,688$ -as értéket nyerjük, ami az ábrán a szaggatott egyenesnek felel meg. Újra a (3) szerint, de most már at $a = 0,688$ -cal számított s_i -kkel súlyozva $a = 0,665$ -et kapunk a legkisebb négyzetek elvének ismételt alkalmazásával. Ez az ábra eredmény-vonala, azaz a legnagyobb reciprokok elvének szemléletesen is megfelelő egyenes. (Valóban, a (2) kritériumban szereplő összeget a három egyenesre kiszámítva, növekvő értékeket kapunk.) Pontossági igényeinktől függ, hogy már magával az iteráció eredményével is megelégszünk, vagy azt csak kiindulásként tekintjük a (2) elv közvetlen alkalmazásához.

Bármelyik utat választjuk is, eredményünk megbízhatóságáról szeretnénk szintén kizárólag számítás útján meggyőződni. Határozzuk meg e célból számítással a görbére vagy felületre eső pontok számát.

Ha újra az ábrára pillantunk, megállapíthatjuk, hogy öt pont esik az eredményvonalra. Azonban egyrészt, ha magukat a számértékeket nézzük, egyetlen pont sem esik pontosan az eredményvonal-egyenesre, másrészt, tekintettel a hibára jellemző ε értékére, nemcsak öt pont tekinthető gyakorlatilag az egyenesen levőnek. Ezenkívül nyilván valamilyen folyamatos átmenetet kell biztosítani a távolabbi pontok kisebb súlyú figyelembevételére is. Kielégítjük ezeket a szempontokat, ha az egyenesre eső pontok P számát

$$P = \varepsilon^2 \cdot \sum_{i=1}^N P_i \quad (4)$$

szerint számítjuk (p_i a (3) szerint definiált mennyiség), mivel az i -edik pont zérus eltérése esetén, $p_i = 1/\varepsilon^2$ lévén, ez a pont $\varepsilon^2 \cdot p_i = 1$ értékkel szerepel az összegben. A (3)-ból látható, hogy az olyan pontok is 1-től csak kevésbé különböző értékkel járulnak a P értékéhez, amelyekre nézve a görbétől vagy felülettől való eltérés (az $F(x_i; A) - y_i$ különbség) ε -hoz viszonyítva kicsiny. Ha viszont nagy ez az eltérés, az illető pont gyakorlatilag nem szerepel a (4) összegében.

A (4) szerint számolva természetesen törtszámokat kapunk. Pl. az ábra folytonos egyenesére 9,3, szaggatott egyenesére 12,5, az eredményvonallal rajzolt egyenesre $P = 12,9$ pont esik. Amikor ezt a számot az eredmény megbízhatósági mérőszámaként használjuk, célszerű a pontok összes N számához viszonyítanunk. Jelen esetben $P/N = 0,68$, azaz a pontok több mint kétharmada esik az eredményként elfogadott egyenesre.

Az eljárás egyszerűsége megengedi, hogy összefoglalásként ne folyamatábrát rajzoljunk, hanem egyszerűen pontokba foglaljuk a tennivalókat arra az esetre, amikor az adott ponthalmazhoz olyan görbét vagy felületet keresünk, melyen a ponthalmaz legtöbb pontja fekszik.

1. Kiegyenlítünk a legkisebb négyzetek elve szerint a pontok azonos súlyával [1. (1)].

2. A kapott eredményből képezzük az egyes pontok eltéréseit (y irányban) és (3) szerint képezzük az egyes pontokhoz a p_i súlyt. Ezekkel a súlyokkal szorozva az eltérésnégyzeteket, újból kiegyenlítünk a legkisebb négyzetek elve szerint.

3. a 2. munkafázist annyiszor ismételjük, míg a görbén (felületen) levő pontok számában egy iterációs menetben legfeljebb (előre megadott) jelentéktelen változás áll csak be.

4. Kisebb pontossági követelményeknél elfogadjuk a 3. szerint adódó eredményt végeredménynek. Ellenkező esetben (A kicsiny változtatásaival) keressük a (2) feltételnek, azaz a legnagyobb reciprokok elvének megfelelő A -t.

Végül két megjegyzés: Sok meg gondolásban és számításban szerepel (a fenti konkrét példán kívül is) a legkisebb négyzetek elve. Célszerű megvizsgálni minden ilyen esetben, hogy a legkisebb négyzetek elve valóban a legjobb összhangban van-e a probléma természetével. Másrészt, általánosabban, felvethető az a gondolat is, hogy a geofizika számítási eljárásainak kidolgozása ne merüljön ki adott matematikai eredmények adaptálásában, hanem, amennyiben szükséges, új eljárások kifejlesztése is történjék meg a geofizika speciális igényeinek megfelelően.

IRODALOM

- [1] *Tárczy-Hornoch A.*: Kiegyenlítő számítás. III. kiadás. — Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 1956.
 [2] *Hazay I.*: Kiegyenlítő számítások. Tankönyvkiadó. Budapest, 1966.
 [3] *Steiner F.*: Bouguer-térképek elemzése. Kandidátusi disszertáció. Miskolc, 1965.

Pszudolaterolog szondák összehasonlító vizsgálata

SZILÁGYI ENDRE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

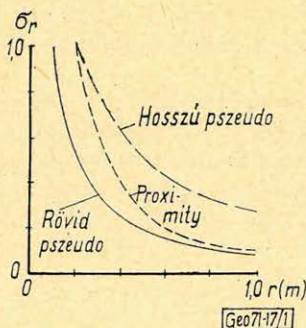
- a permeabilis rétegek közül a szénhidrogéntárolókat fél-kvantitatív módszerekkel ki lehessen jelölni,
- kvantitatív feldolgozás során pedig a tárolók valódi fajlagos ellenállását és D -t meg lehessen határozni.

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

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

1 A vizsgált pszeudolaterolog szondák tulajdonságai

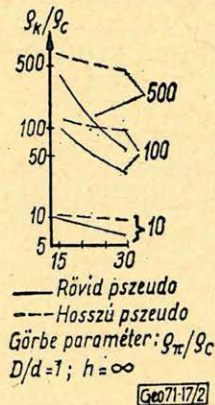
Szemléletes összehasonlításra az 1. ábrán bemutatott radiális potenciálcsökkenési görbék a legalkalmasabbak. A kívánt szelektivitás szempontjából az a szonda jobb, melynél a potenciálcsökkenés nagyrésze a szondától kis távolságra bekövetkezik. A rövid pszeudonál a szondától 20 cm radiális távolságra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



1. ábra. Radiális potenciálcsökkenési görbék

Fig. 1. Кривые убывания потенциалов в радиальном направлении

Fig. 1. Radiale Potential-Abnahme-Kurven



2. ábra. A látszólagos fajlagos ellenállás függése a lyukátmérettől

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

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

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

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

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

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

100-ig a függvény a bilogaritmikus koordinátarendszerben lineáris, de

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

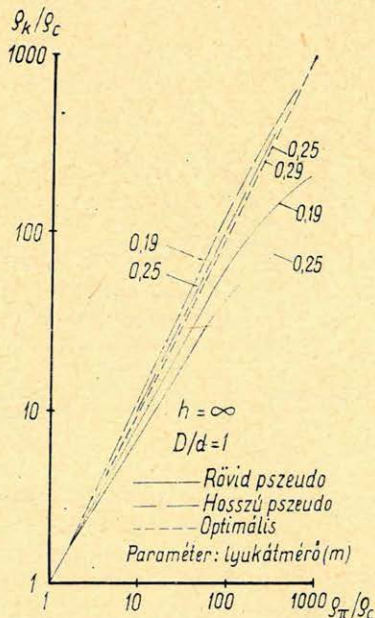
ahol $U_{d/2}$ a szondatengelytől a lyukfalig léterjövő potenciálcsökkenés az
1. ábráról véve. Az áramtér a homogén közegben kialakulóhoz viszonyítva
tehát károsan torzul. Ez a hatás $\rho_\pi/\rho_c < 100$ -nál egyre jelentősebb lesz és ρ_π
meghatározását egyre nagyobb hiba terheli. A rövid pszeudo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

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

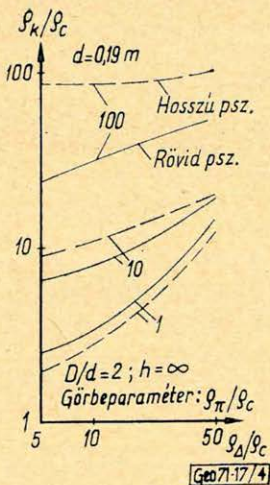
3. ábra. $\rho_K/\rho_c = f(\rho_\pi/\rho_c)$ jelleggörbék

$$\Phi_{\text{uz. 3.}} \text{ Кривые } \rho_K/\rho_c = f(\rho_\pi/\rho_c)$$

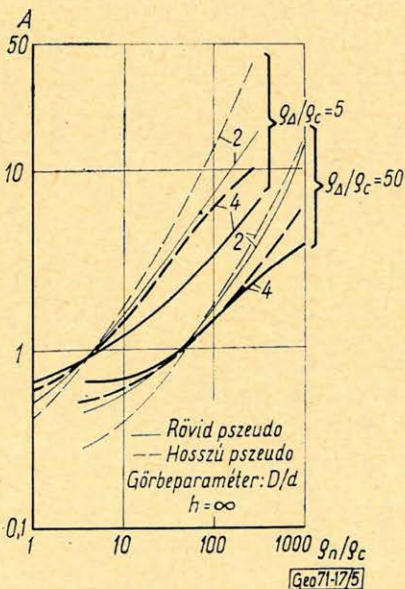
Fig. 3. Charakterische Kurven $\rho_K/\rho_c = f(\rho_\pi/\rho_c)$



Geo71-17/3



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



5. ábra. Félkvantitatív módszerekhez való alkalmasság vizsgálata

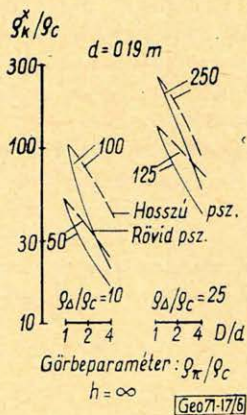
Фиг. 5. Изучение приспособленности зондов для полуколичественных методов
 Fig. 5. Untersuchung der Geeignetheit für halbquantitative Methoden

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

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

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

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



6. ábra. q_K^x függése D/d -től

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

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

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

1. táblázat, Таблица 1., Tabelle 1.

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

ρ_{π}/ρ_c

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

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

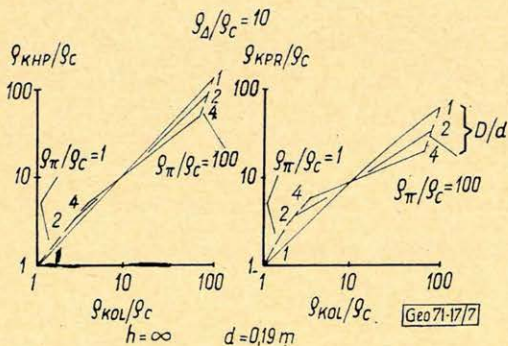
Nagy sótartalmú öblítőfolyadékokkal mélyített fúrásokban a helyzet kedvezőtlenebb lehet.

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

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

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

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



7. ábra. Interpretációs görbesereg összehasonlítása

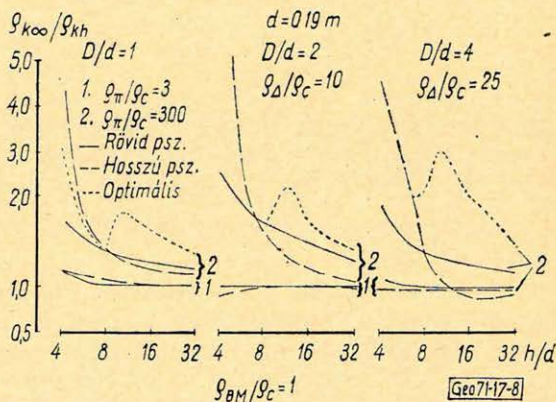
Фиг. 7. Сопоставление палеток теоретических кривых

Fig. 7. Vergleich von Interpretationskurven

8. ábra. A véges rétegvastagság hatása a látszólagos ellenállásra

Фиг. 8. Влияние конечной мощности пласта на кажущееся сопротивление

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



2. A kísérleti mérések eredményei

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

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

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

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

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

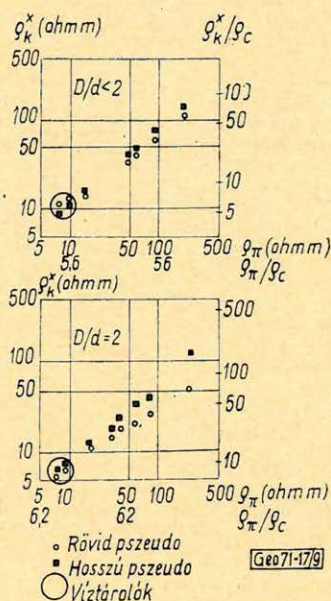
A feldolgozásnál a rétegeket agyagos-aleuritos szennyezettségük mértéke szerint két csoportba osztottam (A, B, utóbbiak erősen szennyezettek). Az arányképzést a réteg valódi fajlagos ellenállásával, majd e helyett az optimális laterolog látszólagos ellenállásával (ρ_{Kd}) is elvégeztem. ρ_{x0} helyett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

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

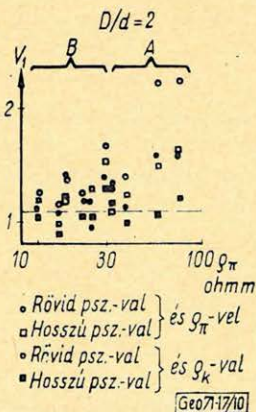
10. ábra. Felsőpannoniai összlet Barlai-féle félkvantitatív interpretációjának eredményei

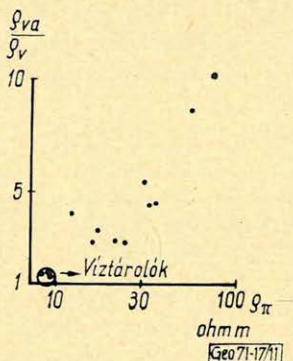
Фиг. 10. Результаты интерпретации по полуколичественному методу Барлай для верхнепаннонской толщи

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



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





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

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

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

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

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

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

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

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

3. Összefoglalás

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

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

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

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

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

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

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

Schlumberger: A szelvénykiértékelés alapelvei. Dokumentum 1969.

LAPSZEMLE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. A geoid meghatározásának klasszikus módszerei.

2. A földi gravitációs tér meghatározása mesterséges holdakkal.

3. Mesterséges holdakkal meghatározott gravitációs potenciál geofizikai alkalmazása.

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

Fúróluk termikus stabilizálódási folyamata

EGERER FRIGYES

A dolgozatban leírt módszerrel meghatározhatjuk a stabilizálódási tényezőt, amely a fúróluk termikus stabilizálódására jellemző szám. A leírt feltételek teljesülése esetén az eredeti közethőmérséklet számítható.

Описываемый в настоящей работе метод позволяет определить коэффициент стабилизации, характеризующий термическую устойчивость скважин. При выполнении рассматриваемых условий можно вычислить первоначальную температуру горных пород.

Die mitgeteilte Methode ist dazu geeignet, die Stabilisierungskonstante zu bestimmen, welche eine die thermische Stabilisierung charakterisierende Grösse darstellt.

Im Falle der Erfüllung der angegebenen Bedingungen kann die originelle Gesteinstemperatur berechnet werden.

Ismeretes, hogy a mélyfúrásokban az öblítőfolyadék cirkulációja miatt a fúrólukat körülvevő közettömeg hőmérséklete megváltozik, az esetek többségében csökken. Így a fúrólukban mért hőmérsékleti értékek lényegesen eltérnek az eredeti hőmérséklettől. A fúrólukokban mért hőmérsékleti értékek az idő függvényében változnak és tartanak az eredeti közethőmérséklethez. Ezt a folyamatot – amikor a fúrólukok hőmérséklete az idő függvényében tart az eredeti közethőmérséklethez – nevezzük a fúróluk termikus stabilizálódási folyamatának. A stabilizálódási folyamatot több szerző [1, 2, 3] a gyakorlatban nehezen alkalmazható elméleti formulákkal írta le. A gyakorlati mérési szelvények közelítését pl. Csihradze [4] a

$$\Delta T = a t^{-b} \quad (1)$$

formulával végezte. Ahol a ΔT a hőmérsékletváltozás, t az idő és a és b pedig a legkisebb négyzetek módszerével meghatározható, amely a kőzet és fúrófolyadék anyagi tulajdonságaitól függ. Mivel az (1) függvény $t \rightarrow \infty$ határértéke nulla, és az eredeti hőmérséklet (T_{ko}) mindig ismeretlen, a termikus stabilizáció folyamatát jellemző $\frac{T}{T_{ko}}$ hányados eléggé bizonytalanul értelmezhető. (Ahol T a mért pillanatnyi hőmérséklet a fúrólukban.) Előnyösebb, ha a fenti formula helyett a

$$\Delta T = T_{ko} - T = a e^{-bt} \quad (2)$$

alakot használjuk, mert $t \rightarrow \infty$ esetén elvileg $\Delta T \rightarrow 0$. A stabilizálódást jellemző hányados azonban ez esetben is

$$\psi = \frac{T_{ko} - \Delta T}{T_{ko}} = \frac{T}{T_{ko}} \quad (3)$$

alakban hasonlóan bizonytalanul adható meg, mivel az eredeti közethőmérsékletet ez esetben sem ismerjük.

Ez okból kell olyan eljárást keresnünk, amelynél a felhasznált jellemző értékét $t = \infty$ időpillanatban ismerjük. Ez a jellemző a kőzetben mért sugár-

irányú hőmérsékleti gradiens. Ha teljesül az a feltétel, hogy a rétegben eredeti állapotban sugárirányú áramlás nincs, akkor $t = \infty$ -nél a kőzetben levő sugárirányú hőmérsékleti gradiens $\frac{\partial T_k}{\partial r} = 0$. Így ellentétben az előző esettel, a végárlapot abszolút értékét biztosan ismerjük.

Az elméleti munkák és a már említett gyakorlati alkalmazásuk teszik lehetővé, hogy a sugárirányú hőmérsékleti gradiens időbeni függvényét

$$\frac{\partial T}{\partial s} = Ge^{-\beta t} \quad (4)$$

alakban keressük. A differenciálhányadost a gyakorlatban differenciáhányadosal mérjük, így

$$\frac{\Delta T}{\Delta r} = Ge^{-\beta t} \quad (5)$$

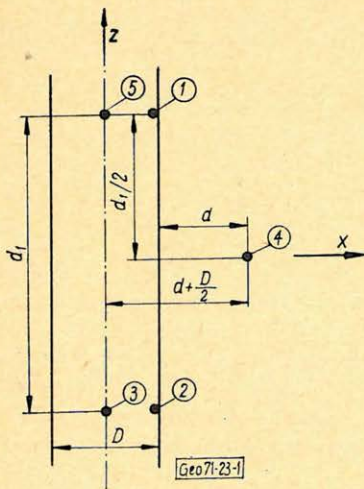
Ha t^* -gal jelöljük az öblítés befejezésétől eltelt időt, t_0 az öblítés időpillanata, akkor a fúróluk termikus kiegyenlítetttségére jellemző ψ számot rendelhetünk, amit „stabilizálódási tényező”-nek nevezünk

$$\psi = \frac{\left(\frac{\Delta T}{\Delta r}\right)_{t_0} - \left(\frac{\Delta T}{\Delta r}\right)_{t^*}}{\left(\frac{\Delta T}{\Delta r}\right)_{t_0}} = 1 - e^{-\beta t^*} \quad (6)$$

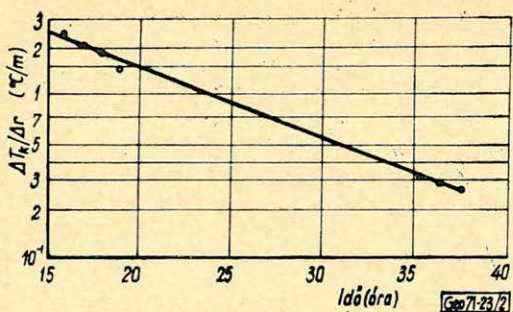
$\left(\frac{\Delta T}{\Delta r}\right)_{t_0} = G$, ahogyan az $t = \infty$ esetén az (5) formulából következik. A sugárirányú gradiens a „mélyfúrás által torzított hőmérsékleti tér” módszerével [7] mérhető (1. ábra). A fúróluk falára elhelyezett 1. és 2. sz. termisztorok, — amelyek a fúróluk belseje felől hőtechnikailag árnyékoltak — és a kőzetfalba lőtt 4. sz. termisztor segítségével, a d távolság mérése mellett a sugárirányú gradiens mérhető. A mérési eredményekből megadható az öblítés időpillanatában a fúróluk közvetlen környezetében fennálló sugárirányú hőmérsékleti gradiens (G) és a réteg anyagi tulajdonságaira jellemző állandó (β).

A Sajókaza 238. sz. fúrásban 95 m mélységben (agyagrétegben) végzett mérési eredményeket a 2. ábra mutatja. A mérésekből számított állandók: $G = 11,7 \pm 1,10$ C°/m és $\beta = 0,101$ $ó^{-1}$.

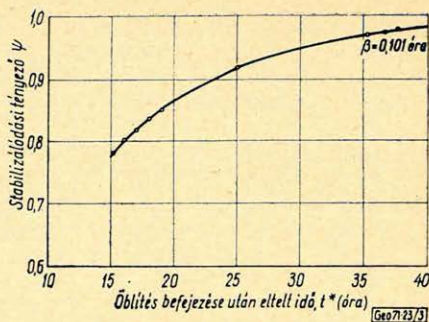
$\psi = 0,978$ az utolsó mérés időpontjában. A fúrólukban mért hőmérséklet ekkor 15,47 C° , változását az idő függvényében a 3. ábra mutatja.



1. ábra Φ uz. 1. Fig. 1.



2. ábra. A sugárirányú hőmérsékleti gradiens változása az öblítéstől eltelt idő függvényében



3. ábra Φ uz. 3. Fig. 3.

Фиг. 2. Зависимость изменения температурного градиента в радиальном направлении от времени, проходящего после промывки скважины

Fig. 2. Die Änderung des radialen Temperaturgradienten als Funktion der seit der Spülung verflossenen Zeitspanne

A sugárirányú gradiens változásából könnyen számítható gyakorlatilag elégséges pontossággal az eredeti közet-hőmérséklet. Hiszen az észlelés időpontjától (t^*) a fúrólukba beáramló hőmennyiség F felületen, λ hővezetőképesség esetén

$$\Delta Q = F \lambda \int_{t^*}^{t=\infty} \left(\frac{\partial T}{\partial r} \right) dt \quad (7)$$

A (7) összefüggés (4) segítségével:

$$\Delta Q = F \lambda F \int_{t^*}^{\infty} e^{-\beta t} dt = \frac{F \lambda G}{\beta} e^{-\beta t^*} \quad (8)$$

A (8) összefüggés által meghatározott hőmennyiség a D átmérőjű fúrólukban a

$$\frac{D_2 \pi}{4} \rho_i c_i \Delta T = \frac{D \pi \lambda G}{\beta} e^{-\beta t^*}$$

egyenlőség alapján.

$$\Delta T = \frac{4 \lambda G}{c_i \rho_i \beta D} e^{-\beta t^*} \quad (9)$$

(c_i a fúróiszap fajhője, ρ_i a fúróiszap sűrűsége)

Az említett fúrásban $D = 11,6$ cm, $\lambda = 2,72 \cdot 10^{-3}$ cal/cm sec °C; $G = 11,7$ °C/m; $c_i = 0,893$ cal/g °C, $\rho_i = 1,205$ g/cm³, $\beta = 0,101$ óra⁻¹, $t^* = 37,58$ óra. Így (9) összefüggés alapján $\Delta T = 0,08$ °C, így a módszer alapján a Sajókaza 238. sz. fúrásban 95 m mélységben a módszer alapján számított eredeti közet-hőmérséklet 15,55 °C.

A módszerrel meghatározhatjuk a ψ stabilizálódási tényezőt, amely a fúróluk termikus stabilizálódására jellemző szám.

Így minden fúrólukban mért hőmérsékleti értékhez (pl. talphőmérséklet-mérés) rendelhető egy olyan szám, amely az eredeti állapothoz való közelállást jelzi.

A β exponenciális együttható pedig a rétegre jellemző anyagi állandó.

A megszabott feltételek teljesülése esetén az eredeti közethőmérséklet számítható.

IRODALOM

- [1] *E. C. Bullard*: The time necessary for borehole to attain temperature equilibrium. . . Mat. Astr. Sec. Geophys. Suppl. 5. 1947.
- [2] *E. A. Любытова*: Геотермические исследования. Издат. „Наука” Москва 1964.
- [3] *J. M. Kutsov*: Die Bestimmung der Zeit zur Errichtung des Temperaturgleichgewichtes und des geotermischen Gradienten in Tiefbohrungen. Freib. Forschung. C-238. 55-61. 1968.
- [4] *И. Г. Чухрадзе*: О восстановлении в скважине термического поля, нарушенного бурения. Геотермическое исследования и использование тепла земли. Москва 1966. 163-167.
- [5] *H. S. Carslaw, J. C. Jaeger*: Conduction of heat in Solids. Clarendon Press. Oxford. 1959.
- [6] *V. S. Arpacı*: Conduction Heat Transfer Addissan-Pala Alto. 1966.
- [7] *Egerer F.*: Vizsgálatok a kőzetek hőtani jellemzőinek és a mélyfúrások termikus rendszerének tárgykörében. Kandidátusi értekezés. Miskolc, 1970.

Egyesületi hírek

A geofizika új kutatási területei: a partszegélyek és tengerek

Szerkesztőségi cikk

A partszegélyek, sekélytengerek és óceánok kutatása ásványi nyersanyag-készletek felderítése céljából csak az utolsó évtized kezdeményezése, de máris olyan eredmények születtek, amelyek az egész világ ásványvagyon mérlegét megváltoztatták. Különösen vonatkozik ez a szénhidrogénekre. Nem ok nélkül jelentek meg a III. Partszegély-Technológia Konferencia* célját és programját ismertető interjúban szinte jelmondszerűen a következő szavak:

„Az olaj és gázipar a partszegélyre tart”

„A tenger-korszak van kezdődőben”

Konkrétan vizsgálva a tengerek kutatásának kérdését, megállapítható, hogy a tengerfenék ásványi nyersanyagkészleteinek szerepe valóban sok ország gazdasági életében nagy ütemben fokozódik. Az óceánokban jelenleg 98 ország végez földtani és geofizikai kutatásokat 85 vízterületen; 60 ország 51 vízterületen telepít kőolaj- és gázfúrásokat. A tengeri földtani kutatások ilyen intenzív fejlesztésének elsődleges oka az, hogy a szárazföldi ásványi nyersanyag-készletek már korlátozottak a szükségletekhez képest. A kontinenseken a prognosztikus kőolaj és gázkészletek 300–400 milliárd tonna egyezményes fűtőanyagra becsülhetők. Várható, hogy a kőolaj- és gáz-világtermelés 1980-ban 4 milliárd tonna, 2000-ben 10 milliárd tonna lesz. Ugyanakkor a kontinentális párkányok prognosztikus kőolaj- és gázkészletei egyes óceánoknál 800 milliárd tonnát, az egész világoceánban pedig mintegy 1400 milliárd tonnát tesznek ki.

Optimisztikusabb becslések szerint az óceánok prognosztikus szénhidrogénkészletei 4,6–4,0 trillió tonnával, vagyis az egész Föld kőolaj- és földgáz-készleteinek 60–70%-ával egyenlők.

A tengeri földtani és geofizikai kutatások eredményeként 1969 végéig több mint 400 kőolaj- és földgázelőfordulást tártak fel a párkányokon. Ezen előfordulások közül vannak egyedülálló felfedezések, mint például Ekofiks szerkezete az Északi tenger norvégiai szakaszán, mintegy 1 milliárd tonna kőolajkészlettel; a gázelőfordulások Anglia DK-i partvidékén (ugyancsak az Északi tengerben) több mint 800 milliárd m³ össz-készlettel. Ezen előfordulások csak egy részének kitermelése már gyökeresen megváltoztatta Nagy-Britannia fűtőanyag-mérlegét, amelyben több évszázadon keresztül a kőszén játszotta a vezető szerepet.

De hasonló változások következtek be például Ausztrália és számos más terület vonatkozásában is.

A kapitalista világban a tengeri előfordulásokból származó kőolajkitermelés 1968-ban 250 mill. tonna volt, vagyis a világ kőolajtermelésének 16%-a. (ENSz adatok). A fejlődés ütemét egyenletesnek tekintve ez a részarány 1980-ra már több mint 30%-ra növekszik és volumenében eléri az 1969. évi teljes világtermelést.

*Third Offshore Technology Conference.

De nemcsak a szénhidrogénekben, hanem más ásványi nyersanyagkészletekben is rohamosan fokozódik a szegélyzónák és sekélytengerek szerepe.

A párkány partközeli zónájában számos országban termelnek kassziteritet, ilmenitet, rutilt, cirkont, aranyat, gyémántot, monacitit és más hasznos ásványt. ENSZ-adatok szerint tengeri torlatokból nyerik a világ öntermelésének 30%-át, az ilmenittermelés 70%-át, a gyémánt 6%-át. A tengeri előfordulásokból kitermelt szilárd ásványi nyersanyagok összértéke 1968-ban több mint 800 mill. dollár volt (a torlatelőfordulásokból kitermelt érc összértékének 7%-a).

Talán kevésbé nagy publicitással, de feltétlenül a világ élvonalába kívánkozó eredményekkel folynak partszegélyi és sekélytengeri kutatások a Szovjetunióban. A geofizikai méréseket és kutatófúrások mélyítését a Káspi tengeren már a 30-as években elkezdték. Az azóta eltelt időszak alatt a Káspi tengeren megszervezték a kőolajtermelést, kialakították a kőolajtermelő vállalatokat és megépítették Nyeftyanije Kamnyi városát a mesteres szigeten, amelyet állványhíd köt össze a szárazfölddel. 1970-ben a tengeri előfordulásokból történő kőolajtermelés az Azerbajdzsán SzSzk-ban elérte a 13 mill. tonnát.

Az utóbbi évtized (1961–1971) során a SzU-ban jelentős földtani-geofizikai kutatásokat hajtottak végre belső- és peremtengereken a Világóceán számos területén, továbbá kétoldali együttműködés keretében a szocialista államok párkányzatán és a fejlődő országokban.

A Szovjetunió vízterületein több mint 100 000 km reflexiós szeizmikus szelvényt mértek be. E mérések eredményeként több mint 200 lokális szerkezetet mutattak ki a Káspi, Azovi és Fekete tenger területén; megállapították szénhidrogéntárolás szempontjából perspektivikus kiemelkedések jelenlétét a Balti tenger partközeli részein, a Szahalin menti párkányzaton és más területeken.

Elkezdődött szilárd-ásványi nyersanyagok partközeli tengeri torlatelőfordulásainak kutatása: titon-cirkon érc, ón, arany és gyémánt-kutatás. Megvalósították a próbatermelést a Balti tenger egy titán-cirkon-előfordulásán a partközelen.

A tengerek, illetve tengerfenék ásványvagyonának hasznosítása azonban rendkívül bonyolult kérdéscsoport. A kutatás módszerei mellett a termelés módszerei alapvető jelentőségűek, és nem hanyagolhatók el az ezekhez fűződő nemzetközi jogi kérdések sem.

A kutatás geofizikai módszerei a geofizikusok előtt kétségkívül ismertek. A tengeri szeizmikus mérések, a legmodernebb technikát alkalmazva, a szárazföldtől messze meghaladó effektivitással folynak. Annál nagyobb problémát jelent a fúrások lemélyítése és a termelési rendszer (pl. csővezeték) kialakítása. Az említett nyilatkozat szerint a ma technikailag áthidalható tengervíz mélység 1400 láb \approx 466 m. A tényleges problémák azonban a sekélyvíztől, illetve a partvonalától mért távolsággal rohamosan fokozódnak. A műszaki nehézségekhez ellentétlenül a ma még csak durva becsléssel körvonalazható termelési lehetőségek állnak.

A tengerek, illetve tengerfenék ásványkincseinek hasznosítására vonatkozó nemzetközi egyezmények is átalakulóban vannak.

Az alapvető szabályozást az 1958. évi genfi nemzetközi egyezmény tartalmazza. Ennek alapvető álláspontja szerint a parti államokban joguk van az

ásványkincsek kutatására és termelésére egészen a 200 m-es mélységek izovonaláig, illetve azon mélységekig, melyeket a kutatási és termelési technikájuk elérhetővé tesz. Az utóbbiak azonban rohamosan fejlődnek és így a birtokási határ állandó változásban van. A kérdés újrendezésére 1973-ban kerül sor, nemzetközi konferencia határozatai alapján. A szocialista országoknak érdekük, hogy ezen a tanácskozáson megfelelő súllyal és tapasztalattal legyenek jelen.

(S. K.)

DR. SIMON BÉLA

1904 – 1971.

1971. május 16-án hunyt el Egyesületünk alapító tagja. 1904. április 19-én született Budapesten. Középiskolai tanulmányait Jászapátin végezte, 1926-ban kapott mennyiségtan-természettanzakos tanári oklevelet a Pázmány Péter Tudományegyetemen, az Eötvös Kollégium tagjaként. 1929-ben bölcsészdoktori oklevelet szerzett. 1925. februártól dolgozott Kövesligethy Radó mellett a Budapesti Földregéstani Obszervatóriumban, majd Kövesligethy halála után megbízott vezetője, később igazgatója lett.

Nyugdíjazásáig a földregés-szolgálat és kutatás területén dolgozott. Érdeklődése a szeizmológia gyakorlati kérdései felé irányult. A hazai alkalmazott szeizmológia úttörője. Utolsó éveiben a magyar földregéstani katalógus kiegészítésén fáradozott.

Kegyelettel őrizzük emlékét.

Cs. D.

Egyesületi hírek



DR. RYBÁR ISTVÁN

1886. május 7. – 1971. november 18.

Ez év november 18-án távozott körünkől dr. Rybár István egyetemi tanár, a fizikai tudományok doktora, a Magyar Geofizikusok Egyesülete tiszteleti tagja, a munkaéremrend ezüst fokozatának és az Eötvös Loránd emlékéremnek tulajdonosa, a geofizikai társadalom szeretve tisztelt nesztora.

dr. Rybár István 1886-ban Budapesten született. Egyetemi tanulmányait a budapesti Egyetemen befejezve, igen korán Eötvös Loránd munkatársai közé került. 1908-tól 1913-ig a geofizikai terepméréseiben és a mérési eredmények feldolgozásában vesz részt, majd 1913-tól kezdve tanársegéde, majd adjunktusa volt.

Eötvös betegsége idején és halála után, mint megbízott előadó ő folytatta tanszékén egyetemi előadásait. 1922-ben nevezték ki a budapesti Tudományegyetemre a gyakorlati fizika nyilvános rendes tanárává. Majd 1942-ben került Eötvös tanszékére, a kísérleti fizikai tanszékre. Több mint negyedszázados egyetemi tanársága során számtalan fizikus generációt tanított meg a fizika ismeretére és nevelt fel az objektív igazság szeretetére.

1950-től 1962-ben történt nyugalmába vonulásáig a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tudományos munkatársaként működve, szoros kapcsolatba került a magyar geofizikus társadalommal. Magas kora ellenére élénken részt vett a különböző tudományos szervezési munkákban. A MTA geofizikai tudományos bizottságának hosszú időn át tagja; a Magyar Geofizikusok Egyesületének alapító és tiszteleti tagja volt.

dr. Rybár István fiatal éveitől kezdve értékes tudományos munkásságot fejtet ki. Kezdetben fénytani vizsgálatokat végzett, később Eötvös hagyományait követve a nehézségi erő kutatására tért át és főként arra törekedett, hogy torziós ingáját fejlessze tovább. Először az inga leglényegesebb részével, a torziós szállal foglalkozott és nagy teherbírású, kellő érzékenységű és stabilitású szálat kísérletezett ki. Lényegesen csökkentette a gyors hőmérsékletváltozások által okozott zavarokat; bevezette a vizuális leolvasás helyett a fotografikus regisztrálást és a műszer automatikus forgatását.

Az általa szerkesztett Auterbal elnevezésű kisméretű, könnyen kezelhető, a gyakorlati igényeknek mindenben megfelelő torziós inga lényeges fejlődést jelentett és a két háború közötti időben külföldön is széles körben elterjedt. Rybár a torziós ingára vonatkozó elvi, tudományos és gyakorlati kérdéseket 1929-ben, 1931-ben és 1934-ben megjelent tanulmányaiban fejtette ki.

Műszerfejlesztői munkáját nagy tudásának és gazdag tapasztalatainak felhasználásával az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben tovább folytatta. Behatósan vizsgálta az észlelési idő csökkentésének lehetőségét; erre vonatkozó tanulmányát 1952-ben közölte. Az Intézetben kifejlesztett E 54 jelzésű új torziós ingája 1958-ban a brüsszeli világkiállításon elnyerte az első helyezésű Grand Prix díjat. Ez a nagy-érzékenységű, könnyen kezelhető új inga jelentékeny számban került külföldi kivitelre. Érdemei elismerésül a Magyar Geofizikusok Egyesülete dr. Rybár István-nak életművéért 1957-ben az első Eötvös Loránd emlékérem kitüntetését adományozta. 80 éves születésnapja alkalmával a munka érdemrend ezüst fokozata kormány-kitüntetésben részesült.

Sírjánál — mi fiatalabb geofizikusok — meghatva köszönjük meg dr. Rybár Istvánnak, hogy élete munkájával megőrizte nagy mesterének, Eötvös Lorándnak szellemi örökségét és azt saját eredményeivel gazdagítva, számunkra csorbíthatatlanul tobbadta.

Barta György

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Лантош, М. — Дороги, Й.</i> : Промышленно-геофизические работы в скважинах, бурящихся на карстовые воды	161
<i>Бердичевский, М. Н. — Дубровский, В. Г. — Любимова, Е. А. — Манафли, А. И. — Непесов, К. Н. — Фельдман, И. Ш.</i> : Геотермическая интерпретация аномалий электрической проводимости верхней мантии	167
<i>Хартнер, М. — Штейнер, Ф.</i> : Метод определения горизонтального изменения вертикального потока тепла без данных о теплопроводности	174
<i>Штейнер, Ф.</i> : Обобщенное истолкование принципа выравнивания	180
<i>Силаби, Э.</i> : Сравнительное исследование зондов псевдобокового каротажа	185
<i>Эгерер, Ф.</i> : Процесс тепловой стабилизации скважин	194
Обзор журналов	179, 193
Новости в обществе венгерских геофизиков	198, 200

INHALTSVERZEICHNIS

<i>Lantos, M. Frau — Dorogi, J.</i> : Bohrlochgeophysikalische Untersuchungen in der Karstwas-sererkundung	161
<i>Berdicsevszkij, M. N. — Dubrovskij, V. G. — Ljubimova, E. A. — Manafli, A. I. — Nepeszov, K. N. — Feldman, I. S.</i> : Geothermische Interpretation der Anomalien der Elek-trischen Leitfähigkeit des oberen Erdmantels	167
<i>M. Hartner — F. Steiner</i> : Eine Methode der Bestimmung der horizontalen Änderungen des vertikalen Wärmeflusses ohne Wärmeleitfähigkeitsdaten	174
<i>F. Steiner</i> : Eine verallgemeinerte Interpretation des Ausgleichs	180
<i>E. Szilágyi</i> : Vergleichende Untersuchung von Pseudo-Laterolog-Sonden	185
<i>F. Egerer</i> : Thermischer Stabilisationsvorgang von Bohrlöchern	194
Rezensionen und Presseschau	179, 193
Nachrichten der Gesellschaft	198, 200

