

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1970. XI. ÉVFOLYAM, 6. SZÁM

MAGYAR GEOFIZIKA
a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

XI. évfolyam

6. szám

Szerkesztőség

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

TARTALOMJEGYZÉK

Felelős szerkesztő

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

Szerkesztő bizottság

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

Felelős kiadó

SALA SÁNDOR
igazgató

<i>Ádám Antal:</i> A földi áramok kutatásának helyzete Magyarországon	201
<i>Bodoky Tamás:</i> A közös mélységpontos (CDP) rendszerek szűrőhatása és átviteli függvényeik	209
<i>Szilágyi Endre:</i> A DRSZT—1 típusú szondával végzett neutron-neutron termikus szelvényezés interpretációs tapasztalatai	219
Lapszemle	234
EGYESÜLETI HÍREK	236
A XI. évfolyam összefoglaló tartalomjegyzéke	240

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

csekkszámájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

70.1955. Állami Nyomda, Budapest

A földi áramok kutatásának helyzete Magyarországon

Á D Á M A N T A L

Ismeretésünk a földi áramok hazai kutatásának két területét mutatta be problematikájával és eredményeivel. A geofizika tudományára jellemzően a két terület a nagy magasságok és mélységek vizsgálatát foglalja magában ugyanannak a „szerény eszköznek”, a földi áramoknak, vagy teljesebben a földi elektromágneses térnek segítségével.

В работе рассматриваются две области исследования земных токов, с описанием возникающих при этом проблем и полученных результатов. Эти области, характерные для геофизической науки, охватывают большие высоты и большие глубины, которые изучаются с использованием земных токов, точнее, электромагнитного поля Земли.

In der Besprechung werden zwei Gebiete der einheimischen Erdstromforschung mit ihren Problematiken und Resultaten dargestellt. Es ist bezeichnend für die geophysikalische Wissenschaft, dass die zwei Gebiete die Erforschung der grossen Höhen und Tiefen gleicherweise mit Hilfe desselben „bescheidenen Werkzeuges”, nämlich des Studiums der Erdströme enthalten.

A földi áramokról

A „földi áramok” a Földben folyó természetes elektromos áramok, amelyeket a földmágneses tér változása indukál az altalajban. Szokásos még a latin eredetű „tellurikus” szóval is jelölni őket (földi áramok = tellurikus áramok). A két földelt elektróda között jelentkező elektromos feszültségkülönbség változó része származik a földi áramoktól. Ez az elektromos térváltozás a földmágneses tér változásához hasonlóan globális tulajdonságú, tehát a Föld jelentős részén egyformán lép fel és arányosnak vehető az elektródák távolságával. A potenciálgradiens mértékegysége: mV/km . Nagyságrendje: $10^{-2} - 10^2 mV/km$. A földi áramok és a földmágneses tér kapcsolatát a Maxwell-egyenletek írják le, melyeknek anyagállandói az altalaj fizikai-kémiai tulajdonságait fejezik ki. A földi áramok periódusátománya (frekvenciatartomány) az indukciótörvény értelmében elvileg megfelel a földmágneses változások igen széles spektrumának, így $10^{-7} sec$ -tól néhány száz évig terjed. Gyakorlatilag azonban a hosszú periódusú földi-áramváltozások nagysága az észlelhetőség határa alatt van. A földi áramok periódusuk függvényében az altalaj különböző szelvényeiben folynak. Azt a mélységet, amelyben az áram intenzitása a földfelszínen mért értéknek $1/e$ -ed részére csökken le – „ e ” a természetes logaritmus alapja – az áram behatolási mélységének (p) nevezzük. Ez a mélység a skin-effektus törvénye szerint az áramtól átfolyt szelvény fajlagos ellenállásának (ρ) és az elektromágneses térváltozás periódusának (T) négyzetgyökével arányos, tehát

$$p^{(km)} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{10 \rho^{(\Omega m)} T^{(sec)}}$$

Milyen információkat adnak számunkra a földi áramok, miért foglalkoznak kutatásukkal? A fent leírt alapvető tulajdonságaikból következik a válasz:

I. Minthogy a földi áramokat a földmágneses térváltozások indukálják, változásaikkal a földi áramok is tudósítanak a magas légkörben lejátszódó elektromágneses jelenségekről. Ez az információ-közlés azonban másképpen frekvenciafüggő, mint a földmágnesség és az indukciótörvény, továbbá az altalaj elektromos sajátosságai által megszabott szűrőn keresztül történik. Így a

földi áramok bizonyos elektromágneses változástípusok észlelésére egyszerűbb és kedvezőbb megfigyelési, regisztrálási eljárást kínálnak, mint a földmágneses tér. Ezek a változások elsősorban az elektromágneses „pulzciók”, amelyeknek periódus-tartománya $T = 0,2 - 600 \text{ sec}$.

2. A földi áramok intenzitását az indukáló téren kívül az altalaj elektromos felépítése, elsősorban a kőzetek fajlagos ellenállása és az áram behatolási mélysége határozza meg. Ez utóbbin keresztül a változás periódusa mellett ugyancsak az altalaj fajlagos elektromos ellenállása befolyásolja az áram intenzitását. Így a földfelszínen mért potenciálgradiensből következtetéseket szűrhetünk le az altalaj elektromos sajátosságaira, ebből az altalajra és annak mélységi változására. Ez a kérdéskomplexum egyrészt a nyersanyagkutató geofizikust, másrészt a Föld belső felépítésével, a benne lejátszódó fizikai-kémiai folyamatokkal, a Föld kialakulásával stb. foglalkozó szakembereket érdekli.

A földi áramok kutatásának rövid története

Hol tart a földi áramok kutatása, milyen eredményeket könyvelhet el magának, elsősorban hazánkban? A mai szint rögzítéséhez lássuk először röviden a kutatás fejlődéstörténetét.

A földi áramok felfedezése a XIX. század közepén azoknak a mérnököknek nevéhez fűződik, akik a telefonhálózatok kiépítésével foglalkoztak. Mágneses viharok és sarki fény idején hosszabb telefonvonalakon többszáz voltos feszültség is fellépett (pl. 1859. augusztusában és szeptemberében) és megzavarta a telefonkapcsolatot.

Barlow angol mérnök tanulmányozta a telefonvonalakon először rendszeresen a földi áramok napi változásait 1849-ben.

Lamont 1859-ben München mellett felállította az első földiáram-obszervatóriumot. Ő volt az első, aki a földi áramoknak a földmágneses térrel való kapcsolatát is kutatni kezdte a Faraday-féle indukációs-törvény alapján. Így joggal nevezhetnénk Lamontot az 1950 körül kialakult korszerű geofizikai kutatási módszer: a magnetotellurika atyjának.

Az első Poláris Év¹ (1882–83-ban) expedíciói céljául tűzte ki a földi áramok megfigyelését is. „... ezen expedíciók különösen a föld két pólusa körül fekvő és lehetőleg egyenletesen elosztott állomásokon megtelepedvén, ott az 1882. évi szeptember 1-től 1883. évi szeptember 1-ig általában kozmikus észleléseket, meghatározott (termin-) napokon és órákon pedig egyidejű (korrespondáló) földmágnességi s lehetőleg fölelektromossági megfigyeléseket tegyenek.” – írja Fröhlich Izidor, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja „A Magyar Korona területén megfigyelt elektromos földi áramokról” című tanulmányában. Ebben számol be a hazánkban végzett első földiáram-mérésekről két egymásra közel merőleges telefonvonalon (Sopron – Kolozsvár és Krakó – Eszék). – Így a Poláris Évben már lehetőség nyílt a földi áramok regionális sajátosságainak tanulmányozására is e megfigyelőhálózat révén.

Az újabb aktív kutatási periódus 1910-ben kezdődött a spanyolországi Ebro-i obszervatórium felállításával. Nem kisebb jelentőségű a tartós földiáramregisztrálás bevezetése a washingtoni Carnegie Intézet (USA) földmágneses obszervatóriumaiban (Watheroo, Nyugat-Ausztrália, 1923; Huancayo, Peru,

¹ Az osztrák – magyar tengerészet tisztje, Weyprecht kezdeményezte.

1926 és Tucson, Arizona, 1939). Az itt végzett kutatások alapján szerkesztette meg Gish és Rooney a Nap-napi földiáramrendszert az egész Földre (18^h GMT-re).² Az obszervatóriumokban folyó kutatások célja elsősorban a földi áramok időbeli változásainak, periódicitásainak (pl. Nap-napi, holdnapi változás, ezek amplitudójának évszakos, napfolteciklus szerinti változása, stb.) tanulmányozása volt. Ezeket a vizsgálatokat értékesen egészítették ki a 2. Poláris Évben, 1932–33-ban, főként Alaszkában, Kanadában, Finnországban és Norvégiában végzett regisztrálások.

A Szovjetunióban ugyancsak a Föld egyik legnagyobb obszervatórium-hálózatát építették ki. Külön említésre méltóak azok a kísérletek, amelyeket a piezoelektromosság alapján a földi áramokkal a földrengések előrejelzésére vonatkozóan végeztek.

E. Leonardon 1921-ben C. Schlumberger irányításával érdekes kísérletet végzett. A rajnai törés két oldalán mérte a földi áramokat és a télerősség arányára a két pontban $1/20$ értéket kapott. Ez a tapasztalat indította el útjára a földi áramok ipari alkalmazását a földtani nyersanyag-kutatásban. M. Schlumberger 1939-ben közölte a kb. 20 sec periódusú földiáram-változásokkal, az ún. pulzációkkal végzett „tellurikus kutatásainak” első eredményeit. A geofizikusok érdeklődése ezzel a tellurikus pulzációk felé fordult. M. Schlumberger és munkatársai, köztük főként a magyar származású Kunetz Géza, a „tellurikus kutatás” módszertani elveinek kidolgozása mellett, a Földön egymástól $6000-9000$ km-re fekvő méréspontokban végzett egyidejű regisztrálásaikkal először hasonlították össze a tellurikus pulzációkat világméretben. (1946, 1952.)

A tellurikus mérési módszer gyakorlati kérdéseivel hazánkban 1952-ben kezdett el foglalkozni a soproni Geofizikai Tanszék. Ez a munka 1953-tól 1956-ig Kántás Károly irányításával részben a Nehézipari Műszaki Egyetem (Sopron) Geodéziai és Geofizikai Munkaközössége keretében folyt. A mérőműszerek és a mérési technika kialakítása után a Munkaközösség több éven keresztül vizsgálta a földi áramok alkalmazhatóságát a kőolaj-tároló földtani szerkezetek felkutatására. Az eredményes kísérletek után a módszer ipari alkalmazásával és részben továbbfejlesztésével is a M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet foglalkozott és foglalkozik ma is. Ebben jelentős segítséget kapott a Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszékétől és az OKGT Szeizmikus Üzemétől. Az Intézet munkatársai a tellurikus módszert a mesterséges elektromos térrel végzett dipol elektromos szondázással kiegészítve létrehozták az ún. komplex geoelektromos kutatási eljárást, amellyel a nagyellenállású medencealjzat mélységváltozásait $\pm 10-15\%$ -os relatív hibával tudják meghatározni. Így a magyar kutatók a földi áramoknak ipari geofizikai alkalmazásában világvízeszónyában is élvonalba kerültek.

Ugyanakkor a Geodéziai és Geofizikai Munkaközösségnek, illetve 1955-től egyik jogutódjának, a MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumának kutatói érdeklődésükkel egyre inkább a földi áramok időbeli és térbeli törvényszerűségei felé fordultak. Ennek első megnyilvánulása volt az 1956 januárjában a Sopronban és Pekingben végzett egyidejű tellurikus regisztrálás.

1956-ban, az 1957–58. évi Nemzetközi Geofizikai Év előkészítéseként megkezdődött a Nagycenk melletti földi-áramobszervatórium építése, amely 1957 augusztusában regisztrálni is kezdett. A külföldi szakemberek jelentős

² Világidő (a 0° -os délkör helyi ideje)

lépésnek tekintették ezt az erősen civilizált Közép-Európában, ahol a villamos hálózatokból a talajba kerülő ún. kóboráramok miatt egyre nehezebbé válik zavartalan földi-áram-obszervatórium létesítése. Ezt a Német Geofizikai Egyesület 1958. évi lipcei közgyűlésén Fanselau professzor azzal a megállapításával jutatta kifejezésre, hogy az obszervatórium a nemzetközi megfigyelőhálózat egy lényeges hiányát küszöbölte ki. Ma az obszervatórium zavartalan-ságát 453,2 ha természetvédelmi terület biztosítja (OTT 1435/1960 sz. határozata). 1960-ban a földi áram-regisztrálást kiegészítette a földmágneses, 1961-ben pedig a légköri elektromos komponensek megfigyelése, illetve regisztrálása. A teljes elektromágneses komplexum egyidejű vizsgálatával a Maxwell-i szellem jutott kifejezésre. (Az obszervatórium évi jelentéseit a Laboratórium igazgatója, Tárucz-Hornoch Antal, akadémikus 1957-től évenként rendszeresen kiadja, Observatoriumsberichte, illetve 1967-től Geophysical Observatory Reports címen.) Ennek megfelelően a földi áramok időbeli és térbeli vizsgálata mellett egyre nagyobb kutatási teret kapott a magnetotellurika is, amely éppen a földi áramok és a földmágneses tér kapcsolatán alapszik és szolgáltat információkat a Föld elektromos felépítéséről igen nagy mélységekig.

Amikor e tanulmány címének megfelelően a földi áramok kutatásának mai szintjéről írunk, összhangban a bevezetőben is megfogalmazott célkitűzésekkel, két főbb kutatási terület eredményeiről kell említést tennünk:

1. a földi áramok (teljesebben a földi elektromágneses tér) pulzációinak vizsgálatáról,
2. a Föld elektromos felépítésével kapcsolatos tellurikus és magnetotellurikus kutatások eredményeiről.

A pulzációkutatás eredményeiről

A pulzációk a földi elektromágneses tér (így a földi áramok) eléggé szabályos szinuszoidális rezgései. Periódusuk $0,2 - 600$ sec között van. A Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió XIII. kongresszusán 1963-ban két nagy csoportra osztották fel ezeket főbb morfológiai sajátásaik alapján:

1. Hirtelen kezdetű, gyorsan csillapodó éjszakai (helyi időben) változások. Nevük pi (pulsations irrégulières), (régebben $pt =$ pulsations trains). Két típusuk van:
 $pi 1 : 1 - 40$ sec periódusú változások,
 $pi 2 : 40 - 150$ sec periódusú változások.
2. Folyamatos pulzációk (pulsations continues - pc), amelyek helyi időben többnyire nappal jelentkeznek. Amplitudójuk lassan változik. Két alapvetően különböző csoportjuk van:
 $pc 1 :$ alapperiódusuk $0,2 - 5$ sec,
 $pc 2 - 5 : 5 - 600$ sec periódusú változások.

A rendszeres pulzációkutatással a MTA Geofizikai Kutató Laboratóriuma 1957-ben kezdett foglalkozni Nagycenk melletti obszervatóriumában. Így már egy teljes napfoltciklus földi-áram-regisztrálási anyagával rendelkezik. Ezt az értékes anyagot a Laboratórium kutatói sokrétűen tanulmányozták és vizsgálatukkal hozzájárultak a földi elektromágneses tér pulzációi keletkezési mechanizmusának és belőlük a felső légkör elektromos állapotára vonatkozóan leszármazható információk tisztázásához.

A pulzáció-kutatás első fázisa olyan jellegszámok kidolgozása volt, amelyekkel a különböző földfizikai paraméterek összefüggését megfelelően tanul-

mányozni lehet. Ilyen pl. a lassú regisztrátumokból a pulzációk napi átlag-amplitudója alapján meghatározott K_1 jellegszám, továbbá a részletes pulzáció-elemzéshez a különböző periódusokra negyedórás időközben számított ezrelékes gyakoriság. Ismert ugyanakkor a pulzációk amplitudója, típusa stb. is. Ezeknek a jellegszámoknak az alapján olyan statisztikai vizsgálatok történtek, amelyek a pulzációk alapvető morfológiai sajátosságait kiemelték és ugyanakkor a földi elektromágneses komplexumon belül bizonyos kapcsolatokat, törvényszerűségeket is körvonalaztak, amelyek az elméleti megfontolások igazolásánál nélkülözhetetlenek. Néhány ezek közül:

A gyakorisági számokkal meghatároztuk a pulzációk periódus szerinti eloszlását. A valószínűségi papíron ábrázolt görbe két eloszlásból építhető fel. Az alapeloszlásba a *pc 2*, *pc 4* és *pc 5* típusú változások tartoznak. Ezek közül emelkedik ki a *pc 3* – típus, amely szabályos alakú pulzációkból áll és közepes periódusa *21 sec*. A két sáv határai a napfolteikus folyamán eltolódnak. A szabálytalanabb pulzációk aránya megnő a napfolt-maximumban.

A mágneses tevékenység³ és a pulzációk kapcsolata változik a pulzációk periódusának függvényében. Pl. *14 sec*-nél rövidebb és *90 sec*-nél hosszabb periódusoknál a gyakoriság a tevékenység növekedésével nő.

A napfolttevékenységgel való kapcsolat vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy még az azonos mágneses tevékenységre való redukció után is a napfolt-maximum idején azoknak a periódus-sávoknak a gyakorisága nagyobb, amelyek a tevékenyebb időszakokra jellemzőek. A pulzációkban a „megnyugvás” a napfoltminimumkor a napfoltmaximumhoz képest nagyobb mérvű, mintsem erre a mágneses tevékenység alapján következtetni lehetne.

Összefüggést találtunk a magnetoszféra elektronkoncentrációjával arányos whistler-diszperzió és a pulzációk amplitudója (K_1) között a napfoltmaximum idején, amikor a június – júliusi pulzációk amplitudója sokkal nagyobb, mint a december – januári. A napfoltszám csökkenésével a maximum egyre inkább tavaszra és őszi felé tolódik el.

A nemzetközi osztályozásban már említett nappali és éjszakai pulzációk közötti átmenet kérdésével kapcsolatban megállapítottuk, hogy a két tevékenység között az esetek elég nagy részében folyamatos átmenet van. Az átmenet időpontját a mágneses tevékenység szabja meg.

Az éjszakai *pi 2* pulzációk amplitudója megnő, ha az ionoszférás F_2 -réteg⁴ elektron-koncentrációja csökken és a réteg megemelkedik. Ugyanakkor a *pi 2* pulzációk periódusa független az F_2 -réteg elektronkoncentrációjától.

A nemzetközi obszervatóriumhálózat kiegészítő regisztrátumai segítségével megvizsgáltuk a pulzációk területi eloszlását a Földön. Mint a történeti részben említettük, ilyen kísérleteket már végeztek ugyan a franciák és régebben a Laboratórium kutatói is, viszonylag távoli, de nem az egész Földet átfogó ponthálózattal. Az újabb térelemzés a Földre elosztott *19* pontjával egyedülálló a maga nemében. Ennek főbb megállapításai:

A *pi* típusú pulzációk kiterjedése lényegesen nagyobb, mint a *pc* típusúaké és legalább a Föld felére tehető.

Az éjszakai oldalon jelentkező *pi*-kkel egyidejűleg megerősödik a nappali oldalon a *pc*-típusú tevékenység is.

³ A három óra alatt tapasztalt maximális és minimális földmágneses tér közötti különbség alapján számítva.

⁴ Átlagos magassága *250 km*

Az egyenlítőől kb. $20-30^\circ$ -ra északra és délre húzódik az az öv, ahol a korreláció a többi távoli állomás regisztrátumaival lényegesen nagyobb, mint más szélességeken.

A π típusú változások periódusában szélességfüggés nincs.

A felsorolt vizsgálatok, amelyeket a Laboratórium kutatói a földi-áram-regisztrátumok segítségével végeztek, a pulzációk keletkezésének sok lényeges vonására mutattak rá. Az elmélet ma még nem tudja valamennyit egyértelműen megmagyarázni.

A pulzációk kialakulásában legnagyobb szerepet a Föld magnetoszférájában terjedő magnetohidrodinamikuss hullámok⁵ játsszák. Ezek az ionoszférában, ahol a részecskék gyakorisága megnő, fokozatosan elektromágneses hullámokká alakulnak át és így jutnak a Föld felszínére is.

A Maxwell-egyenletekre két egymástól független megoldást kapunk a pulzációk periódustartományában, ha a földi mágneseret dipólusnak tételezzük fel és tengelyét a forgástengely irányába vesszük fel. Az első a poloidális típus, amely a magnetoakusztikus hullámnak felel meg és az erővonalakra merőlegesen terjed. A második a torziós, vagy toroidális típus, amelynél az erővonalak mozgása egymástól független és a zavar csak az erővonalak irányában terjedhet. A terjedés sebessége $V_a = H/\sqrt{\pi \rho'}$, ahol H a mágneses térerősség, ρ' pedig a részecskesűrűség. Ezekkel a hullámokkal megkíséreljük felvázolni a pulzációk keletkezését:

A π 2 pulzációknál a Föld felé áramló napszél eredetű korpuzskuláris részecskék zavart keltenek a magnetoszférának az uszályába eső részén. Ezek a zavarok magnetohidrodinamikusan terjednek az erővonalak mentén és a sarki fény övezetébe érkeznek be. Kisebb szélességeken való megjelenésük feltehetően ionoszférikus terjedés következménye, minthogy a π 2 pulzációk periódusa nem függ a földrajzi szélességtől.

A π 1 rövidebb periódusú rezgések valószínűleg az ionoszféra és a hidromágneses hullámok sebességmaximuma közötti ún. „üreg” rezonancia-mechanizmusra vezethetők vissza.

A szabályos pc típusú pulzációkat az eddigi vizsgálatok szerint feltehetően a napszélbe ágyazott inhomogenitások hatására a magnetoszféra határán keletkező magnetoakusztikus hullámok hozzák létre. Ezek az erővonalakra merőlegesen a Föld felé terjednek és közben terziós magnetohidrodinamikuss hullámokká alakulnak át. Ezeknek a periódusa függ az erővonal hosszától, tehát a tapasztalatnak megfelelően ezek periódusa – legalábbis részben – szélességfüggő. Az átalakulás kb. 30° szélességen a legerőteljesebb, amint azt a pulzációk területi eloszlásának vizsgálatakor számított amplitúdó-korrelációk mutatják.

A π , továbbá a pc típusú pulzációk amplitúdó-erősödésének egyidejű jelentkezése az elsődleges zavarnak az erővonalakra merőlegesen való terjedésével magyarázható, a Földdel nagyjából koncentrikus gömbszerű felületen. Nem foglalkozhatunk valamennyi vizsgálati eredményünknek az elméleti képbe való beillesztésével, ezért befejezésül csupán a magaslégkörkutatás szemszögéből a pulzációkutatás perspektívájáról írunk még.

A pulzációkutatás egyik legszebb eredményeként összefüggést találtunk a napfoltmaximum idején a magnetoszféra elektronkoncentrációja és a pulzá-

⁵ Magnetohidrodinamikuss hullámok, olyan hullámok, amelyek elektromosan végtelenül jólvezető közegben mágneses tér jelenlétében keletkeznek.

ciók amplitudóváltozása között. Ez a közvetlen összefüggés is bizonyítja, hogy a pulzációknak nagy jelentőségük van a magnetoszféra kutatása szempontjából. A magnetoszféra pillanatnyi helyzetéről mintegy integrált képet adnak, míg a mesterséges holdak csak egy-egy adott pont jellegzetességét rögzítik. A földi áramokkal végzett pulzációkutatás így tarthat érdeklődésre az űrkutatás vonalán is.

A pulzációkutatás fenti eredményeire a nemzetközi szakirodalom is gyakran hivatkozik.

A Föld elektromos felépítésével kapcsolatos tellurikus és magnetotellurikus kutatásaink eredményeiről.

A bevezetőben már megemlítettük a skin-effektust, amely a különböző periódusú áramok behatolási mélységét meghatározza. Ha nő a térváltozás periódusa, nő az indukált áramok behatolási mélysége is. Ez a törvény az alapja a széles spektrumú elektromágneses térrel végzett szondázásoknak, amelyek eredményeként a fajlagos ellenállás mélységi változását kapjuk.

A MTA Geofizikai Kutató Laboratóriuma a Magyar Medence regionális elektromos felépítésének és sajátságainak megismerése végett 1958 óta rendszeres kutatásokat végez. Ennek első fázisában módszertani vizsgálatok folytak a legkedvezőbb mérési és feldolgozási eljárások kialakítása, továbbá a mérési anyagban rejlő információ meghatározása, értelmezése céljából.

Ezek közül megemlítjük többek között a relatív tellurikus frekvencia-szondázás kidolgozását, a változások tangensén alapuló abszolút ellipsziszszámítást,

a tellurikus ellipsziszrendszerek meghatározását modellszerkezetekkel,

a magnetotellurikus anizotrópia elméleti és gyakorlati kérdésének vizsgálatát,

a forrástér dimenzióinak a magnetotellurikus értékekre gyakorolt befolyásának kutatását,

a magnetotellurikus adatfeldolgozási eljárások kritikai elemzését stb.

Ezeket kiegészítette az új elvű és elgondolású elektromos és mágneses műszerek szerkesztése, amelyeket a Laboratórium részben szabadalmaztatott is és az ipar ezeket a hazai szükségletek kielégítésén túl exportra gyártja. Ezek nyomában kialakult Sopronban, a Laboratórium mellett a geoelektromos műszergyártás hazai központja is.

A műszerek közül néhányat meg is nevezünk; ezek:

fotoeregisztrációs ellenállásmérő műszer középföldelésű árnyékolással;

kompenzátor a talajjellenállás számértékének közvetlen leolvasására;

stabilizált nagyérzékenyséű immerziós mágneses variométer;

a térváltozások szélső értékei közti különbségeknek abszolút értékét összegező műszer (ún. totális számláló) tellurikus és magnetotellurikus kutatásokhoz.

A regionális geoelektromos vizsgálatoknak a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió nemzetközi együttműködési formát is adott, amikor 1960. évi közgyűlésén életre hívta az „Upper Mantle Project”-nek nevezett felsőköpenykutatási⁶ tervet. Ennek jelentőségét felismerte a Magyar Tudományos Akadémia is és kiemelt kutatási feladatai közé iktatta.

⁶ Felsőköpenynek nevezzük a Föld azon részét, amely a Mohorovičić határfelület alatt (a Magyar Medencében 24,4–27 km között) kezdődik és mintegy 900 km körül végződik. Tektonoszférának is nevezzük.

A Magyar Medencében a regionális geoelektromos kutatások a felszínközeli horizontális elektromos inhomogenitások megismerésével kezdődtek, minthogy a felső köpenyről szerezhető információkat meghatározza a földkéreg és annak legfelső része, a medence geoelektromos jellege. Ezt az ún. országos tellurikus mérésekkel végeztük el. Eredményként megszerkesztettük a Magyar Medencéről

a) a regionális tellurikus izoarea térképet ($T = 25$ sec-os változásokból), amelynek izoarea-értékei a nagyellenállású medencealjzat mélységével arányosak;

b) a relatív tellurikus frekvenciaszondázási görbék iránytangensét $T = 25$ és 100 sec között jellemző t_{25-100} -érték térképét, amely tájékoztatást ad a medenceüledék és a medencealjzat ellenállás-arányára nézve és bizonyos kőzettani és szerkezeti változások kijelölésére is szolgál.

Ezek után a Magyar Medence felső köpenyének vizsgálatára nagymélységű magnetotellurikus kutatásokat végeztünk

a) az elektromágneses obszervatóriumokban (Baja, Nagycenk, Tihany);

b) a nemzetközi kéregkutató mélyszeizmikus vonalak mentén (III., VI. sz.);

c) sajátos területeken, amelyek kiválasztása részben a regionális tellurikus térképek alapján történt.

A nagymélységű szondázási görbéket elméleti görbékkel és grafikusán kiértékelve meghatároztuk a felső köpenybéli jólvezető réteg paramétereit és több görbénél a teljes rétegsort is. Elemeztük az egymásra merőleges szondázási görbékben kifejezésre jutó anizotrópia jellegét és lehetséges okait. Így meghatároztuk a nagymélységű magnetotellurikus szondázási görbék általános jellegzetességeit, amelyeknek alapján a Magyar Medence felső köpenyére a következő megállapításokat tehetjük:

a) A Magyar Medence harmadidőszak előtti aljzatában az elektromos anizotrópia főtengelyének iránya elsősorban $\vec{E} - D$ ($\vec{E} \vec{E} N y - D D K$) és $K - N y$ ($K \vec{E} K - N y D N y$).

Az ezt létrehozó szerkezet, pl. jólvezető kőzettel kitöltött hasadérendszer (vető-rendszer) merőleges a maximális ellenállás irányára, tehát $K - N y$ ($K \vec{E} K - N y D N y$)-i irányú. A szerkezet, illetve az ezt kifejező anizotrópia nagymélységű. (Lenyúlhat a felső köpeny jólvezető rétegéig.)

b) A Magyar Medencében 80 km átlagmélységben jólvezető réteg van. Ez a réteg lényegesen kisebb mélységben jelentkezik itt, mint pl. a kristályos pajzsok alatt, ahol viszont a földi hőáram kisebb, mint a Magyar Medencében (Kárpát-Medencében).

A szerkezeti hatásokból származó anizotrópiával kapcsolatban megvizsgáltuk a más elektromágneses komponensekben, jellegszámokban kifejezésre jutó irányhajtsátságokat (pl. a földmágneses indukciós nyilakban, a relatív tellurikus ellipszisekben, a kristályos kőzetkibúvásokon mesterséges térrel végzett szondázások eredményeiben) és ezekben a fenti értékelésig azolását látjuk.

Elméleti magnetotellurikus szondázási görbék segítségével elemeztük a felsőköpenybéli jólvezető réteg mibenlétét. A nagynyomású és hőmérsékletű kőzetvizsgálatok alapján fel kell tételeznünk, hogy a Magyar Medence felső köpenyében a bázikus és ultrabázikus kőzeteken kívül a Gutenberg-féle kis sebességű csatorna mélységében szerephez jutnak az alkáli kőzetek is.

Kutatásaink eredményéről a Laboratórium mind a hazai, mind a külföldi folyóiratokban számos tanulmányban számolt be. Ezeknek felsorolása azonban túl sok teret venne igénybe.

A közös mélységpontos (CDP) rendszerek szűrőhatása és átviteli függvényeik

BODOKY TAMÁS

A közös mélységpontos rendszerek többszörös reflexiókat csillapító hatását vizsgáljuk. Összehasonlítjuk és értékeljük a leggyakrabban alkalmazott terítési rendszereket. Eljárást mutatunk be az optimális geofontávolság meghatározására. Megadjuk a többszörös reflexiók csökkentésének mértékét a geofontávolság és felvételi idő függvényében. A számításokban a nyírségi mélység-sebesség görbét használtuk.

Рассматривается возможность подавления кратных отражений при применении метода ОГТ. Сопоставляются и оцениваются наиболее часто применяющиеся установки. Излагается метод для определения оптимального шага сейсмоприемников. Представляется зависимость степени подавления кратных волн от шага сейсмоприемников и продолжительности записи. При вычислениях применялась кривая зависимости скоростей от глубин, полученная в районе Нуршег (Северо-восточная Венгрия).

Es wird die dämpfende Wirkung untersucht, die von den Systemen mit gemeinsamem Tiefpunkt auf die Mehrfachreflexionen ausgeübt wird. Die am häufigsten angewendeten Auslegungs-Systeme werden verglichen und bewertet. Ein Verfahren zur Bestimmung des optimalen Geophon-Abstandes wird gezeigt. Der Verfasser gibt das Mass der Herabsetzung der Mehrfachreflexionen in Abhängigkeit von der Aufnahmezeit und des Geophonabstandes an. Bei den Berechnungen wurden die Tiefen-Geschwindigkeits-Kurven aus dem Nyírség benutzt.

A CDP rendszerek többszörös-reflexió-szűrő hatása, mint ismeretes, azon alapszik, hogy többszörös reflexiók normál korrekció után az ún. „*residual move out*” (RMO) értékkel korrigálatlanok maradnak. Összegezéskor a hibátlanul korrigált egyszerűesek fázishelyesen, a többszörösök pedig fázistolással összegeződnek.

A CDP rendszerek többszörös⁺szűrő tulajdonságainak vizsgálatakor tehát először az összegezés műveletének átviteli függvényét kell meghatározni, majd ennek ismeretében meghatározhatjuk, hogy a szűrőhatás hogyan függ a fázistolásoktól, illetve az ezt meghatározó terítési paramétereiktől.

Jelöljük $x(t)$ függvénnyel az egyes csatornákon jelentkező, azonos alakúnak feltételezett beérkezéseket. Az összegezés után kapott beérkezés:

$$y(t) = \sum_{i=1}^n x(t + \tau_i), \quad (1)$$

ahol n a fedésszám

τ_i az összegezésben résztvevő csatornák késése a referencia csatornához képest (a referencia csatornára $\tau_i = 0$).

Az (1) összefüggés a frekvenciatartományban az

$$Y(\omega) = X(\omega) \sum_{i=1}^n e^{j\omega\tau_i} \quad (2)$$

kapcsolatnak felel meg.

Ebből leolvasható, hogy az összegzés átviteli függvénye

$$S(\omega) = \sum_{i=1}^n e^{j\omega\tau_i} \quad (3)$$

Látható, hogy ha $\tau_i = 0$ minden i -re (helyesen korrigált egyszeres reflexió esete), akkor az összegezés átviteli függvénye konstans szorzóvá egyszerűsödik.

Többszörös reflexiók esetén a beérkezések az összegezésre kerülő csatornán a beérkezés t idejének és a csatorna robbantó ponti távolságának megfelelő RMO értékkel késnek. Az $RMO(t, x)$ függvényt a dinamikus korrekció ismert összefüggésének felhasználásával a következő közelítő képletből számíthatjuk

$$RMO(t_0, x) = \frac{\sqrt{t_0^2 \bar{V}(t_0/2)^2 + X^2}}{\bar{V}(t_0/2)} - \frac{\sqrt{t_0^2 \bar{V}(t_0)^2 + X^2}}{\bar{V}(t_0)} \quad (4)$$

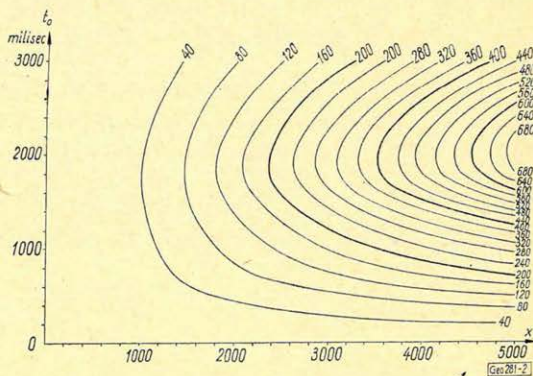
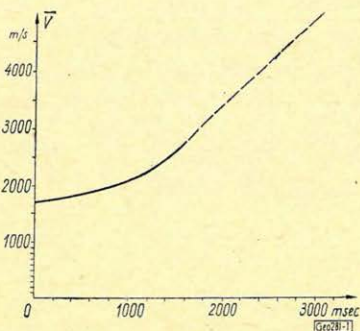
ahol t_0 a vertikális terjedési idő
 x a robbantópont – geofontávolság
 $\bar{V}(t_0)$ az átlagsebesség függvénye.

Referencia-csatornának válasszuk az összegzésben szereplő legkisebb RMO -jú csatornát, erre legyen $i = 1$, akkor

$$\tau_i = RMO_i - RMO_1 \quad (5)$$

A következőkben bemutatott számításokhoz a nyírségi átlagsebesség függvényt használtuk (1. ábra). A közelítő képlettel kiszámított RMO t, x függvényt a 2. ábra mutatja be.

Vizsgáljuk ezután, hogyan kapcsolódnak a terítési rendszerek az elmondottakhoz.



1. ábra. A nyírségi átlagsebesség a vertikális beérkezési idő függvényében
 Фиг. 1. Кривая средних скоростей района Ниршег в функции от вертикального времени вступления
 Fig. 1. Durchschnittsgeschwindigkeit vom Nyírség in Abhängigkeit von der Einsatzzeit

2. ábra. A kétszeres reflexió $RMO(t_0, x)$ függvénye

Фиг. 2. Функция (t_0, x) остаточной динамической поправки для двухкратного отражения

Fig. 2. Die $RMO(t_0, x)$ – Funktion der Zweifachreflexion

Mint láttuk, minden összegecsatornát egy *RMO* értéksorozat jellemez. Adott *t* esetén az *RMO* értéksorozat az összegzendő csatornák *x* értékeitől függ. Írjuk fel az *x* értékeket a következő alakban.

$$X_i = \left(\frac{X_i}{d} \right) d = a_i d,$$

ahol *d* a geofontávolság.

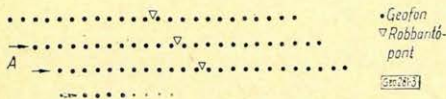
Az egyes összegecsatornákat így az *a* együttható-sorozattal jellemezhetjük.

Egy összecszeizmogram minden összegecsatornájához tartozik egy együtthatósorozat. A 24 összegecsatorna együtthatósorozatai egy mátrixot alkotnak. A (4)-t vizsgálva láthatjuk, hogy az *x* csak négyzetesen szerepel, ezért a mátrix elemei helyett vehetjük abszolút értéküket, és az összegzés kommutativitása miatt oszlopként nagyság szerinti sorrendbe rendezhetjük őket. Ez a sorrend az (5) indexezésnek felel meg az *RMO* függvény *x* szerinti monoton növekvő volta miatt.

Ez a mátrix egy adott terítési rendszerre jellemző, és összes összecszeizmogramjára állandó. A mátrix a következő alakú:

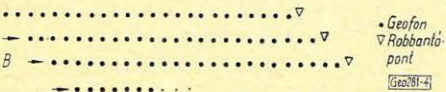
$$\begin{array}{ccccccc} a_{11} & a_{12} & \dots & \dots & \dots & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & \dots & \dots & \dots & a_{2m} \\ \cdot & \cdot & \dots & \dots & \dots & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \dots & \dots & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \dots & \dots & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & \dots & \dots & \dots & a_{nm} \end{array}$$

ahol *n* a fedésszám és *m* a csatornák száma.



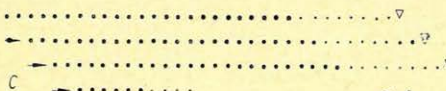
3. ábra. A középlövéses A-val jelzett rendszer terítési vázлата hatsoros fedés esetére
 Фиг. 3. Схема наблюдений системы А при центральном положении ПВ для шестикратного перекрытия

Fig. 3. Auslegungsskizze des mit A — bezeichneten Mittelschussystems im Falle einer Sechsfachbedeckung



4. ábra. A B-vel jelzett külsőlövéses rendszer (1 geofonköz offsettel) terítési vázлата hatsoros fedés esetére
 Фиг. 4. Система наблюдений системы В при крайнем положении ПВ (смещение ПВ от линии профиля равно шагу сейсмоприемников) для шестикратного перекрытия

Fig. 4. Auslegungsskizze des mit B-bezeichneten Aussenschussystems (mit Offset von einem Geophonabstand) im Falle einer Sechsfachbedeckung



5. ábra. A C-vel jelzett külsőlövéses rendszer (9 geofonköz offsettel) terítési vázлата hatsoros fedés esetére
 Фиг. 5. Схема наблюдений системы С при крайнем положении ПВ (смещение ПВ от линии профиля равно 9 шагам сейсмоприемников) для шестикратного перекрытия

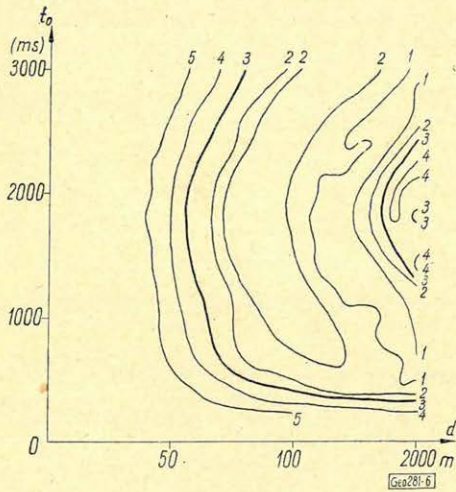
Fig. 5. Auslegungsskizze des mit C-bezeichneten Aussenschussystems (mit Offset von 9 Geophonabständen) im Falle einer Sechsfachbedeckung

Adott együtthatósorozattal jellemzett összegcsatorna átvitelét a geofontávolság helyes kiválasztásával optimalizálhatjuk. Mivel pedig mind a 24 összegcsatornához azonos geofontávolság fog tartozni, egy terítési rendszer annál jobb, minél több azonos oszlop szerepel mátrixában – azaz minél több azonos átvitelű összegcsatorna van az összezszeizmogramban – és a nem azonos oszlopok között minél kisebb az eltérés. Ezen megfontolás alapján választhatók ki azok a rendszerek, ahol a terítés és a lövés szigorúan együtt mozog és minden lövés után léptetjük a terítést. Ilyen az a három terítési rendszer is, amelyre a számításokat bemutatjuk:

A középlövéses rendszer, hatszoros fedéssel (3. ábra).

B külső lövéses rendszer, vonalban 1 geofonköz offsettel, hatszoros fedéssel (4. ábra).

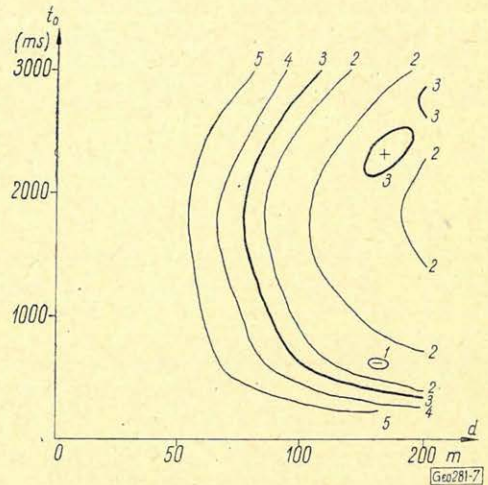
C külső lövéses rendszer, vonalban 9 geofonköz offsettel, hatszoros fedéssel (5. ábra).



6. ábra. Az A rendszer (1,5 2,5 5,5 6,5 9,5 10,5) geofonköz sorozattal jellemzett összegcsatornájának $S(t_0, d)$ (kétszeres reflexió átviteli) függvénye $n = 30$ Hz mellett

Fig. 6. Характеристика суммотрассы $S(t_0, d)$ (для двухкартного отражения), характеризующиеся серией шагов сейсмоприемников (1,5 2,5 5,5 6,5 9,5 10,5) системы A при $n = 30$ гц

Fig. 6. Die Übertragungsfunktion $S(t_0, d)$ (Zweifachreflexion) des Summenkanals, charakterisiert mit der Geophonabstand-Serie: 1,5 2,5 5,5 6,5 9,5 10,5 des mit A bezeichneten Systems im Falle von $n = 30$ Hz



7. ábra. Az A rendszer (0,5 3,5 4,5 7,5 8,5 11,5) geofonköz sorozattal jellemzett összegcsatornájának $S(t_0, d)$ (kétszeres reflexió átviteli) függvénye $n = 30$ Hz mellett

Fig. 7. Характеристика суммотрассы $S(t_0, d)$ (для двухкартного отражения), характеризующейся серией шагов сейсмоприемников (0,5 3,5 4,5 7,5 8,5 11,5) системы A при $n = 30$ гц

Fig. 7. Die Übertragungsfunktion $S(t_0, d)$ (Zweifachreflexion) des Summenkanals, charakterisiert durch die Geophonabstand-Serie: 0,5 3,5 4,5 7,5 8,5 11,5 des mit A bezeichneten Systems im Falle von $n = 30$ Hz

Ezeket a rendszereket reprezentáló együttható-mátrixokat mutatják be az 1., 2. és 3. táblázatok. A mátrixokat megvizsgálva látható, hogy az A rendszer mátrixa mindössze két oszloptípus, a másik két rendszeré négy-négy oszloptípus ismétlődéséből áll. A három rendszer átvitelének megismeréséhez tehát

Az A rendszer mátrixa

1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5
2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5
5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5	
6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	7,5	6,5	
9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	8,5	9,5	
10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	11,5	10,5	

2. Táblázat – Таблица – Tabelle

A B rendszer mátrixa

1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20
21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24

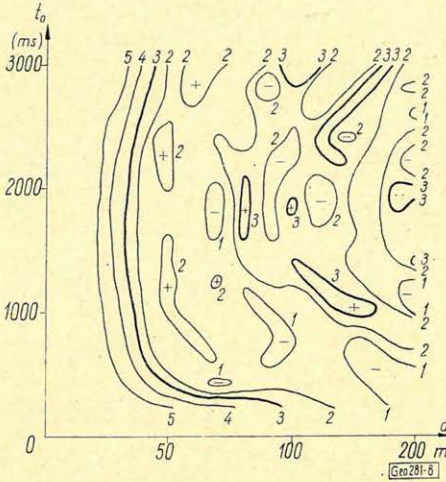
3. táblázat – Таблица – Tabelle

A C rendszer mátrixa

9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12	9	10	11	12
13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16	13	14	15	16
17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20	17	18	19	20
21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24	21	22	23	24
25	26	27	28	25	26	27	28	25	26	27	28	25	26	27	28	25	26	27	28	25	26	27	28	25	26	27	28
29	30	31	32	29	30	31	32	29	30	31	32	29	30	31	32	29	30	31	32	29	30	31	32	29	30	31	32

összesen tíz összegcsatorna-típus átviteli függvényét kell kiszámítanunk. Adott összegcsatorna-típus átvitelének számításánál τ_i -ket $\tau_i(t_0, d)$ kétváltozós függvény alakjában ismerjük, az átviteli függvény tehát az $S(\omega, t_0, d)$ három változós függvény lesz.

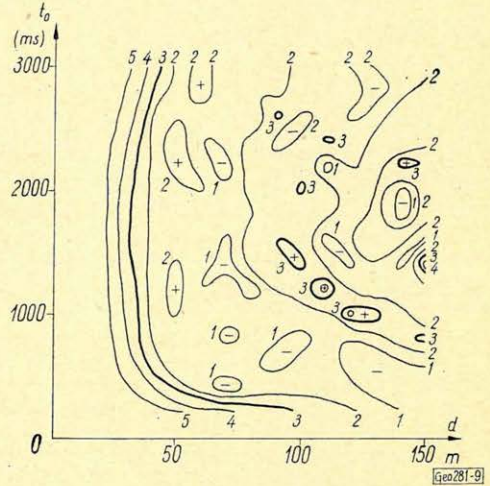
Kiszámítottuk mind a tíz összegcsatorna-típus $S(\omega, t_0, d)$ függvényét. Ezt az egyes típusok összehasonlítására 30 Hz-nél rögzített frekvencia mellett $S(t_0, d)$ alakban ábráztuk (6–15. ábra).



8. ábra. A B rendszer (1 5 9 13 17 21) geofonköz sorozattal jellemzett összegcsatornájának $S(t_0, d)$ (kétszeres reflexió átviteli) függvénye $n = 30$ Hz mellett

Фиг. 8. Характеристика суммотрассы $S(t_0, d)$ (для двухкратного отражения) характеризующейся серией шагов сейсмоприемников (1 5 9 13 17 21) системы B при $n = 30$ гц

Fig. 8. Die Überföhrungsfunktion $S(t_0, d)$ (Zweifachreflexion) des Summenkanals, charakterisiert durch die Geophonabstands-Serie: 1 5 9 13 17 21 des mit B-bezeichneten Systems im Falle von $n = 30$ Hz



9. ábra. A B rendszer (2 6 10 14 18 22) geofonköz sorozattal jellemzett összegcsatornájának $S(t_0, d)$ (kétszeres reflexió átviteli) függvénye $n = 30$ Hz mellett

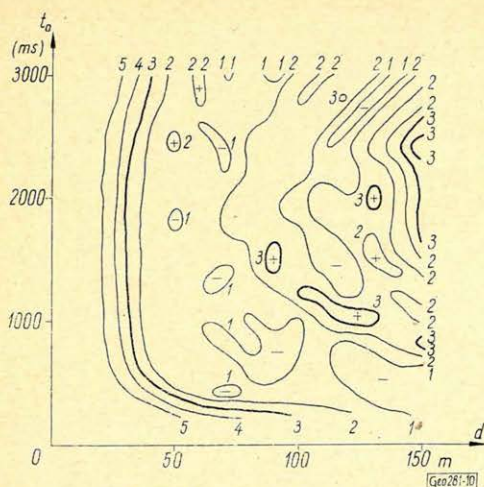
Фиг. 9. Характеристика суммотрассы $S(t_0, d)$ (для двухкратного отражения) характеризующейся серией шагов сейсмоприемников (2 6 10 14 18 22) системы B при $n = 30$ гц

Fig. 9. Die Überföhrungsfunktion $S(t_0, d)$ (Zweifachreflexion) des Summenkanals, charakterisiert durch die Geophonabstands-Serie: 2 6 10 14 18 22 des mit B-bezeichneten Systems im Falle von $n = 30$ Hz

Az átviteli függvényeket megvizsgálva megállapíthatjuk, hogy az egy rendszerbe tartozó összegcsatornák átviteli függvényei valóban nagyon jól megegyeznek a rövidebb geofontávolságokhoz tartozó „levágási” szakaszon és a maximális kioltás zónájában. Eltérést csak az ezután következő, gyakorlati szempontból érdektelen zóna oszcillációiban találunk.

Az átviteli függvények ismeretében már sor kerülhet adott területen adott terítési rendszer geofontávolságának optimalizálására. Optimalizálás alatt itt természetesen a többszörös beérkezések kiküszöbölésére optimális geofontávolság kiválasztását értjük.

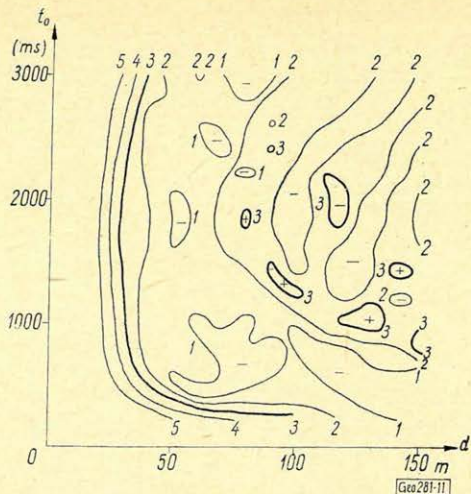
A területre jellemző adatok közül az átlagsebesség függvényen kívül még ismernünk kell a beérkezések átlagos spektrumát.



10. ábra. A B rendszer (3 7 11 15 19 23) geofonköz sorozattal jellemzett összegcsatornájának $S(t_0, d)$ (kétszeres reflexió átviteli) függvénye $n = 30$ Hz mellett

Фиг. 10. Характеристика суммотрассы $S(t_0, d)$ (для двухкратного отражения) характеризующейся серией шагов сейсмоприемников (3 7 11 15 19) системы B при $n = 30$ μ

Fig. 10. Die Überföhrungsfunktion $S(t_0, d)$ (Zweifachreflexion) des Summenkanals, charakterisiert durch die Geophonabstands-Serie: 3 7 11 15 19 23 des mit B-bezeichneten Systems im Falle von $n = 30$ Hz



11. ábra. A B rendszer (4 8 12 16 20 24) geofonköz sorozattal jellemzett összegcsatornájának $S(t_0, d)$ (kétszeres reflexió átviteli) függvénye $n = 30$ Hz mellett

Фиг. 11. Характеристика суммотрассы $S(t_0, d)$, (для двухкратного отражения) характеризующейся серией шагов сейсмоприемников (4 8 12 16 20 24) системы B при $n = 30$ μ

Fig. 11. Die Überföhrungsfunktion $S(t_0, d)$ (Zweifachreflexion) des Summenkanals, charakterisiert durch die Geophonabstands-Serie: 4 8 12 16 20 24 des mit B-bezeichneten Systems im Falle von $n = 30$ Hz

Nyírségi területünkön a beérkezések spektrumát a 16. ábra mutatja. Ha figyelembe vesszük még az alkalmazni kívánt szűrő átviteli karakterisztikáját, akkor eredményképpen rendelkezésünkre áll az összegezésre kerülő beérkezések spektruma (16. ábra).

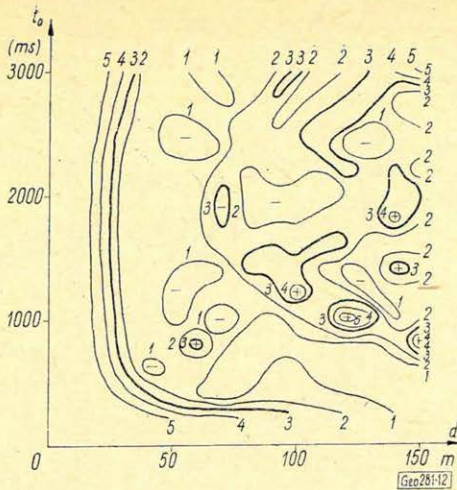
A többszörösök csillapításának mértékéül az összegcsatorna által átengedett többszörös energiájának a csillapítás nélkül átengedett – azaz késleltetés nélkül összegzett – többszörös energiájának hányadosát választjuk.

A csillapítás mértékét jelöljük Φ -vel, a beérkezések spektrumát $A(\omega)$ -val, akkor

$$\Phi(t_0, d) = \frac{\int_0^{\infty} [A(\omega)S(\omega, t_0, d)]^2 d\omega}{\int_0^{\infty} [nA(\omega)]^2 d\omega}$$

Elvégezve a Φ függvény kiszámítását a vizsgált tíz összegcsatorna-típusra, úgy nyerjük az egyes terítési rendszerek Φ függvényét, hogy a bennük szereplő összegcsatornák függvényeinek számtani átlagát képezzük.

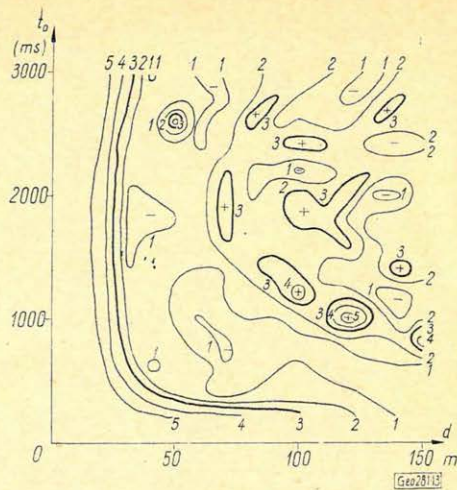
Az így nyert $\Phi(t_0, d)$ függvényeket dB-ben ábrázolva, szemléletes képet kapunk az egyes terítési rendszerek csillapításviszonyairól a teljes regisztrálási idő folyamán (17., 18. és 19. ábra).



12. ábra. A C rendszer (9 13 17 21 25 29) geofonköz sorozattal jellemzett összegescatornájának $S(t_0, d)$ (kétszeres reflexió átviteli) függvénye $n = 30$ Hz mellett

Fig. 12. Характеристика суммотрассы $S(t_0, d)$ (для двухкратного отражения), характеризующейся серией шагов сейсмоприемников (9 13 17 21 25 29) системы C при $n = 30$ гц

Fig. 12. Die Überföhrungsfunktion $S(t_0, d)$ (Zweifachreflexion) des Summenkanals, charakterisiert durch die Geophonabstands-Serie: 9 13 17 21 25 29 des mit C-bezeichneten Systems im Falle von $n = 30$ Hz



13. ábra. A C rendszer (10 14 18 22 26 30) geofonköz sorozattal jellemzett összegescatornájának $S(t_0, d)$ (kétszeres reflexió átviteli) függvénye $n = 30$ Hz mellett

Fig. 13. Характеристика суммотрассы $S(t_0, d)$ (для двухкратного отражения), характеризующейся серией шагов сейсмоприемников (10 14 18 22 26 30) системы C при $n = 30$ гц

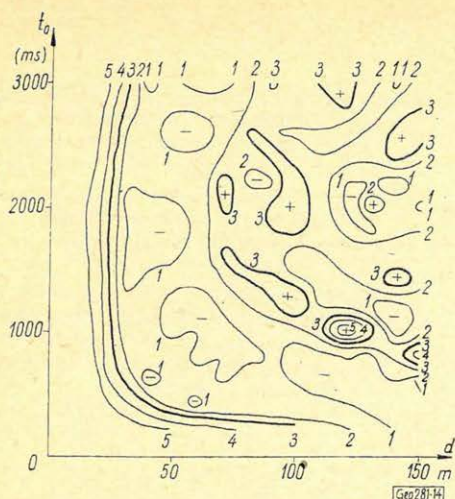
Fig. 13. Die Überföhrungsfunktion $S(t_0, d)$ (Zweifachreflexion) des Summenkanals, charakterisiert durch die Geophonabstands-Serie: 10 14 18 22 26 30 des mit C-bezeichneten Systems im Falle von $n = 30$ Hz

A $\Phi(t_0, d)$ átviteli diagramokat vizsgálva eredményeinket a következőkben foglalhatjuk össze:

- a diagramokból jól kiolvashatók az egyes rendszerekhez tartozó optimális geofontávolságok,
 - az optimálisnál rövidebb geofontávolságoknál a csillapítás értéke gyorsan csökken zérus felé,
 - az optimálisnál hosszabb geofontávolságoknál a csillapítás értéke szintén csökken, majd kb. 8 dB-nél stabilizálódik és a geofontávolság további növelésére már érzéketlen,
 - a maximális csillapítás zónája közel független a regisztrálási időtől.
- Az eljárás hatásossága tehát azonos a szeizmogram teljes hosszában és így szükségtelen előre ismernünk a többszörösök beérkezési idejét,

– a robbantópontot a terítés közepétől távolítva az optimális csillapításhoz tartozó geofontávolság csökken és a csillapítás értéke nő. Minél nagyobb offsetet használunk tehát, annál kedvezőbbek lesznek rendszerünk többszörös szűró tulajdonságai.

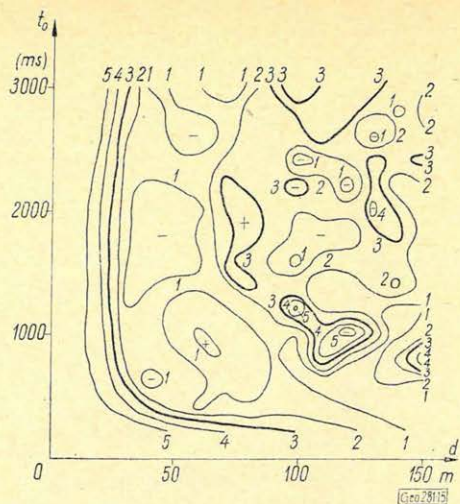
Eredményeink helyes értékeléséhez szükséges még egyszer hangsúlyozni, hogy a bemutatott számítások csak egyetlen zajtípussal – a többszörös reflexiókkal – foglalkoznak. A geofontávolság optimalizálásán is csak a többszörösök eltávolítására optimális geofontávolság kiválasztását értjük. A többszörösöket legjobban eltávolító terítési paraméterek azonban nem eredményezik feltétlenül egyúttal a legjobb jel/zaj viszonyt is. Ezt a mástípusú zajok



14. ábra. A C rendszer (11 15 19 23 27 31) geofonköz sorozattal jellemzett összegescator-nájának $S(t_0, d)$ (kétszeres reflexió átviteli) függvénye $n = 30$ Hz mellett

Фиг. 14. Характеристика суммотрассы $S(t_0, d)$ (для двухкратного отражений), характеризующейся серией шагов сейсмоприемников (11 15 19 23 27 31) системы C при $n = 30$ гц

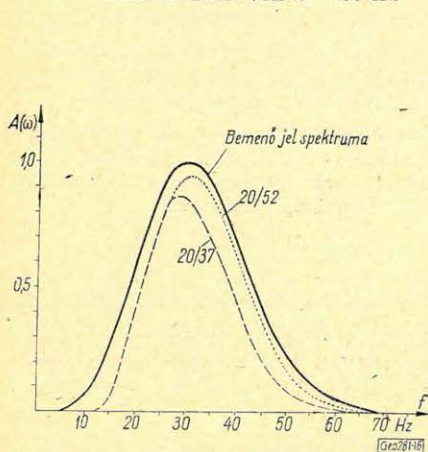
Fig. 14. Die Übertragungsfunktion $S(t_0, d)$ (Zweifachreflexion) des Summenkanals, charakterisiert durch die Geophonabstands-Serie: 11 15 19 23 27 31 des mit C-bezeichneten Systems im Falle von $n = 30$ Hz



15. ábra. A C rendszer (12 16 20 24 28 32) geofonköz sorozattal jellemzett összegescator-nájának $S(t_0, d)$ (kétszeres reflexió átviteli) függvénye $n = 30$ Hz mellett

Фиг. 15. Характеристика суммотрассы $S(t_0, d)$ (для двухкратного отражения), характеризующейся серией шагов сейсмоприемников (12 16 20 24 28 32) системы C при $n = 30$ гц

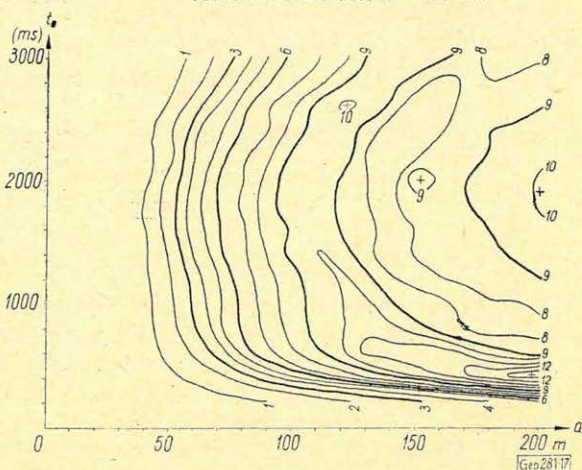
Fig. 15. Die Übertragungsfunktion $S(t_0, d)$ (Zweifachreflexion) des Summenkanals, charakterisiert durch die Geophonabstands-Serie: 12 16 20 24 28 32 des mit C-bezeichneten Systems im Falle von $n = 30$ Hz



16. ábra. A beérkezések spektruma a nyírségi mérési területen

Фиг. 16. Спектр волн по площади работ района Ниршер

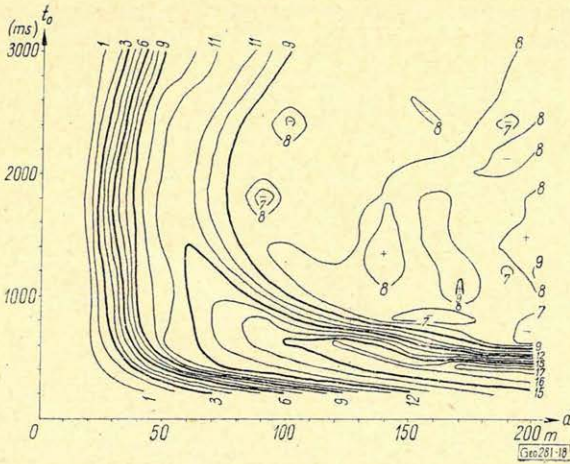
Fig. 16. Spektrum der Einsätze im Nyírség-Gebiet



17. ábra. Az A rendszer $\Phi(t_0, d)$ függvénye — a többszörös csillapítás mértéke a regisztrálási idő és a geofontávolság függvényében

Фиг. 17. Функция $\Phi(t_0, d)$ системы A: зависимость степени подавления кратных волн от времени и от шага сейсмоприемников

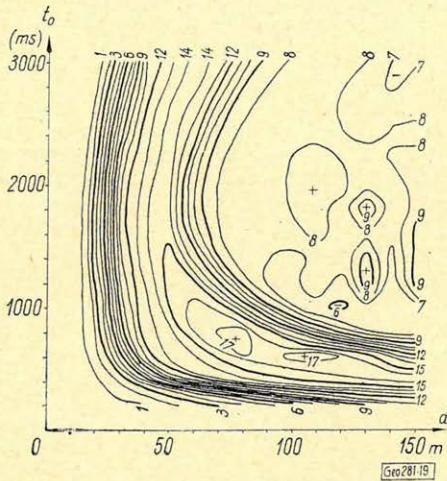
Fig. 17. Die $\Phi(t_0, d)$ -Funktion des mit A-bezeichneten Systems-Mass der Mehrfachdämpfung in Abhängigkeit von der Registrierungszeit und dem Geophonabstand



18. ábra. A B rendszer $\Phi(t_0, d)$ függvénye – a többszörös csillapítás mértéke a regisztrálási idő és a geofontávolság függvényében

Фиг. 18. Функция $\Phi(t_0, d)$ системы B: зависимость степени подавления кратных волн от времени и от шага сейсмоприемников

Fig. 18. Die $\Phi(t_0, d)$ – Funktion des mit B-bezeichneten Systems – Mass der Mehrfachdämpfung in Abhängigkeit von der Registrierungszeit und dem Geophonabstand



19. ábra. A C rendszer $\Phi(t_0, d)$ függvénye a többszörös csillapítás mértéke a regisztrálási idő és a geofontávolság függvényében

Фиг. 19. Функция $\Phi(t_0, d)$ системы C: зависимость степени подавления кратных волн от времени и от шага сейсмоприемников

Fig. 19. Die $\Phi(t_0, d)$ – Funktion des mit C-bezeichneten Systems – Mass der Mehrfachdämpfung in Abhängigkeit von der Registrierungszeit und dem Geophonabstand

– elsősorban a rendezetlen zajok – jelenléte erősen befolyásolhatja. Ez mint konstans adódik hozzá a növekvő x távolsággal (offset- és geofontávolság) csökkenő jel energiához és ha az x távolság elég nagy, a jel teljesen belemosódhat a rendezetlen zajba mint ahogy ezt a rossz energiaviszonyokkal jellemzett Nyírségben nemegyszer tapasztaltuk.

A rendezetlen zajok szerepét tehát mérések tervezésekor nem lehet figyelmen kívül hagyni. A közölt számítások folytatásaként jelenleg folyamatban van a jel/zaj viszony alakulásának vizsgálata rendezetlen zajok jelenlétében.

IRODALOM

- Mayne, W. H.: Horizontal data stacking techniques. Geophysics, 1962. 6. II.
 Gálfi J. et al.: Geofizikai kutatási módszerek I. Szeizmika. Tankönyvkiadó, 1967.
 GSI kiadvány: Graphical aids for analysis and design of common depth point stack.

A DRSZT-1 típusú szondával végzett neutron-neutron termikus szelvényezés interpretációs tapasztalatai

SZILÁGYI ENDRE

Az olajipari mélyfúrási geofizikában 1967-től alkalmazzák a DRSZT-1 típusú radioaktív szondát neutron-neutron termikus szelvények felvételére. Szerző ennek, a hazánkban új mérési módszernek eddigi interpretációs tapasztalataival foglalkozik. Bemutatja a hitelesítési munka és a porozitás meghatározás eredményeit, vizsgálja az alkalmazási lehetőségeket góztárolók kutatásánál.

В Венгрии, в промышленной геофизике нефтяной промышленности радиоактивный зонд типа ДРСЗТ-1 применяется для работ по методу ННК-Т с 1967 г. В настоящей работе излагается накопленный с тех пор опыт интерпретации данных, получаемых при помощи этого нового в Венгрии каротажного метода. Описываются результаты работ по градуировке, а также по определению пористости горных пород и рассматриваются возможности применения метода для поиска газовых месторождений.

Beim Forschungs- und Aufschlussbetrieb in der Tiefebene, gehörend zum OKGT wurden schon seit dem Jahre 1967 Neutron-Neutron-Profilierungen mit Hilfe einer radioaktiven Sonde vom Typ DRSZT-1 durchgeführt. Die Einrichtung kann zur simultanen Aufnahme von Profilen von natürlichen-Gamma-Strahlen, Neutron-Gamma-Strahlen, sowie von epithermischen Neutron-Neutron-Strahlen angewendet werden.

Die anfänglichen Resultate wurden von Bárány (1967) mitgeteilt. Hier wird über die weiteren Resultate der Anwendung des Apparates berichtet. Folgende Faktoren werden untersucht:

Eigenschaften der Methode und der Einrichtung, die aus dem Gesichtspunkte der Interpretation von Wichtigkeit sind, Auflösungsvermögen der NNT-Profile,

Fragen der Kalibrierung and Stabilität,

Porositätsempfindlichkeit und die Resultate der Porositätsbestimmung, sowie die Erfahrungen, gewonnen bei der Festsetzung der gasspeichernden Schichten.

Az OKGT Nagyalföldi Kutató- és Feltáró Üzemében 1967-től végeztek neutron-neutron termikus (*NNT*) szelvényezést *DRSZT-1* típusú kétsatornás radioaktív szondával. A műszer természetes-gamma és neutron-gamma (*NG*) vagy *NNT* vagy neutron-neutron epitermikus szelvény egyidejű felvételére alkalmas. A munka kezdeti eredményeiről Bárány (1967) számolt be.

A *DRSZT* műszer alkalmazása az olajiparban eddig használt *NG* szondákhoz viszonyítva az alábbiak miatt jelent újdonságot:

– azáltal, hogy lehetővé teszi a termikus vagy epitermikus neutron-sűrűség vizsgálatát a fúrólyukakban, bővíti a neutron-mérések választékát, ami eddig csak a *NG*-mérésekre korlátozódott;

– detektorai szeintillációs kristályok, míg az eddig használt szondákban *GM* csövek voltak.

További újdonság, hogy a *DRSZT* szondák rutin-mérésekre való felhasználásával egyidőben kezdődött a neutron-szelvények neutron-egységekben (*NE*) történő hitelesítése is. Ez lehetővé teszi a szelvények bevonását a kvantitatív interpretációba.

A tanulmány a *NNT* módszer alkalmazásának üzemi eredményeiről számol be. Vizsgálja:

- a *NNT* módszernek és a mérőműszernek az interpretáció szempontjából fontos néhány tulajdonságát;
- a *NNT* szelvények felbontóképességét;
- a hitelesítés és stabilitás egyes kérdéseit;
- a porozitásérzékenységet és a porozitásmeghatározás eredményeit;
- a gáztároló rétegek kijelölésénél szerzett tapasztalatokat.

A *NNT* szelvényezést részben a *NG* módszer helyett kívántuk alkalmazni, ez az oka a vizsgálatok összehasonlító jellegének.

A szonda hőtűrése és az üzem feladatai miatt a műszert főleg az algyői felső pannóniai rétegsor szelvényezésénél használták. A forrástároló szondavég az eredeti gyáritól kissé eltérő volt.

A porozitás és víztelítettség tizedestört alakban szerepel.

1. A *NNT* módszer és a mérőműszer interpretációs szempontból fontos tulajdonságai

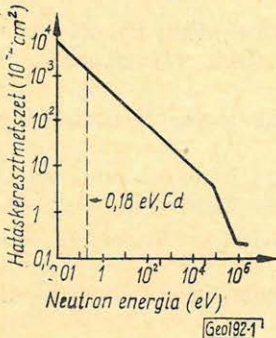
A neutronszelvényezés irodalmából ismert, hogy a kőzetmátrix, a pórusokban levő víz és ennek klórtartalma a neutronok lassításában ezek energiájától függően különbözőképpen hat. Nagy neutron-energiáknál a mátrix elemeinek szerepe jelentős. Az epitermikus neutron-sűrűséget döntően a lassító közeg hidrogéntartalma befolyásolja. A termikus neutron-sűrűség kialakításában a hidrogéntartalom mellett a víz klórtartalma és kisebb mértékben a kőzet ásványos összetétele is fontos szerepet játszik.

Tittle és társai (1951) azt is megállapították, hogy a lyukátmérő-változás, a beléscső jelenléte és a fúróiszap klórtartalmának hatása is eltérő az epitermikus és termikus neutronok sűrűségére. Míg az előbbiekre a fúrólyuknak ezek a tulajdonságai alig gyakorolnak befolyást, az utóbbiakra hatásuk nagyon jelentős. A különböző szondákkal fevett neutron-szelvények tulajdonságait, ezek szerint alapvetően befolyásolja az, hogy a detektor milyen energiájú neutronokat észlel.

1.1. Az *LDNM* detektor

A *DRSZT* szondában *LDNM* típusú detektort alkalmaznak. Ennek vizsgálatunk szempontjából legfontosabb tulajdonságai *Vegyehin* (1967) alapján a következők:

- A neutronok detektálására ezüsttel aktivált cinkszulfid és bóranhidrid keverékéből álló szcintilláló anyagot használnak, melyet a fénykihasználás növelése céljából radiálisan helyeznek a félvezető köré. A neutron-detektálás a $B^{10}(n, \alpha)Li^7$ magreakción alapul. E reakció hatáskeresztmetszetének energiafüggését mutatja az 1. ábra. (*Keszthelyi* 1964 után.)



1. ábra. A $B^{10}(n, \alpha)Li^7$ hatáskeresztmetszetének energiafüggése (*Keszthelyi* után)

Фиг. 1. Зависимость эффективного сечения $B^{10}(n, \alpha)Li^7$ от энергии (по *Кестхен*)

Fig. 1. Energieabhängigkeit des Wirkungsquerschnittes von $B^{10}(n, \alpha)Li^7$ nach *Keszthelyi*

– A számlálási karakterisztikában több száz volt hosszúságú platós szakasz van.

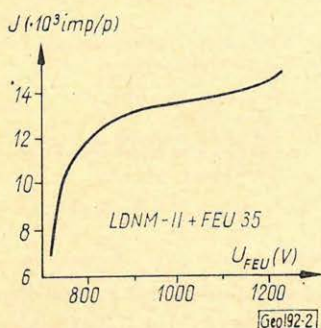
– A termikus neutron-érzékenység a platón magas (60–90).

– 100 C° környezeti hőmérséklet huzamosabb ideig nem okoz változást a karakterisztikában.

– Az olajipari karottázs-gyakorlatban általában előforduló természetes gamma sugárzásra és a forrás gamma sugárzására a detektor érzéketlen.

A plató jelenléte a detektor speciális kialakításának és részben az előállítás technológiájának is függvénye. (Feldman és társai 1966, 1969).

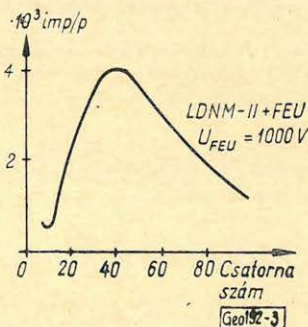
A FEU – 35 elektronsokszorozóval összeépített detektor számlálási karakterisztikájára mutat példát a 2. ábra. A mérést Bihari László végezte.



2. ábra. LDNM detektor számlálási karakterisztikája

Фиг. 2. Характеристика счета детектора LDNM

Fig. 2. Zählcharakteristik des LDNM – Detektors



3. ábra. LDNM detektor differenciális spektruma (Feldman után)

Фиг. 3. Дифференциальной спектр детектора LDNM (по Фельдману)

Fig. 3. Differenzial – Spektrum des LDNM – Detektors (nach Feldman)

1.2. A detektált neutronok energia szerinti megoszlása

A 2. ábrából látható, hogy a detektor a termikus neutronokon kívül – kisebb mértékben – a nagyobb energiájúakra is érzékeny. A differenciális spektrum (lásd a 3. ábrán) azonban nemcsak a hatáskeresztmetszet energiafüggésétől, hanem a detektor kialakításától is függ. (Feldman és társai, 1969).

A szonda által detektált neutronok energia szerinti megoszlását kísérleti úton vizsgáltuk.

A 0,5 m hosszú szondát végtelen vízközegbe helyezve mértük a neutron-intenzitást. Majd a detektort a lassú neutronokat elnyelő kadmium lemezzel árnyékolva megismételtük a mérést. Az eredmények az 1. táblázatban találhatók. Feltételezhetjük, hogy a rétegviszonyok között, ahol a lassítás kevésbé erélyes, a nagyobb energiájú neutronok részvételele valamivel nagyobb lesz a regisztrált intenzitásban, mint a vízben történt mérésnél.

Ezek szerint neutron-szelvényeink nem „tisztá termikus” szelvények, az indikáció kialakításában a termikusnál nagyobb energiájú neutronok is szerepet játszanak.

A detektált neutronok energia szerinti megoszlása

Detektor	1 Neutron – intenzitás imp/p		I_{Cd}/I %
	2 Cd nélkül (I)	3 Cd-al körül- véve (I_{Cd})	
LDNM 6	5094	1590	32
LDNM 6	1962	513	26
LDNM 5	5234	1348	26

⁴ Mérések végtelen vízközegben, szondahossz 0,5 m
A méréseket Bihari László végezte

Таблица 1. Распределение детектируемых нейтронов по энергии

¹ Интенсивность нейтронов

² Без Cd

³ Окружено Cd

⁴ Измерении в бесконечной водной среде, длина зонда – 0,5 м

Tab. 1. Verteilung der detektierten Neutronen nach der Energie⁵

¹ Neutronen-Intensität

² Ohne Cd (I)

³ Mit Cd umgeben (I_{Cd})

⁴ Messungen in unendlichem WassermEDIUM, Sondenlänge 0,5 m

1.3. A fúrólyuk technikai tulajdonságainak hatása

Baszin és társai (1968) vizsgálták a fúróiszap, a rétegvíz sótartalma és az iszaplepleny hatását: kis lyukátmérőknél ($d \leq 20$ cm) 25 g/l NaCl tartalomig elhanyagolható a fúróiszap hatása, 50 g/l NaCl tartalomig a rétegvízből származó klór-hatás. A NG módszerre ugyanezek a határok: 40 g/l, 60 g/l.

Az iszaplepleny hatása a NNT szelvényre jelentős, a porozitás növekedésével nő. Az iszaplepleny vastagságát tehát ismerni kell. Ugyanaz a hatás a NG szelvényre lényegesen kisebb.

Hasonlóképpen a NNT szelvényre gyakorolt nagyobb hatást a lyukfal egyenetlensége is.

2. Felbontóképesség

A neutron-módszerek iránt támasztott fontos követelmény a különböző neutron-porozitású rétegek megbízható elkülönítése a szelvényen, tehát az eleendően nagy felbontóképesség.

Az egyszer végigmért szelvényszakaszon egy indikáció akkor tekinthető a környezetétől eltérő neutron-porozitású réteg hatásának, ha az indikációk különbsége legalább 2–3-szorosa a környezet fluktuációs sávjának. Ennek alapján a felbontóképességre (A) az alábbi kifejezés adhat felvilágosítást:

$$A = \frac{I_x - I_k}{\delta I_k},$$

ahol I_x – a vizsgált réteg intenzitása (imp/perc-ben),

I_k – a környezet intenzitása,

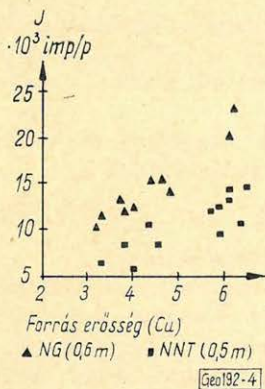
δI_k – a környezet statisztikus ingadozása.

Az így definiált felbontóképesség ugyanazon rétegsor és lyukviszonyok között a műszer porozitásérzékenységétől és regisztrált impulzusszámtól függ.

2.1. A regisztrált impulzusszám

A 4. ábrán látható felső-pannóniai víztároló homokkövek neutron- és másodlagos-gamma-intenzitása a forráserősség függvényében. Lyukátmérő $8\ 1/2''$, a szondahosszak: NG 0,6 m, NNT 0,5 m. A regisztrált impulzusszám a forráserősséggel arányos. A felbontóképesség növelése érdekében különösen nagy átmérőjű fúrásokban a mérést erős forrással kell végezni.

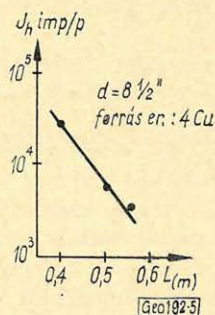
Felső-pannóniai homokkövek neutron-intenzitásának szondahossztól való függésére az 5. ábrából lehet következtetni, amely $8\ 1/2''$ átmérőjű fúrásra vonatkozik.



4. ábra. Felső-pannóniai víztároló homokkövek neutron- és másodlagos gamma-intenzitása a forráserősség függvényében

Фиг. 4. Зависимость интенсивности нейтронного потока и вторичного гамма-излучения от интенсивности источника в водоносных песчаниках верхнего паннона

Fig. 4. Neutron- und sekundäre - Gamma - Intensität der oberpannonsischen wasserspeichernden Sandsteine in Abhängigkeit von der Quellstärke



5. ábra. Neutron-intenzitás szondahossz függés felső-pannóniai homokköben

Фиг. 5. Зависимость интенсивности нейтронов от длины зонда в верхнепаннонских песчаниках

Fig. 5. Neutron-Intensität - Sondenlänge - Abhängigkeit bei oberpannonsischen Sandsteinen

2. táblázat

d	Forrás ² Cu	Felbontóképesség ¹		Időál- ³ landó NG	Sec NNT
		A			
		NG 0,6 m	NNT 0,5 m		
8 1/2	4,0	10,0	13,4	12	12
12 1/4	5,2	9,4	10,4	12	6

Таблица 2.

¹ Разрешающая способность

² Источник

³ Постоянная времени

Tab. 2. ¹ Auflösungsvermögen

² Quelle

³ Zeitkonstante

2.2. Felbontóképesség

Vizsgáljuk ezek után az erősen homokos algyői felső-pannóniai rétegsorban a 0,5 m-es szondával felvett *NNT* szelvények a vékony agyagrétegekre vonatkozó felbontóképességét, tehát az agyagrétegek kimutatása megbízhatóságának mértékét a 0,6 m hosszú *NG* szelvényvel összehasonlítva. A 2. táblázat azt mutatja, hogy a *NNT* szelvény felbontóképessége a *NG*-val egyező, vagy annál jobb lehet mindkét vizsgált lyukátmérőnél.

3. Hitelesítés, stabilitás

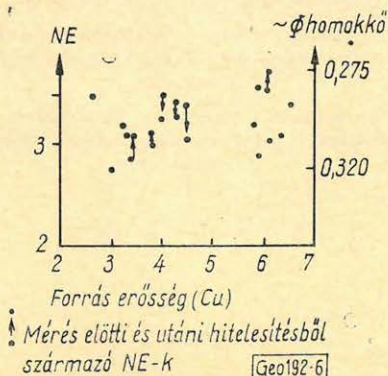
A különböző erősségű forrásokkal felvett szelvények összehasonlíthatósága, a porozitás- és gáztelítettség-meghatározás alapja a szelvények hitelesítése. A hitelesítési egység a végtelen vízközegben mért intenzitás: *I* neutronegység (*NE*).

A hitelesítést a központi telephelyen végezték, kezdetben csak mérés előtt, majd, ha erre lehetőség volt, a mérésről való visszatérés után is.

3.1. A szelvények összehasonlíthatósága

A hitelesítés ezirányú eredményei a 6. és 7. ábrán láthatók.

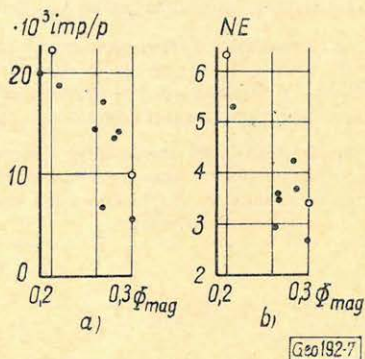
A 6. ábra a 4. ábrán bemutatott neutron-intenzitásokat ábrázolja *NE*-ben kifejezve, ugyancsak a forrásereőség függvényében. Látható, hogy az így kifejezett intenzitások a forrásereőségtől függetlenek. Az eltérések oka a lyukviszonyok és a porozitás változása, valamint a hitelesítés hibái. A minimális és maximális indikációkhoz tartozó porozitás-értékek igazolják, hogy a megállapított *NE*-k általában helyesek.



6. ábra. A 4. ábrán bemutatott neutron-intenzitások neutron-egységekben

Фиг. 6. Величины интенсивности нейтронов рис. 4 в пересчете на единицы нейтронов

Fig. 6. Neutron-Intensitäten der Fig. 4. in Neutron-Einheiten



7. ábra. Neutron-intenzitások a magokon mért porozitás függvényében

Фиг. 7. Зависимость нейтронов от пористости, определенной на ядрах

Fig. 7. Neutron-Intensitäten in Abhängigkeit von der Porosität, gemessen an den Kernen

A 7. ábrán a magokon mért porozitás függvényében láthatók a neutron-intenzitások *imp/perc*-ben (a) és *NE*-ben (b). Bár az indikációkat az agyagtartalom és az eltérő lyukviszonyok torzító hatása terheli, mégis megállapítható, hogy a (b) ábrán a porozitástól való függés határozottabb.

3.2. Pontossági követelmények

A porozitás-meghatározás a hitelesített szelvényekkel szemben azt a követelményt támasztja, hogy a vizsgált rétegnek a mérés előtt és mérés után végzett hitelesítés alapján meghatározott, *NE*-ben kifejezett intenzitása egy bizonyos értéknél többel nem térhet el egymástól. Tűzzük ki célul, hogy a $8\ 1/2'$ és $12\ 1/4''$ átmérőjű fúrásokban a $\varnothing = 0,2 - 0,3$ intervallumban a homokkövek porozitását a hitelesítés hibájából kifolyóan $\pm 5\%$ pontossággal kívánjuk meghatározni. Mennyivel különbözhet ekkor a mérés előtti és utáni leolvasás?

3. táblázat

Pontossági követelmények ¹			
d	Max. leolvasási elt. ² NE		1 NE max. megengedett hibája $\pm \%$ ³
8 1/2	0,30	0,5	6
	0,20	0,6	5
12 1/4	0,30	0,4	6
	0,20	0,4	4

Таблица 3.

Tab. 3. ¹ Genauigkeitsansprüche
² Maximale Ablesungsabweichung
³ Maximaler zugelassener Fehler von 1 NE

¹ Требования к точности

² Максимальное отклонение показаний

³ Максимально допускаемая погрешность
1 NE $\pm \%$

A választ a 3. táblázat adja meg. Ugyanitt találjuk a mérés előtti és utáni hitelesítésből közepeléssel meghatározott *NE* érték maximális megengedett hibáját is. Amint látható, a pontossági követelmények nőnek a porozitás csökkenésével és a lyukátmérő növekedésével.

A 6. ábrából olvashatjuk le, hogy az előírt pontossági követelmények mennyire teljesültek az algyői fúrások szelvényezésénél. A maximális eltérés $0,4\ NE$, ezen egy eset kivételével pedig $0,25\ NE$ vagy ez alatti a különbség. Ezek alapján a hitelesítés viszonylag jónak tekinthető.

Megjegyzendő azonban, hogy az ellenőrzés csak a mérések kisebb részére terjedt ki, továbbá néhány esetben, amikor a mérés előtti és utáni hitelesítés a megengedett határon belül egyezett, a porozitás meghatározás mégis a valóságtól durván eltérő eredményt adott. Ez a tény, valamint a hitelesítések nyomkövetése hosszabb időn át hívta fel a figyelmet a mérőrendszer stabilitásának vizsgálatára.

3.3. A mérőrendszer stabilitása egy mérésnél

A mérőrendszertől megköveteljük, hogy a fúrásban változatlan körülmények között egymás után felvett két szelvény a statisztikus ingadozás figyelembevételével megegyezzen.

Az erre vonatkozó eredmények a 4. táblázatban találhatók. Az alapszelvénytől való mindkét irányú eltérést \pm , az egyirányú eltéréseket $-$, illetve $+$ jelzi, (maximális eltérés az alapszelvény indikációjának $\%$ -ában).

Baszin és társai (1968) szerint a mennyiségi értelmezésre használt szelvények maximális eltérése az 5% -ot nem haladhatja meg. Ez a feltétel a vizsgált szelvények 40% -ánál teljesedett csak.

A mérőrendszer stabilitása egy mérésnél¹

		Eltérés iránya az alapszelvénytől ²		
A vizsgált esetek %-ában		±	-	+
Maximális eltérés ³	5%	40		
	5 – 10%	20	10	10
	10%	10	10	

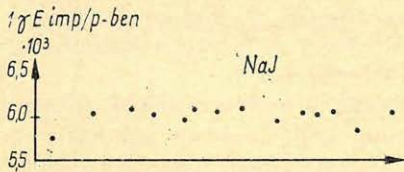
Таблица 4.

Tab. 4. ¹ Stabilität des Mess-systems bei einer Messung¹ Устойчивость измерительной системы при одном измерении² Richtung des Abweichens von dem Standardprofil in Prozenten der untersuchten Fälle² Направление отклонения от эталонной кривой, количество изучаемых случаев в %-ах³ Maximale Abweichung³ Максимальное отклонение

3.4. A mérőrendszer stabilitása hosszabb időn át

A stabilitás az előbbi értelmezésben az észlelő rész (detektor + elektron-sokszorozó) és a további elektronikus egységek megbízhatóságára ad felvilágosítást. Emellett azonban a szállítás, szondahossz beállítás és eddig fel nem derített egyéb okok hatása a mérőrendszerre is jelentős lehet.

Ezt mutatja a 8. ábra. Ezen ugyanarra a szondára május 20 – szeptember 10. között meghatározott 1 NE imp/perc értékeket találjuk. A vizsgált időszakban a szondán a szondahossz beállításán kívül semmi változtatás nem történt. A forráserősség csökkenésének hatása a szaggatott vonalú görbe alapján vehető figyelembe. A szonda lyukbaengedését nyilak jelölik, ezek alatt a maximális lyukhőmérséklet található. Az ábra felső része ugyanezen szonda természetes-gamma oldalára vonatkozik, az elfogadott gamma-egység imp/perc értékeit mutatja.



8. ábra. A mérőrendszer stabilitásának vizsgálata hosszú időn át

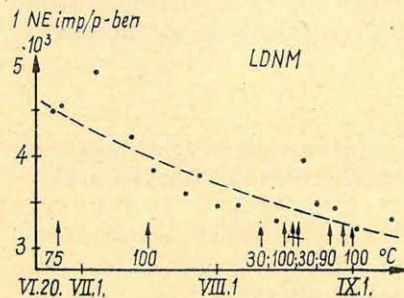


Fig. 8. Результаты продолжительного испытания измерительной системы на устойчивость

Fig. 8. Untersuchung der Stabilität des Messsystems für eine längere Zeitspanne

↑ Mérés a szondával
75 °C max. lyukhőmérséklet a méréskor

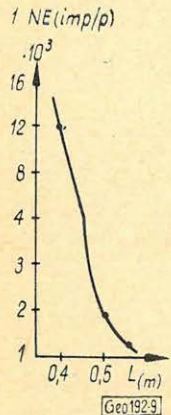
Geo192-8

Ha az egymás után meghatározott NE értékeket tekintjük „mérés előtti és utáni hitelesítés” eredményeinek, az értékpárok között az eltérés négy esetben jelentősen nagyobb a megengedettnél (lásd 3. táblázat), 5% vagy annál kisebb eltérés pedig csak a vizsgált esetek nem egészen felénél van.

Azt, hogy a rendellenes esetek oka minden valószínűség szerint nem az elektronikus rendszer, a természetes-gamma oldal hitelesítési eredményei igazolják. Ezek nagy időbeli stabilitásról tanúskodnak. Ugyancsak nem lehet ok a méréskor fellépő hőmérséklet. Ekkor ugyanis rendszeresnek kellene lenni az eltéréseknek, aminek az ellenkezőjét tapasztaltuk. Ez a detektor hőtűrése bizonyíthatóan is tekinthető.

Vizsgáljuk végül a szondahossz pontatlan beállításából származó hibát a 9. ábra segítségével. Ha a szondahossz beállításánál elkövetett hiba ± 1 cm, a NE ebből származó hibája kb. $\pm 10\%$ valamennyi szondahossznál, ami megengedhetetlenül nagy érték. Törekedni kell tehát a szondahossz pontos beállítására.

A bemutatott hitelesítő méréseket a telephelyen végezték. Mivel a szállítás is hibaforrás lehet, a hitelesítésnek ez a módja nem jellemzi minden esetben a lyukban levő szondát. Ez az állapot fúrásnál elvégzett hitelesítésekkel jobban megközelíthető.



9. ábra. A neutron-egység függése a szondahossztól

Фиг. 9. Зависимость единицы нейтронов от длины зонда

Fig. 9. Abhängigkeit der Neutron-Einheit von der Sondenlänge

4. Porozitás-meghatározás

A folyadéktárolók porozitásának meghatározását elektrokarottázzsal, akusztikus és nukleáris szelvényekből kísérrelhetjük meg.

Jelenleg azonban nem áll rendelkezésünkre elegendően pontos elektrokarottázs módszer. Nem ismertek a kőzetfizikai függvénykonstansok, sokszor nem ismert elegendő pontossággal a fúróiszap fajlagos elektromos ellenállása, az alacsony vízleadás miatt az elárasztás sekély. A felsorolt nehézségek különösen a nagy porozitású felső-pannóniai tárolókőzetekben éreztetik zavaró hatásukat. Az akusztikus módszer eredményei ugyancsak a laza, nagy porozitású kőzetekben válnak kétségesse. Az elmondottak miatt a gamma karottázs hiányában a neutron-szelvényektől várhatunk kielégítő eredményt.

A porozitás-változásra azonban a neutron-szelvények az ellenállás-szelvényeknél kevésbé érzékenyek. Ezért nagy jelentőségű a pontos hitelesítés és a műszer stabilitása. További követelmény a neutron-szelvények indikációit eltorzító agyagtartalom ismerete.

4.1. Porozitás érzékenység

A neutron-szelvények porozitásérzékenysége (B) a módszer és a mérőműszer, valamint a porozitás függvénye. Vizsgálatára Baszin és társai (1968) javaslatára az alábbi kifejezést használtam:

$$B = \frac{I_1 - I_2}{I_k \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Phi_1}}$$

ahol I_1 és I_2 a vizsgált porozitásintervallum határainhoz (Φ_1 és Φ_2) tartozó intenzitás NE -ben,
 I_k ugyanez a porozitás-tartomány közepére.

B a vizsgált intervallumban a $0,01$ porozitásváltozáshoz tartozó átlagos viszonylagos intenzitás-változás. A különböző módszerek és különböző szondák a NE -t más-más módon befolyásolják. Ezt a zavaró hatást küszöböli ki a I_k -val való osztás.

5. táblázat

A NG- és NNT-porozitás érzékenysége $8\ 1/2''$ átmérőjű fúrásban¹

Porozitás – intervallum	B	
	NG 0,6 m	NNT 0,5 m
0,15 – 0,25	3,1	4,8
0,25 – 0,35	2,3	4,8

Таблица 5.

Tab. 5.¹ Empfindlichkeit der NG- und NNT – Porosität in einer Bohrung von $8\ 1/2''$ Durchmesser

¹ Точность определения пористости по методам НК и НК-Т в скважине диаметром $8\ 1/2''$

² Porositás-Intervall

² Диапазон величин пористости

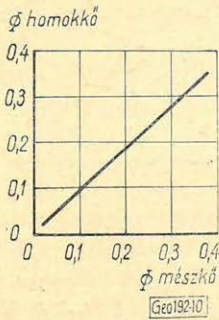
Az 5. táblázat B -nek $8\ 1/2''$ átmérőjű fúrólukban érvényes értékeit tartalmazza $0,6$ m-es NG és $0,5$ m-es NNT szondára. A NNT módszer különösen nagy porozitásoknál jelentősen érzékenyebb, mint a NG. Ez a megállapítás $5\ 1/2''$ – $12\ 1/4''$ lyukátmérő között is érvényes. Nagy porozitású homokkövek porozitásának meghatározására a NNT módszert célszerű alkalmazni. Ugyanez érvényes a kis porozitású ($\varnothing < 0,05$) kőzetekben is.

4.2. A kőzetváz ásványi összetételének hatása

$8\ 3/4''$ lyukátmérőnél homokkőre és mészkőre érvényes neutron-indikáció-porozitás összefüggések felhasználásával készült a 10. ábra. (Források: DRSZT típusú kétszatórnás... mérőberendezés, és Baszin, 1968). Ez a vizsgált kőzet tényleges porozitását mutatja a másik kőzetre érvényes összefüggésből meghatározott látszólagos porozitás függvényében. Alacsony porozitásoknál nincs eltérés, $0,15$ felett az eltérés egyre jelentősebb. A nagy porozitások tartományában $0,025$ – $0,03$ a porozitás-különbség.

Ez a megállapítás ellentmond a neutron-szelvényezés irodalmában közlteknek. Az ellentmondás okait nem ismerjük. Származhat ez a felhasznált két porozitás-összefüggés felvételének kissé eltérő körülményeiből, de a műszer

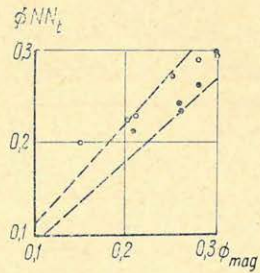
jellegzetessége is lehet (lásd 1.1 és 1.2.-t). Érdekes itt megjegyezni, hogy a NG-t mérő DRSZT műszernél már az indikáció-porozitás összefüggés is eltér a megszokottól a nagy hidrogéntartalmú szakaszon.



10. ábra. A kőzetváz ásványi összetételének hatása a neutron-porozitásra

Фиг. 10. Влияние минерального состава горных пород на пористость

Fig. 10. Einfluss der mineralischen Zusammensetzung des Gesteingerippes auf die NeutronenPorosität

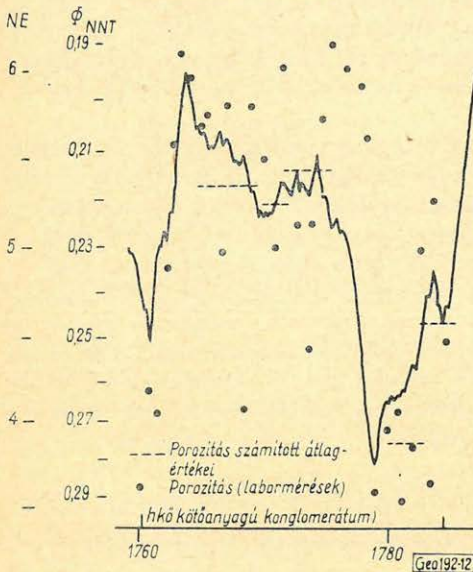


- Mérés előtti hitelesítésből
- $\phi_a = 0.4$ feltételű hitelesítésből
- $\pm 10\%$ -os hibásáv határa

11. ábra. NNT-szelvényekből meghatározott porozitások összehasonlítása a magokon mért értékekkel

Фиг. 11. Сопоставление величин пористости, определенных по кривым ННК-Т и измеренных на кернах

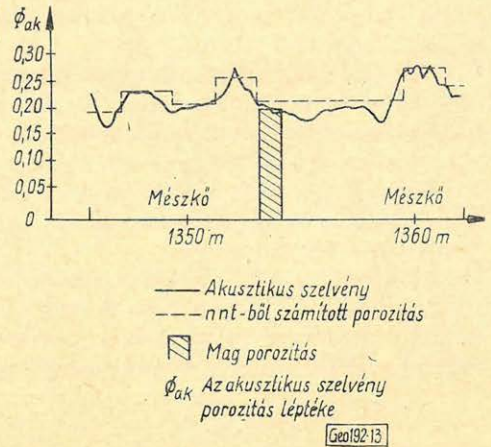
Fig. 11. Vergleich von Porositäten, bestimmt einerseits aus NNT-Profilen, andererseits aus Kernaussmessungen



12. ábra. NNT-szelvény összehasonlítása magokon mért porozitással

Фиг. 12. Сопоставление кривых ННК-Т с величинами пористости, определенными на кернах

Fig. 12. Vergleich eines NNT-Profiles mit Porositäten, die aus Kernaussmessungen bestimmt wurden



13. ábra. NNT- és akusztikus szelvényből meghatározott porozitások összehasonlítása

Фиг. 13. Сопоставление величин пористости, определенных по кривым ННК-Т и акустического каротажа

Fig. 13. Vergleich von Porositäten, die einerseits aus NNT-, andererseits aus akustischen-Profilen bestimmt wurden

4.3. Porozitás-meghatározások

A porozításmeghatározó módszerek pontosságának vizsgálatára a karotázis-gyakorlatban általában a számított és a magokon mért porozítások összehasonlítását alkalmazzák.

Az ellenőrzésre felhasznált magok főleg homokkövek, melyek nagy része agyaggal is szennyezett. Az agyagtartalom kőzetvizsgálatokból általában ismert volt.

Mérés után nem minden esetben végeztek hitelesítést, ezért a mérés előtti adat alapján végeztem a meghatározásokat Baszin és társai (1968) által mészkőre közölt indikáció-porozitás-függvényt és iszaplepeny korrekciót használva. Az agyagtartalom hatását a szokásos módon vettem figyelembe, a „mátrixhatást” a 10. ábra alapján korrigáltam. Az eredményeket a 11. ábra mutatja, (szondahossz $0,5 n$). Amint látható, a $0,2-0,3$ porozitás-tartományban a pontok $\pm 10\%$ -os hibásávba vannak. Két szelvénynél a hitelesítési érték durván hibás volt. A *NE*-t ezeknél a $0,4$ porozitásúnak feltételezett agyagréteg indikációja és a $0,4$ mészkő porozitáshoz tartozó *NE*-ben kifejezett kitérés alapján határoztam meg.

A 12. ábrán folyamatos magfúrással harántolt homokkő kötőanyagú finom konglomerátum kőzetmintákon mért porozitás értékei hasonlíthatók össze a *NNT* szelvényvel. A porozitás-skála (Q_{NNT}) a neutron-indikáció-porozitás összefüggés alapján készült, a szükséges korrekciókat figyelembe véve, a szelvény ezért közvetlenül porozitásszelvénynek tekinthető. A konglomerátum inhomogenitásai miatt nagyobb szakaszok átlag-porozitásai jellemzőbbek, mint az egyes mintamerések eredményei. Ezért az ábrán a labormérésekből számított átlagértékek is fel vannak tüntetve. A szelvény jól követi a porozitásváltozásokat és az $1778-1779 m$ közötti szakasz kivételével a mennyiségi egyezés is jó.

További ellenőrzési lehetőséget szolgáltatott egy mészkő-réteg akusztikus szelvénye (a porozitás-skálát K. Lehnert szerkesztette). A neutron-szelvény hitelesítése agyagréteg indikációjának felhasználásával történt (13. ábra).

Alekszejev és társai (1969) szerint a különböző neutronmódszerek és szondák (szovjet és amerikai) szelvényeiből végzett porozitás-meghatározás hibája a mérés és a befolyásoló tényezők meghatározásának hibái miatt a $0,1-0,25$ porozitás-intervallumban $\pm(8-22)\%$ közötti, *DRSZT* szondára ($0,4 m$ -es szondahossz) $\pm 13\%$. Ezt figyelembe véve $0,2$ feletti porozításoknál a bemutatott eredmények jónak mondhatók. A 11. ábrán a $0,15$ porozitású homokkő agyagos, az agyag mennyiségét azonban nem határozták meg. Emiatt a számított porozitás hibás, a ténylegesnél nagyobb.

A bemutatott eredményekből megállapítható még, hogy

– a „ $0,4$ porozitású agyag” segítségével történő közelítő *NE*-meghatározás helyesnek bizonyult, legalábbis a nagy porozítások tartományában. Ezzel a módszerrel tehát ellenőrizhető a hitelesítés;

– a homokkövek porozitására csak a 10. ábrán bemutatott mátrix-korrekcióval lehetett kielégítő pontosságú megoldást kapni. Ez alátámasztja a korrekció helyességét.

Végül meg kell jegyezni, hogy a porozitás-meghatározás bemutatott módja a legérzékenyebb a hitelesítés hibáira. A hitelesítési eljárás fejlesztése után a porozitás-meghatározás pontossága növelhető.

5. Gáztároló rétegek kimutatása

Két feladat megoldását vizsgáljuk:

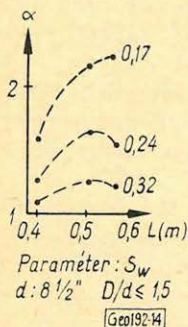
- gáztároló felső-pannóniai homokkövek kijelölése, ami eddig 0,6 m hosszú NG szonda szelvényből történt,
- felszínközeli gáztároló homokok kijelölése.

A felszínközeli gáztároló homokok kisebb gáztelepek vagy mélyebb rétegekből származó gáz másodlagos felhalmozódásai. Kimutatásukra száraz lyukban 0,8 m hosszú NG szondával végeztek szelvényezést.

Megállapítandó, hogy a NNT méréssel miként lehet ezeket a feladatokat megoldani.

5.1. Az optimális szondahossz megválasztása

A különböző hosszúságú szondák indikációit a réteg gáztartalma eltérően befolyásolja. Meghatározva az $\alpha = I_g/I_v$ tényezőket és azokat a szondahossz függvényében ábrázolva a gázra legérzékenyebb szonda kijelölhető; itt I_g a gáztároló, I_v a víztároló homokkő indikációja.



14. ábra. A gázkimutatáshoz optimális szondahossz meghatározása

Фиг. 14. Определение длины зонда, оптимальной для выявления газа

Fű. 14. Bestimmung der optimalen Sondenlänge für Gasnachweis

$8\frac{1}{2}''$ átmérőjű fúrás sekély elárasztású rétegeire vonatkozó eredményt mutat a 14. ábra. Az optimális szondahossz eszerint 0,5 m. A 0,55 m-es szonda 0,17 víztelítettségél kis érzékenység-növekedést mutat, a víztelítettség növekedésével azonban az érzékenység csökken. A tapasztalt összefüggés jellege egyezik azzal, amit a vizsgált víztelítettségeknél 0,4, 0,5 és 0,6 m-es szondákra vonatkozóan Guberman (1964) munkája alapján el nem árasztott gáztároló rétegekre fel lehet építeni.

$12\frac{1}{4}''$ átmérőjű fúrás vizsgálatának eredményei $D/d = 2$ elárasztásnál: 0,44 m-es szondára $\alpha = 1,47$; 0,5 m-es szondára $\alpha = 1,5$, tehát alig különbözik. A vizsgált réteg víztelítettsége 0,35-nál kisebb.

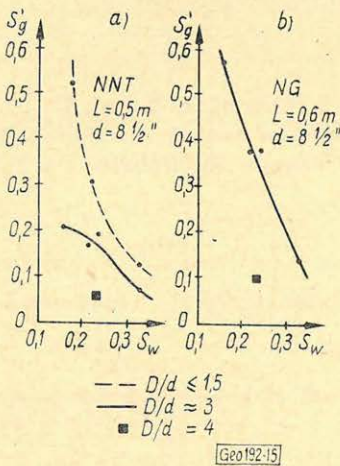
Felszínközeli gáztároló kimutatásánál a 0,6 és 0,65 m-es szonda egyforma érzékenységűnek mutatkozott. A réteg tulajdonságai és a kút konstrukciója: víztelítettség kb. 0,30 porozitás magas, lyukátmérő $12\frac{1}{4}''$, csőátmérő 9'', a cső mögött cement. A mérés üres lyukban történt.

5.2. A víztelítettség és az elárasztás változásának hatása, összehasonlítás a NG módszerrel

$8\frac{1}{2}''$ átmérőjű fúrások szelvényeinek feldolgozásából készült a 15. ábra; ez a víztelítettség függvényében mutatja a neutron-szelvényekből számított gáztelítettséget (S'_g). Ez látszólagos érték, a valódi gáztelítettség: $1 - S_w$.

Az (a) ábra a *NNT* eredményeit mutatja $0,5\text{ m}$ -es szondahossznál. Két tényező, az elárasztás és a víztelítettség változásának hatását tanulmányozhatjuk rajta.

Az elárasztás növekedésével a látszólagos gáztelítettség jelentősen csökken. $D = 4\text{ d}$ elárasztásnál a gáztartalom hatása már alig észlelhető. A víztelítettség növekedése is a látszólagos gáztelítettség csökkenését eredményezi. Kis elárasztásnál a csökkenés jelentős, az elárasztás növekedésével azonban relatíve kis víztelítettségek tartományában a telítettség-változásra érzéketlen. Ez a *DRSZT* típusú *NNT* szondák jellemzője.



15. ábra. Neutron szelvényekből (*NNT* és *NG*) számított látszólagos gáztelítettségek

Фиг. 15. Кажущиеся величины насыщенности газом, полученные по кривым *НГК* и *ННК-Т*

Fig. 15. Scheinbare Gassättigung, bestimmt einerseits aus *NNT*-, andererseits aus *NG*-Profilen

6. Összefoglalás

A vizsgált típusú szonda és az ezzel felvett *NNT* szelvények fontosabb tulajdonságai:

– 20 cm és ez alatti lyukátmérőknél a fúróiszap nem hat számottevően az indikációra, ha *NaCl* tartalma a 25 g/l -t nem haladja meg.

6. táblázat

d	S_w	D/d	Látszólagos gáztelítettségek ¹	
			S'_g	
			<i>NNT</i>	<i>NG</i>
12 1/4	0,35	2	0,41	0,32

Таблица 6.

Tab. 6. Scheinbare, ¹ Gassättigungen

¹ Кажущиеся величины насыщенности газом

– A forrásérősség és a regisztrált impulzusszám között ugyanazon porozitású rétegben a kapcsolat lineáris.

– A 0,5 m-es szonda szelvényének felbontóképessége a 0,6 m-es NG-hoz közelálló, vagy annál jobb, mind $8\frac{1}{2}$ " , mind $12\frac{1}{4}$ " átmérőjű fúrásban.

– A NNT szelvény porozitás-érékenysége a NG-nál különösen a nagy porozitások tartományában jelentősen nagyobb. A jól hitelesített szondával $8\frac{1}{2}$ " átmérőjű lyukban felvett szelvényről a porozitást a módszertől elvárható (általában $\pm 10\%$) pontossággal meg lehet határozni (legalábbis a 0,2-nél nagyobb porozitástartományban). Az iszaplepeny vastagsága miatti korrekció jelentős, ezért lyukátmérő-szelvényt is fel kell venni. A műszkőre érvényes összefüggésből meghatározott látszólagos porozitásokat a mátrix-hatásra korrigálni kell, ha ezek 0,15-nél nagyobbak.

– A hitelesítés összehasonlíthatóvá teszi a különböző erősségű forrásokkal felvett szelvényeket. Törekedni kell a fúróluknál végzett hitelesítésre. A mérés előtt és után végzett hitelesítés eredményéből számított NE relatív hibája $\pm 4-6\%$ -ot nem haladhatja meg. Mind a hitelesítésnél, mind a mérésnél a szondahosszat nagyon pontosan kell beállítani.

– Ha a szondát nem hitelesítették, a 0,4 porozitásúnak feltételezett agyagban mért kitérés alapján végezhető el a közelítő hitelesítés. Ez az eljárás egyben a hitelesítés durva hibáinak felderítésére is használható.

– A felső-pannóniai gáztároló homokkövek kijelölése a 0,5 m-es NNT szonda szelvényéből kísérrelhető meg, $8\frac{1}{2}$ "-os lyukátmérőnél. Azonban mind az elárasztás, mind a víztelítettség hatása nagyobb a NNT-ra, mint a NG-ra.

$12\frac{1}{4}$ "-os fúrásban legalábbis kis víztelítettségű rétegekben a 0,5 m-es NNT a NG-nál jobb eredményt ad.

– Másodlagos gázfelhalmozódások nyomozására a 0,6 vagy 0,65 m-es NNT szonda jól alkalmazható.

A legfontosabb további teendők:

– Erőfeszítéseket kell tenni a szonda instabilitása okainak felderítésére és kiküszöbölésére.

– Javítani kell a hitelesítési eljárást.

IRODALOM

- Alekszejev F. A. és társai: Szosztjojanije jagyerno-geofiziceszkijh metodov isszledovanyija szkvazsin, burjassihszja na nyefty i gaz. Trudi VNIIJAGG. Nyedra 1969.
- Bárány Tibor: A neutron-neutron módszerek alkalmazásának lehetősége a szénhidrogénkutatásban. Pályázati dolgozat, 1967.
- Baszsin Ja. N. és társai: Metodika koliceszhtvennoj ocenki porisztosztyi nyeftegazovih kollektorov po materialam NGK i NNK. Trudi VNIIJAGG. Nyedra 1968.
- Baszsin Ja. N. és társai: Iszpolzovanyie jagyerno-geofiziceszkijh isszledovanyij dlja izucsenyija gazovih mesztorozsgyenyij Trudi VNIIJAGG. Nyedra 1969.
- Baszsin Ja. N. és társai: Metodika opregyelenyija porisztosztyi karbonatnih plasztov po dannim nyejtronnovo karotazsa VNIIJAGG. Moszkva 1968.
- Feldman I. I. Zsel'tikov A. N. Voproszi iszpolzovanyija szerijnoj radiometriczeszkij apparaturi na szcintillacijonnih szcsotcsikah Razvedocsnaja Geofizika 10. Nyedra 1966.
- Feldman I. I. és társai: Szravnityelnie harakterisztiki nekotarih cilindriczeszkijh szcintillacijonnih detektorov medlennih nyejtronov Geofiziceszkaja Apparatura 40. Nyedra 1969.
- Guberman S. A. és társai: Modelirovanyie zadacsi opregyelenyija gazonaszissenosztyi terrigenih kollektorov nyejtronnimi metodami. Problemi jagyernoij geofiziki. Nyedra 1964.
- Keszthelyi Lajos: Szcintillációs számlálók. Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1964.
- Tittla C. W. és társai: Neutron Logging of Drill Holes: The neutron-neutron Method. Geophysics. Vol. XVI. 1951.
- Vegyehin. A. F. Detektori medlennih nyejtronov dlja szkvazsinnoj apparaturi radioaktivnovo karotazsa. Razvedocsnaja Geofizika 21. Nyedra 1967.

Lapszemle

A Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya Közleményei, 3. kötet, 1–3. számának cikkei:

Szádeczky – Kardoss Elemér: Bevezetés „A Föld anyag és energiahálózatának rendszere” c. ankéthez, 1–3. oldal.

Dezső Lóránt: A naptevékenységről 3–17. oldal.

A dolgozat ismerteti az elektromágneses sugárzások révén közvetlenül észlelhető naprétegekben (másszóval a napléggkörben) lejátszódó elektromágneses és korpuszkuláris kisugárzás-változásokat, az ezekkel kapcsolatos szoláris mágneses terek kialakulását és a főbb napléggöri mozgásokat, majd kitér a kutatások irányítására és támogatására életrehívott nemzetközi szervezetek működésére is.

Balázs Béla: Bolygóléggkörök, 18–26. oldal.

A referátum a teresztrikus bolygók (Merkur, Vénusz, Mars) és a Jupiter atmoszférájának legjellegzetesebb tulajdonságaival foglalkozik.

A. P. Vinogradov: A bolygók kémiaja, 27–39. oldal.

Kisvarsányi Géza: Az Apolló 11 holdexpedíció gyűjtötte kőzetek előzetes vizsgálata, 41–48. oldal.

Néhány érdekesebb eredmény:

1. a kőzetek vilkánikus eredetűek,
2. erózió van a Hold felszínén, de nem vízi eredetű,
3. meteorbecsapódás sok kőzetet részben megolvastott, részben metamorfizált,
4. a kőzetek kora K^{40}/Ar^{40} alapon $3 \cdot 10^9 - 4 \cdot 10^9$ év,
5. a kőzetek hasonlítanak a földi bazaltokhoz, de sokkal nagyobb *Fe*, *Ti* és *Zr* tartalommal.

Az alkáliák és illó elemek mennyisége kicsiny,

6. *12* radioaktív ásványfajta van a kőzetekben,
7. *U – Th* mennyisége hasonló a földi bazaltokéhoz, de a *K/U* arány sokkal kisebb,
8. a kőzetekben és porban nem volt szerves anyag vagy biológiai anyag.

A kőzetek magas kora arra utal, hogy a Hold felszíne kevésbé aktív, mint a Földé, valószínűleg idősebb a kőzetképződés, vulkanizmus.

Szemerédy Pál: Magnetoszféra, 49–60. oldal.

A magnetoszféra fogalmának, szerkezetének és a vele kapcsolatos jelenségeknek korszerű leírása.

Verő József: A magnetoszféra rövidperiódusú hidromágneses jelenségei, 61–70. oldal.

Az öblök, pi-típusú pulzációk és a velük kapcsolatos auróra-jelenségek keletkezésével kapcsolatos korszerű elképzelések összefoglalása.

Flórián Endre: A felső ionoszféra, 71–83. oldal. (Sajkó J. hozzászólásával).

Az ionoszféra fogalmának rövid fejlődéstörténete után a felső ionoszféra (*F* – régió) szerkezetét és a fenntartásánál szereplő folyamatokat ismerteti a cikk.

Bencze Pál: Az alsó ionoszféra fizikai folyamata, 85–101. oldal.

Az alsó ionoszférának általában a légkör 50–160 km-ig terjedő tartományát szokás nevezni. Ez mind anyagi összetétel, mind pedig a benne lejátszódó folyamatok szempontjából átmeneti helyet foglal el a légkör alacsonyabban fekvő tartományai (troposzféra, sztratoszféra) és a felső ionoszféra között. Eme átmeneti helyzetnek megfelelően az alsó ionoszférában lejátszódó jelenségek igen bonyolultak; a szerző célja azokról lehetőleg teljes képet adni.

Béll Béla: Energetikai és áramlási folyamatok a légkör középső rétegében, 103–119. oldal. (*Bucsy J.* hozzászólásával). A légkör ionoszféra alatti középső rétege: a mezoszféra és sztratoszféra, magában foglalja az atmoszféra tömegének közel $1/3$ -át. Belső energiájának, sűrűségének, kinetikai energiájának nagyságrendje – különösen az alsó, sűrűbb rétegekben – kétszázszáz teszi az extrateresztrikus hatások közvetlen érvényesülését. Valószínűleg ebben a rétegben

változik át a naptevékenységnek a légkörre gyakorolt közvetlen hatása a jelenségeket módosító, illetőleg a felhalmozott energia hirtelen átalakulását kiváltó trigger-effektusokká.

Tünczer Tibor: A Nap sugárzási áramának útja a légkörben, (Mesterséges holdak felhasználása stb.), 121 – 130. oldal. (*Berkes Z.* hozzászólásával).

A sugárzási adatok és megfontolások egyre jobban előtérbe kerülnek az időjárás analízisének. Itt a mesterséges holdak szolgáltatatta információk máris jól felhasználhatók a napi analízisek pontosabbá tételére is, nemcsak a kutatás céljaira.

Berkes Zoltán: Kozmikus hatások az alsóbb kéregkörben, 131 – 156. oldal. (*Németh T.* hozzászólásával).

Az időjárásban és az éghajlatingadozásokban felismerhető a kozmikus tényezők (naptevékenység, holdhatás stb.) jelentkezése. A cikk főként a 11 évi napfoltciklussal, a Nap ultraviola és korpuszkuláris sugárzásának légköri hatásaival, valamint a holdeffektussal foglalkozik.

Bacsó Nándor: A légkör legalsó rétegében lejátszódó időjárási jelenségek fizikai szemlélete stb., 159 – 167. oldal.

Az alsó 20 km vastag légréteg energiaviszonyainak vizsgálata, különös tekintettel a Magyar Medencére.

Kuraliné, Túri Edit: Megközelítés exponenciális függvényekkel, 169 – 172. oldal.

Nagy Lászlóné: Paleoklimatológiai kapcsolatok 173 – 179. oldal.

Pécsi Márton: A légköri és kozmikus hatások a felszíndomborzat kialakulásában, 181 – 194. oldal.

Martos Ferenc: Kőzetmozgások és áramlások bányászati műveletek hatására, 195 – 209. oldal.

Dank Viktor: Áramlási vizsgálatok szerepe a szénhidrogénkutatásban, 211 – 223. oldal.

Gyulay Zoltán: A szénhidrogénbányászat áramlástani vonatkozásai, 225 – 231. oldal.

Földvári Aladár: Üledékciklusok és oszcillogram, 233 – 237. oldal.

Szadeczky – Kardoss Elemér: A szilárd föld felszínközeli áramlásai, 239 – 257. oldal.

Az eddig ismert fontosabb földi ciklusok között 11 fajtát különböztethetünk meg 1 évtől 10⁹ évig terjedő periódushosszakkal. Az áramlási ciklusok genetikai áttekintését a következő dolgozat tartalmazza.

Szadeczky – Kardoss Elemér: A litofaciesek ciklusossága stb. 259 – 279. oldal.

A ciklusos üledékképződés típusait lényegében két fő csoportba osztják be: az endogén és exogén hatásokra keletkezőkre.

Szerző a különböző típusok és keletkezési folyamatok vizsgálata után leszögezi, hogy az endogén és exogén tényezők hatása a legtöbb esetben nem választható el, hanem azok kapcsolatban vannak egymással. A paleoklimatikus változásokkal kapcsolatban azonban a szerző megállapítja, hogy azok – speciális külső okok fellépése nélkül – lényegileg endogén hegyképződési okok hatására jönnek létre. A naptevékenységi ciklusok jelentkezése még 2,5 milliárd éves kőzetekben is, valamint az a legújabb megállapítás, hogy a jelenkori üledékképződés alapsajátságai mintegy 3 milliárd év óta lényegileg változatlanok, arra utal, hogy a földi exogén üledékképző fő forrásának – a Napnak – hatása és állapota legalább 2,5 – 3 milliárd év óta lényegileg változatlan. Következésképpen a földi paleoklimatológiai változások sem származhatnak kozmikus sugárzási hatások változásából.

Pantó Gábor: Harmadkori magmás ciklusok áramlási összefüggései a Pannon-medencében, 281 – 286. oldal.

Ádám Antal: Indukált áramok a Föld kérgében és felső köpenyében és az elektromos vezető-képesség meghatározása, 287 – 293. oldal.

A Nagycenk melletti Observatórium magnetotellurikus szondázási görbéinek tanulmányozása alapján kitűnik, hogy a kérgyen 1, a köpenyben 2 jölvezető réteg van jelen.

A Magyar Medencében több helyen végzett magnetotellurikus szondázás valószínűsítette a felső köpenyben a két jölvezető réteget, valamint a medencealjzat regionális anizotrópiáját is. A kéregbeli jölvezető réteg egyelőre csak Sopron környékén volt kimutatható. A felső köpenybeli jölvezető réteg mélységtartománya a Gutenberg-féle kis sebességű övvel esik egybe.

Bíró Péter: A Föld alakja az újabb kutatások tükrében, 295 – 300. oldal.

Varga Péter: A gravitációs tér árapály jellegű változásai, 311 – 315. oldal.

Beszámoló a tihanyi obszervatóriumban *GS-11* típusú Askania-graviméterrel 1967 június – december havában végzett gravitációs árapály-regisztrálások eredményeiről. Ezzel kapcsolatban a kérdés jelentőségének tárgyalása a földszerkezet megismerése szempontjából.

Stegena Lajos: A földkéreg és köpenyátalakulás a Magyar Medencében, 317 – 319. oldal.

Egyed László: Áramlások lehetőségei a földköpenyben geofizikai vizsgálatok alapján, 321 – 327. oldal.

A tömegátrendeződések lehetséges alakjainak áttekintése alapján szerző megállapítja, hogy az expanzió és a Föld belső fizikai paramétereinek figyelembevételével elképzelhető nagy áramlásos ciklusok létrejötte.

Mártonné, Szalay Emőke: A paleomágnesség földtani vonatkozásai, 329 – 332. oldal.

A bemutatott – Mecsekre vonatkozó – tektonikai és paleomágneses adatok egymást jól kiegészítik.

Barta György: A mágneses kutatások szerepe Földünk megismerésében, 333 – 342. oldal. (Bíró P. hozzászólásával).

A földmágneses erőter létezése, problémái, de különösen szekuláris változásai és ezek tanulmányozása jelentősen hozzájárulnak a Föld belső szerkezetének megismeréséhez. Következtetések vonhatók bizonyos nagyméretű tömegáthelyeződésekre, melyek a Föld belsejében, főként a magban végbemennek. A dolgozat áttekinti az ezirányú korszerű vizsgálatok eredményeit.

Le Minh Triet: A magnetohidrodinamika alkalmazásának lehetőségei a geofizikai alap-kutatásban, 343 – 344. oldal.

A Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 1960. szept. havi számának a geofizikusok számára érdekel bíró cikkei:

Mátrai Árpád: A magyar uránérc-bányászat rövid története, 577 – 581. old.

A dolgozat az iparág népgazdasági jelentőségének méltatása, a termelés fejlődésének változása mellett röviden kitér a földtani, geofizikai kutatások szerepére is.

(Tóth Géza)

MAGYAR GEOFIZIKA XI. ÉVF. 6. SZ.

Egyesületi hírek

A XV. Nemzetközi Szimpózium

Egyesületünk XV. Nemzetközi szimpóziuma 1970. október 5 – 9-e között Csehszlovákiában, Poprádon került megrendezésre. A korábbi megállapodásnak megfelelően a három rendezőpartner: a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Német Földtani Tudományok Társulatának Geofizikai Szakosztálya és a Brnói Alkalmazott Geofizikai Intézet volt. A közvetlen rendezés feladatát ez évben a Brnói Alkalmazott Geofizikai Intézet látta el. A környezet, az időjárás és a rendezés gondossága egyaránt hozzájárult ahhoz, hogy a szimpózium résztvevői – köztük a 100-nál több magyar kiküldött – kellemes és eredményes napokra emlékezhesenek vissza.

A szakmai előadások és különösen a konzultációk lehetőséget adtak a résztvevőknek, hogy kölcsönösen megismerjék egymás munkásságát, bár az elemző viták kialakulását megnehezítették a soknyelvűségből adódó tolmácsolási problémák.

Az elhangzott előadások különböző folyóiratokban kerülnek közlésre, ezért — előzetesként — a magyar részről elhangzott előadások rövid kivonatát az alábbiakban közöljük.

A magyar résztvevők nyolc előadást tartottak. Az ünnepélyes megnyitást követő plenáris ülésen *Ádám Oszkár* vázolta a magyar geofizika feladatait és fejlődésének várható irányát az elkövetkező évtizedre. Kifejtette, hogy a feladatokat az ásványi nyersanyag-szükséglet biztosítása határozza meg és hangsúlyozta, hogy ezek megoldása érdekében a geofizikusnak alkotó és invenciózus geológussá, a geológusnak geofizikussá kell válnia. Ugyancsak kiemelte a digitális technika döntő szerepét a várható fejlődésben.

Ádám Antal arról számolt be, hogy a magnetotellurikus mélyszondázások milyen adatokat szolgáltatottak a Magyar Medence triázmészke-alatti képződményeire vonatkozóan. Legfontosabb következtetése, hogy a triász-mészke (dolomit) alatt talált jólvezető réteg feltehetően grafitot tartalmaz.

Szulyovszky Imre (*Meskó Attilával* és *Rádlér Bélával* közös) előadásában az átlagnégyzetes hibakritérium alkalmazásával foglalkozott a szeizmikus digitális szűrők tervezésénél. *Szabadváry László* (*Lányi Jánossal*, *Szabó Margittal* és *Szalai Istvánnal* együtt készített) dolgozatában a több fizikai paramétert alkalmazó földtani értelmezés lehetőségeit taglalta. Az előadásban öt geofizikai módszer együttes alkalmazásának néhány tapasztalata került bemutatásra. *Lantos Miklós* (*Zimányi Istvánnal* együtt) az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemében készült modellező berendezést és az azzal végzett mérések eredményeit ismertette.

Markó László a hasadékos karbonátos tárolók karottázs-értelmezésével foglalkozó előadásában olyan módszert mutatott be, mely a hasadékos zónákat és az olaj-víz határt elsősorban szelvénykombinációk segítségével mutatja ki. Egyben kitért a digitális technika alkalmazási lehetőségeire is.

Andrássy László (*Baráth István* és *Drahos Dezső* közreműködésével készült dolgozatában) kétdetektoros neutron-neutron eljárást mutatott be homokos tárolók porozitásának meghatározására, foglalkozott a neutron-neutron szelvények interpretációs és korrekciós kérdéseivel és megvizsgálta a neutron-neutron szelvények más szelvényekkel való kombinálásának lehetőségeit.

Végül *Rádlér Béla* a szeizmikus vitaulésen tartott előadásában a szeizmikus adatok digitális feldolgozásával foglalkozott és összefoglaló képet adott a kérdés pillanatnyi állásáról, a megoldott és kitűzött problémákról, az alkalmazást nyert, vagy arra ajánlott módszerekről és felhívta a vita résztvevőit saját tapasztalataik és elgondolásaik kifejtésére.

Felhívjuk tagtársaink figyelmét, hogy a tisztújító Közgyűlés időpontja: 1971. jan. 26.

VADÁSZ ELEMÉR

1884–1970

Nemrég búcsúztunk el Egyed Lászlótól, a geofizika egyik vezéralakjától, s máris az a hír ért bennünket, hogy elhunyt *Dr. h. c. Dr. Vadász Elemér akadémikus*, a földtani és őslénytani tudományok kiemelkedő személyisége.

Mindnyájan ismerjük pályafutását, küzdelmeit és tudományos eredményeinek azt a tárházát, amelyet ránk hagyott. Mi geofizikusok is sokat merítettünk értékes gondolataiból, különösen Magyarország földtanának feltárása során elért eredményeiből. Tudományos és társadalmi rangjának, kitüntetéseinek felsorolása is hosszadalmas lenne. Mi magunk nemcsak a nagy tudóst tiszteltük benne, hanem a társadalmi haladás bátor harcosát és a bölcs, tudása javát örömezt átadó tanítót is, aki mindig korszerű szemléletével geológus-generációknak mutatott irányt.

Amikor ez év november 6-án örök nyugalomra helyezték, búcsút vettek tőle tisztelői, barátai, tudóstársai és tanítványai, de mégis köztünk maradt, nemcsak emlékében, hanem a tudományos könyvtárak és kutatók könyvespolcain, íróasztalán oly szép számmal fellelhető és annyit forgatott műveiben is.

(Lendvay Károly)

PAPP SIMON

1886 – 1970

1970. augusztus 7-én eltemették a magyar olajkutatás egyik úttörőjét, sokáig volt vezetőjét, Papp Simont, a kiváló olajgeológust.

Miután fiatal éveiben a legkülönbözőbb geológiai kutatómunkákban vett részt, szenet, ércet, ásványt, sót kutatott, 1920. után a kőolaj- és földgázkutatásnak szentelte egész tevékenységét. Hosszú ideig külföldön tevékenykedett, majd 1933-ban a hazai kőolaj- és földgázfeltárás irányítását vette át. Működése 1948-ban félbeszakadt, majd 1956-ban ismét folytatódott és Egyesületünk munkájában is részt vett. 1957-ben a Magyar Tudományos Akadémia az ásvány- és földtudományok doktora címmel tisztelte meg.

Emlékét kegyelettel megőrizzük.

(Tóth Géza)

TARTALOMJEGYZÉK

XI. évfolyam

<i>Rumpler János – Sághy György – Tóth János – Vándor Béla – Zsitvay Szilárd: Az analóg mágneses regisztrálású szeizmikus kutatás helyzete Magyarországon</i>	2
<i>Czegledi István: Digitális elektronikus számítógépek felhasználási feltételei és lehetőségei a mélyfúrási geofizikában</i>	14
<i>Erkel András: A potenciáltérkép elsődleges mélységtranszformációja ρ_∞-alázat esetén</i> ...	19
<i>Baranyi István: A geoelektromos térkivonásos módszer alkalmazhatóságának néhány kérdése</i>	28
<i>Szabó G. Levente: Kisaktivitású minták alfa-spektrometriája</i>	35
<i>Baranyi István – Elek István – Géresi Gyula: Komplex légigamma-spektrometriai és légi-mágneses mérések Magyarországon</i>	41
<i>Weber Béla: Hozzászólás Baranyi I., – Elek I., – Géresi Gy., dolgozatához</i>	52
<i>Hoffer Egon: Hozzászólás Baranyi I., – Elek I., – Géresi Gy., dolgozatához</i>	56
<i>Meskó Attila – Rádlér Béla: A szeizmikus adatok feldolgozásában alkalmazott digitális szűrők hatásosságának sztatikus vizsgálata</i>	59
<i>Kovács Ferenc: Graviméter állomások telepítésével kapcsolatos vizsgálatok a mintavétel-elmélet alapján</i>	66
<i>Lantos Miklós – Zimányi István: Geoelektromos kádmodellezés I. rész</i>	73
Egyesületi Hírek: (1–2. szám)	1, 40, 58
Könyvismertetés, lapszemle:	13, 81
<i>Meskó Attila – Rádlér Béla: A digitális szeizmikus adatfeldolgozás néhány általános problémája</i>	81
<i>Meskó Attila – Szulyovszky Imre – Véges István – Zelei András: Csonkító függvények alkalmazása az ideális felülvágó, alulvágó, sáváteresztő és sávágósűrők átviteli tulajdonságainak javításában</i>	86
<i>Meskó Attila – Szulyovszky Imre – Véges István – Zelei András: Ghost-paraméterek meghatározása</i>	99
<i>Meskó Attila – Szulyovszky Imre – Véges István – Zelei András: Egy- és kétsatornás Ghost-sűrők hatásosságának vizsgálata</i>	109
Dr. Egyed László (nekrológ 3. szám)	80
Lapszemle	98, 120
Tárczy – Hornoch Antal 70. éves (4–5. szám)	121
<i>Bencze Pál: A Magyar Geofizikusok Egyesülete soproni csoportjának a Geodéziai és Kartográfiai Egyesület soproni csoportjával közösen 1970. márc. 20-án rendezett ünnepi ülése</i>	122
<i>Bencze Pál: A Magyar Geofizikusok Egyesületének a KAPG Nemzeti Bizottságával közösen 1970. április 13–16 között rendezett szimpóziumai</i>	122
<i>Ádám Antal: A szocialista országok Tudományos Akadémiáinak együttműködése a planetáris geofizika területén. A KAPG szervezete és tevékenysége:</i>	123
<i>Vándorfi Róbert: Az alföldi szénhidrogénkutatásaink jelenlegi helyzete és feladatai.</i>	131
<i>Márhoffer József: Az alföldi mélyfúrási geofizika fejlődése és perspektívái</i>	139
<i>Pálffy József: Ásványi nyersanyagkutatás Észak-Magyarországon az elmúlt 10 évben ...</i>	146
<i>Varga Imre – Vándor Béla – Zsitvay Szilárd – Szanyi Béla: Szeizmikus mélyszerkezeti kutatások a Makó-i árok területén</i>	151
<i>Takács Ernő: Frekvenciaszondázás áramimpulzusok spektrumának felhasználásával</i>	157

<i>Szilágyi Endre</i> : A 0,8 m-es optimális laterolog alkalmazásának néhány kérdése felsőpannonia szénhidrogéntárolók vizsgálatánál	162
<i>B. Szabó László—Szlaboczký Pál</i> : Kavicsösszlet geoelektromos tulajdonságai	171
<i>Halász Péter</i> : Dinamikus és sztatikus korrekciók megengedhető hibái a közös mélységpontos módszernél	176
<i>Baranyi István—Géresi Gyula—Szabó János</i> : A Mecseki Ércbányászati Vállalat hozzájárulása az észak-magyarországi kutatásokhoz	193
<i>Csókás János</i> : A Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportjának 10 éve	197
<i>Somlyay Zoltán—Szabó János—Szirom Hugó—Tirkala Ferenc</i> : A földalatti karottázs kísérletek a magyar bányászatban	130, 138
<i>Vincze János</i> : Az <i>SDT—1</i> digitális terepi szeizmikus berendezés konstrukciós kérdései ...	145, 150
Lapszemle	156, 170, 200
Egyesületi Hírek (4—5. szám)	121, 196
<i>Ádám Antal</i> : A földi áramok kutatásának helyzete Magyarországon	201
<i>Bodoky Tamás</i> : A közös mélységpontos (<i>CDP</i>) rendszerek szűrőhatása és átviteli függvényeik	209
<i>Szilágyi Endre</i> : A <i>DRSZT—1</i> típusú szondával végzett neutron-neutron termikus szelvényezés interpretációs tapasztalatai	219
Lapszemle	234
Egyesületi Hírek (6. szám)	236
A XI. évfolyam 1—6. számainak összefoglaló tartalomjegyzéke	240

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Адам, А.</i> : Состояние работ по изучению земных токов в Венгрии	201
<i>Бодоки, Т.</i> : Фильтрационный эффект систем наблюдений по методу ОГТ их соответствующие частотные характеристики	209
<i>Силади, Э.</i> : Опыт интерпретации данных ННК-Т, получаемых с использованием зонда типа ДРСТ-1	219
Обзор журналов	234
Новости Общества венгерских геофизиков	236
Содержание г. 1970	240

INHALTSVERZEICHNIS

<i>A. Ádám</i> : Die Lage der Erforschung der Erdstürme in Ungarn	201
<i>T. Bodoky</i> : Filtereffekt der Systeme mit gemeinsamem Tiefpunkt und ihre Überföhrngsfunktionen	209
<i>E. Szilágyi</i> : Interpretationsföhrungen der mit Sonde des Typs DRSZT – 1 durchgeföhrten termischen Neutron-Neutron-Profilierungen	219
Rezensionen und Presseschau	234
Vereinsnachrichten	236
Inhaltverzeichnis: 1970.	240