

MAGYAR

# Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA  
BUDAPEST, 1973. XIV. ÉVFOLYAM, 2. SZÁM

**MAGYAR GEOFIZIKA**  
**a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata**

**XIV. évfolyam**

**2. szám**

*Szerkesztőség*

Magyar Geofizikusok Egyesülete  
1061 Budapest, Anker-köz 1.  
Telefon: 429-753

*Felelős szerkesztő*

**DR. SEBESTYÉN KÁROLY**

*Szerkesztő bizottság*

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

*Felelős kiadó*

**SIKLÓSI NORBERT**  
igazgató

**TARTALOMJEGYZÉK**

<i>Dank Viktor:</i> A magyar geofizika feladatai és perspektívái a szénhidrogén-kutatás tükrében .....	43
<i>Kardeván Péter:</i> Hozzájárulás az altalaj vizsgálatához a városi talajnyugtalanúság alapján .....	56
<i>Szabó János—Szabó László:</i> Kőzetmozgás tanulmányozása geofizikai módszerekkel a Mecseki Érebányákban .....	61
<i>Szilágyi Endre:</i> Gáz-folyadék-fázishatár változások kimutatása erősen szennyezett tárolókőzetekben többkomponensű neutron korrelációval .....	67
Lapszemle: .....	54, 80
Egyesületi hírek: .....	41

**Index: 26 507**

**MAGYAR GEOFIZIKA**

Felelős szerkesztő: Dr. Sebestyén Károly

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1906 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 221–293

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

**Terjeszti: MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE**

Megjelenik évente hatszor

Megrendelhető egész évre 60,— Ft előfizetési áron, mely összeg a MTESZ 232–90171–2494

csekk számlájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

73.822. Állami Nyomda, Budapest

## Kitüntetettjeink



BESE VILMOS

az

MGE elnöke.

Sok évtizedes eredményes munkássága elismerésül, nyugalomba vonulása alkalmából a Népköztársaság Elnöki Tanácsa a Munka Vörös Zászló Érdemrendjével tüntette ki.

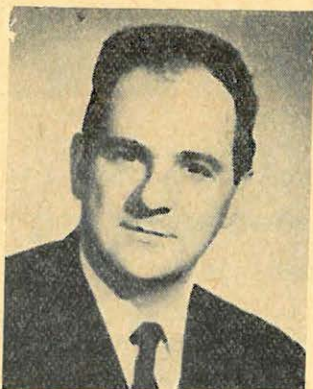


BARTA GYÖRGY

az

MGE Országos elnökségének tagja, az MTA lev. tagja, az ELTE Geofizikai Tanszék egyet. tanára.

„A Föld mágneses és gravitációs erőtereinek vizsgálatában elért eredményeiért” az Állami-díj II. fokozatával tüntették ki.



DANK VIKTOR

a MGE Országos Elnökségének tagja, a Műsz. tud. kandidátusa, az OKGT vezérigazgató-helyettese

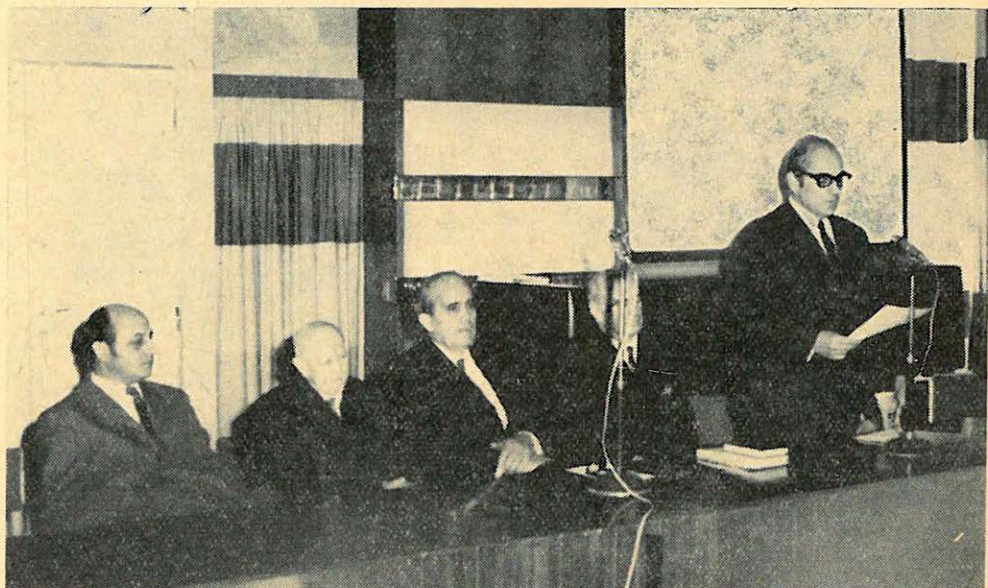


BÁN ÁKOS

a Műsz. tud. kandidátusa, az OKGT vezérigazgató-helyettese

„A hazai szénhidrogén-termelés tudományosan megalapozott továbbfejlesztéséért, jelentős kőolaj- és földgáz-készletek felkutatásáért és termelésbe állításáért” megosztva az Állami-díj II. fokozatával tüntették ki.

## Egyesületi Hírek



A Magyar Geofizikusok Egyesülete 1973. március 29-én az *OKGT Geofizikai Kutatási Üzem fennállásának 20. évfordulója alkalmából* nagy részvétellel előadói napot tartott a következő programmal:

*Dank Viktor:* Megnyitó (szövege megjelenik Lapunk jelen számában)

*Varga Imre:* A 20 éves geofizikai tevékenység geológus szemmel

*Molnár Károly – Rumpler János:* A szeizmikus módszertan fejlődésének tanulmányai

*Rádlér Béla – Sághy György – Vándor Béla:* A szeizmikus mérések feldolgozásának és kiértékelésének főbb szemléleti állomásai

*Meskó Attila – Véges István:* A korszerű feldolgozás és a rendszeres fejlesztési munka

*Kovács Ferenc:* Új utak a gravitációs felvételezésben és adatfeldolgozásban

*Nagy Zoltán – Lantos Miklós:* A geoelektromos módszerek szerepe a szénhidrogénkutatásban: múlt, jelen, jövő

*Nagy Sándor:* Zárószó

## A magyar geofizika feladatai és perspektívái a szénhidrogén-kutatás tükrében

DANKVIKTOR\*

Feltétlenül napirenden kell tartani és vizsgálni a kutatási kapacitás volumenének, az előkutatás és fúrásos kutatás arányának kérdését.

Célszerű meggyorsítani a hazai kutatási tevékenységet. A geofizikai szeizmikus csoportok számát 14–15-re, a fúrási évi teljesítményt pedig 340 000 m-re kell emelni a jelenlegi 11 csoport, ill. 220 000 összes métermennyiséggel szemben.

Korszerű újrafelmérés, korszerű fúrás és kútkiképzés a biztosítéka a tudományosan megalapozott fejlődésű földtani kutatási és termelési-művelési igények kielégítésének.

Érdemes és meg kell kutatni potenciális szénhidrogén-vagyonunknak ma még prognosztikus másik felét. Az ehhez szükséges pénzügyi eszközök és fejlesztési alapok rendelkezésre állása esetén az előkutatás fejlesztése az elsőrendű.

Fel kell készülnünk műszakilag, gazdaságilag, és szakszemélyzet szempontjából egyaránt arra, hogy a kölcsönös előnyök bázisán kötött szerződések keretein belül kiterjesszük tevékenységünket kőolajban gazdag országok területén végzendő különböző típusú kőolajipari munkák megfelelő feltételek melletti elvégzésére.

A hazai kutatások racionális aránya azonban ekkor sem borulhat fel. Előfordulhat ui., hogy egyes országok csak méréseket kérnek kiértékelés nélkül vagy azzal együtt, vagy csak fúrást stb.; számos variáció lehetséges. Ilyenkor az uthoni apparátusok rugalmas módosítása, átcsoportosítása, átmeneti leállítására révén kell a helyes arányt továbbra is fenntartani.

Автор подчеркивает необходимость уделения должного внимания вопросам о разведочной мощности, а также о соотношениях объемов поисковых и буроворазведочных работ.

Целесообразно ускорить разведочную деятельность в нашей стране. Количество сейсморазведочных геофизических партий необходимо повысить до 14–15, а годовую производительность буровых работ – до 350 000 м против существующего количества партий равного 11 и общей производительности буровых работ равной 220 000 м, соответственно.

Предпосылкой удовлетворения требований к научно обоснованному развитию геологоразведочных и производственно-эксплуатационных работ является проведение современной пересъемки, применение современных методов и средств бурения и подготовки скважин.

Стоит и необходимо изучить пока прогнозическую часть наших потенциальных нефтегазовых ресурсов. При наличии необходимых для этого денежных средств и фондов развития первоочередной задачей является развитие поисковых работ.

Следует приготовиться как технически и экономически, так и с точки зрения подготовки кадров, к проведению различных видов нефтепромышленных работ в рамках договоров, заключаемых на основе взаимных выгод, на территории стран, богатых нефтяными ресурсами.

Но за счет этого нельзя нарушить рациональную пропорцию разведочных работ в нашей стране. Некоторые страны могут, например, трбедения только буровых работ, или возможен ряд других вариантов. В таких случаях правильная пропорция должна быть сохранена путем эластичного изменения, перегруппировки, временного приостановления и т. д. собственного аппарата.

Man sollte die Fragen des Volumens der Erkundungskapazität, sowie die des Verhältnisses der Vorerkundung und Bohrerkundung unbedingt an der Tagesordnung behalten.

Die einheimische Erkundungstätigkeit sollte Beschleunigt werden. Die Anzahl der seismischen Messgruppen sollte auf 14–15, das Jahresvolumen der Bohrungen auf 350 000 m erhöht werden, gegenüber der jetzigen Anzahl der Gruppen (11), bzw. des Gesamtbohrvolumens (220 000).

Den wirtschaftlich begründeten Erkundung – und Produktionsansprüchen könnte man durch die Sicherung von moderner Bohrungstechnik und Bohrlochausbildung genüge leisten.

\* Elnöki megnyitó. Elhangzott a Magyar Geofizikusok Egyesülete által az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemének 20 éves fennállása alkalmából rendezett ünnepi előadó ülésén 1973. március 29-én.

*Es zeigt sich lohnend, der anderen sich jetzt noch in prognostischem Zustand befindenden Hälfte unseres potentiellen Kohlenwasserstoff — Schatzes nachzusehen und dies soll auch gemacht werden.*

*Wir müssen uns technisch, wirtschaftlich und in facharbeiterischer Hinsicht darauf vorbereiten, dass wir im Rahmen von auf Grundlage der gegenseitigen Vorteilen abgemachten Vorträge unsere Tätigkeit auf die Abwicklung von erdölindustriellen Arbeiten verschiedenen Typs ausbreiten können und zwar auf solche, die auf dem Gebiet von in ölreichen Ländern unter entsprechenden Bedingungen ausgeführt werden sollen.*

*Aber auch das rationale Verhältnis der einheimischen Erkundung muss erhalten bleiben. Es kann nämlich vorkommen, dass einige Länder nur auf Messungen Ansprüche erheben ohne Auswertung, oder mit jener zusammen, oder nur Bohrung usw.: viele Varianten können vorkommen. In solchen Fällen müssen wir durch eine elastische Umgruppierung, Modifizierung der einheimischen Apparaturen, eventuell durch eine vorübergehende Abstellung das richtige Verhältnis aufbewahren.*

A jubileumok, az ünnepi évfordulók idejét éljük. Sok intézmény, vállalat ünnepli most alapításának, fennállásának 20 — 25 esztendő évfordulóját. Nem véletlen ez a jelenség. A második világháború után halálós seibeiből épülő ország gyógyulásának, fejlődésének jelei-, következményeiként két-két és fél évtizeddel ezelőtt alakult számos olyan szervezet, mint a felszíni geofizikai kutatás, jelenlegi nevén az OKGT Geofizikai Kutatási Üzeme is.

Nehéz a nemrég megjelent kiadvány után ennek a 20 éves pályafutásnak történeti összefoglalásához még valamit hozzátenni. „A felszíni geofizikai kutatás 20 éve a kőolajiparban” címmel olyan lényegretörő sűrítést adtak az Üzem avatott tollú szakemberei ennek a két évtizednek, mely mindenki számára világos áttekintés forrása lehet ebben a tárgykörben.

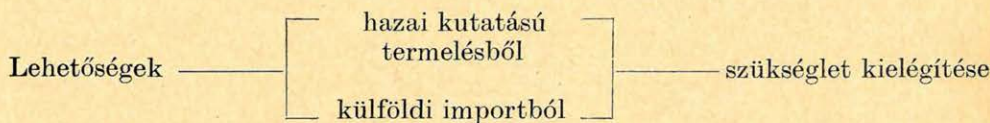
A Föld megismerésére vonatkozó törekvésünkben az utóbbi években jelentős segítséget adtak a geotudományok eredményei, a közvetett kutatásokra alkalmas „nagyműszerek” fejlődése, és a közvetlen vizsgálatokat lehetővé tevő mélyfúrási technológia terén tapasztalható előrehaladás. A gyakorlati célzatú alkalmazott földtani kutatások, így elsősorban a legnagyobb mélységek megismerését produkáló szénhidrogénkutatások és a tudományos-elméleti, földtani modell megalkotása között a kapcsolat ma már nyilvánvaló. A gazdasági eredmények ok-okozati összefüggéseinek vizsgálata végül is a földtani megismerés alapján levonható következtetések szintézisébe torkollik.

A magyarországi szénhidrogénkutatások sokoldalú vizsgálatának szükségességét azok az ugrásszerűen növekvő igények indokolják, amelyek nyomán a hazai energiamérleg mennyiségi, és belső szerkezeti arányai jelentősen megváltoztak.

Helyzetünket az alábbi vázlat szemlélteti:

Szénhidrogén-szükséglet  
(igények)

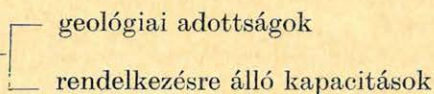
lehetőségek  
(források)

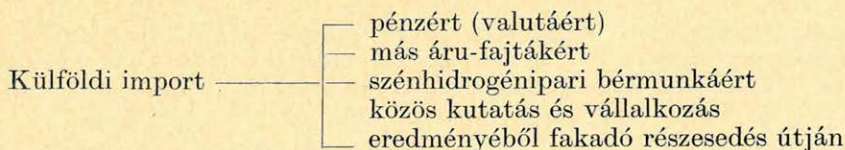


Hazai termelés feltétele:

eredményes kutatás

Hazai kutatás feltételei:





Széleskörű vizsgálat alapján megállapítást nyert, hogy a hazai szénhidrogének termelése jelenleg gazdaságosabb a világpiaci árakon történő beszerzésnél. Ismeretes azonban az is, hogy a hazai kőolajtermelés tervezett szinten tartása, a gáztermelés növelése új kutatások várható eredményeinek beszámítása esetén is szükségletünk csak egyre növekvő importtal elégíthető ki.

Két kérdéscsoporttal kell tehát foglalkoznunk:

A hazai szénhidrogénkutatások arányainak és irányainak meghatározása.

Ezt determinálja:

- a földtani helyzetkép,
- a kutatások eddigi eredményei,
- a még megkutatásra váró prognóziskészletek.

Az import szénhidrogének mennyiségének, növelésének kérdése:

- a szocialista import növelésének határai,
- a tőkés import (nagyköltségű és exporttal ellentételezése nehéz),
- hazai kőolajipari kapacitások kiterjesztése import szénhidrogének ellentételezésére.

Mindkét kérdéscsoport vizsgálata azt a szándékot feltételezi, melynek értelmében az energiaszükségletet ki kell elégíteni.

### *Földtani helyzetkép*

A földkéreg<sup>3</sup> egy darabjának tanulmányozása során adott esetben a hazai szénhidrogénkutatások nyomán mindig felmerül a környezethez viszonyított helyzet kérdése. Megemlíthetem, hogy a földtani nemzetközi irodalomban szereplő divatos „új globális tektonika” (Isacs et al., 1968. Le Pichon, 1968) gyökerei 60 évre nyúlnak vissza (Wegener A. 1912.) és érdekes, hogy fő érvei ellen éppen geofizikai teóriák (Holmes 1928) szóltak. E viták vezettek végül is a tengerfenék terjeszkedésének gondolatához (Hess 1961), majd a „lemeztektonikához” (Morgan 1968). A Föld általános tektonikai vizsgálatának „új elmélet” szerinti átértékelése igen jelentős elméleti és ehhez kapcsolódóan gyakorlati összefüggést tárt fel. De az is igaz, hogy néhány új publikáció csak a „lemeztektonikával” akar mindent megmagyarázni és kizár minden más értelmezési lehetőséget. Belousov (1968), Kent (1971) Bartlett (1971), Trümpy (1971), Martin (1971) és mások ellenvéleményt nyilvánítottak a kérdés egyoldalú megközelítésével szemben. A magunk részéről a geofizikai adatok és geológiai ismeretek sokoldalú kooperációját javasoljuk és alkalmazzuk. Jelentős ismeretanyagot kapunk a kéregvizsgálatoktól, azok összehasonlításából. A gravitációs, mágneses, mély-szeizmikus mérések alapján tudjuk, hogy a Pó-, Pannoniai-, É-Káspi medencék közös jellemzője a kéreg kivékonyodása, a gránitképződmények csökkenése vagy hiánya, a mélységi magmatizmus jól kimérhető mágneses anomáliái. (Mituch 1968, Szénás, Stegena 1967, Haáz, Szádeczky K. E. 1968). Ezt bizonyítják a csehszlovákiai (Beránek, Dudek 1972), a romániai,

(Ciocardel, Socolescu 1972) mérések is. A régebbi nagyszerkezeti szintézisek (Szentés 1948, Szalai 1957, Kertai 1957, Vadász 1960, Schmidt 1961, Horwitzky 1961, Dank – Fülöp – Csalagovits – Juhász – Szepesváry – Császár – Radócz 1967, Balogh – Kőrössy 1968, Szádeczky K. 1968, Wein Gy. 1969, Dank – Bodzay 1970, Szádeczky K. 1971.) a középhegységek csapásirányából, a prealpin övezetelrendeződéséből, a földmágneses anomáliákból, a paleo-mezozóos pászták lefutásából egyaránt DNy, ÉK irányok állapíthatók meg.

A Kárpát-medence aljzatát képező paleo-mezozóos övek a felsőkrétaig kompressziós zónában szenvedték el az Alpokkal közös földtörténeti sorsú, de lényegesen kisebb térrövidüléseket. Ezt alátámasztják azok a vizsgálatok, melyek az afrikai lemez északi irányú konzumáló terjeszkedését mutatták ki és ebből kiderült, hogy a Tethys egyre kisebb területre szorítókozó óceáni kéreg-rész, ez oltolódó tengelyű mezozóos üledékgyűjtő idején és az övezetek kialakulása során is. A szerkezet az alpi orogenezis ausztriai és szávai fázisai közötti időben folyamatosan alakult ki. A Pannóniai medence további fejlődésére vonatkozóan a földtani, geofizikai vizsgálatok megállapították a környezettől elütő különleges jelleget. Mélyszeizmikus és szeizmológiai vizsgálatok alapján ismeretes (Mituch E. 1968), hogy a Kárpát-medencében a kéreg jelentősen elvékonyodik és ez kiugró geotermikus anomáliával is párosul. A mérésekből az is megállapítható, hogy a Pannon-medence alatti kéregrészben a Belső és Külső Kárpátok közöttihez hasonló méretű diszlokációs rendszert nem találhatunk.

Az említett nagy szubdukciót egyébként a paleomágneses mérések értékelése (Ádám A. 1972.) a szeizmikával összhangban szintén jól jelzi. Ez a körülmény kizárja a medencén belüli nagyméretű szubdukciók jelenlétének lehetőségét, aminek „*utólagos*” anyaközet-mobilizáló hatása szempontjából volna jelentős elméleti lehetősége (Szádeczky Kardoss E. 1972.). Később a vastag fiatalabb medencetöltelék főleg a mio-pliocénben már nem a kompressziós hatásokra utal és a húzásos zónákban leülepedett több ezer (6–8000) m vastagságú üledékösszletekkel kitöltött medencealakulatok ÉÉNy–DDK-i csapásirányú süllyedékei irányban is eltérnek az ÉK–DNy-i pásztás, öves paleo-mezozóos és a ÉD-i ópaleozóos irányoktól. Hasonló jellegről tárgyalnak Auboin J., (1972) és a japán területek kutatói is (Takeshi Uzemura, Itsuo Shimokata, 1972), országuk jól feltárt vizsgálható területein.

Látható, hogy a földtani modell megalkotásánál, különösen a kéreg mélyebb részeire és az asztenoszférra vonatkozó megismeréseknél milyen döntő szerepük van a mélyszeizmikus mérések értelmezésének és ez mennyire kihat a gyakorlati célzatú szénhidrogénkutatások perspektíváinak megítélésére, de meg kell őszintén mindanunk, hogy pozitív és negatív irányban egyaránt. Alapvető feladat továbbra is a mélyebb kéreg közvetett vizsgálata, a fiatalabb lazább üledéktömeg és a medencealjzat reliefjének kimérésén túl az egyes összletek belső szerkezetére vonatkozó ismeretszerzés.

A kutatások eddigi eredményeit részletesen nem szükséges ezen a helyen ismertetnem. Tény az, hogy hazai termelésű szénhidrogénekből az elmúlt év során a szükségletnek több mint a felét fedeztük. Ez pedig a mintegy  $2M$  to olaj és  $4 G$   $m^3$  gáztermelést figyelembe véve máig terjedően a legnagyobb volumen. E tevékenységek során a jelenlegi számítások szerinti lehetséges szénhidrogénkészletnek nem egészen a felét találtuk meg.



A még megkutatásra váró prognóziskészletek ebből fakadóan a jelenleg ismert mennyiségeknél valamivel nagyobbak a mai számítások, a mai rendelkezésre álló adatok alapján. Lehetséges, hogy az üledékes összletek alaposabb megismerése, a komplex geológiai, geofizikai, geokémiai tanulmányozás során nyert tapasztalatok ezt megváltoztathatják. A szeizmikus vizsgálatok ezen a téren igen jelentős segítséget nyújtottak és adhatnak továbbra is a térfogatgenetikai módszerhez és a szerkezetanalógiás módszerhez egyaránt. Az előbbihez az üledéktömegek meghatározása, az utóbbihoz a kimutatott szerkezetek számbavétele a döntő. A szerkezet fogalmának finomítása során a lencsés településű, kis kiterjedésű, kiékelődéses, lapos stb. anomáliák kimutatásához természetesen egyre fejlettebb műszer- és eszközpark, valamint megfelelően képzett szakember-állomány szükséges. A szerkezeti indikációk zárómagassága, kiterjedése, eloszlásának egyenletessége, valószínű rétegtartalma a variációk nagy számát feltételezi. Ezt a folyamatosan korszerűsített geomodell perspektivikus területein tervezett munkával csökkenthetjük. A koncepció és a műszerek fejlődése szükségessé teszi ugyanazon terület többszöri újvizsgálatát és ez a módszer már eddig is jelentős eredményeket hozott a kutatásban és reméljük, hoz még a perspektivitás további jobb meghatározásában is a mélyfúrási adatokkal összhangban, szükség esetén kritikái átértékeléssel. Közben az üledékföldtani, tektonikai, fluidum-migrációs, geokémiai ismereteink fejlődése során nyert értékes információkat is be kell építeni a modellbe. Ez azt jelenti, hogy folyamatosan javuló műszerparkunkat folyamatosan javított kutatási koncepció alapján rugalmas irányítással kell a mindenkori legeredményesebbnek várható „kutatási zónák”-ban foglalkoztatni.

Ha ehhez a rugalmasan irányított és a modellhez viszonyított különbségeket azonnal érzékelő és azt értékelő módszerrel helyezzük el folyamatos fejlődési háttérrel biztosított fúróberendezéseinket, akkor igyekeztünk az optimális kutatási elvet megvalósítani. Törekvésünk egyik fő vonala kell legyen a jó modell, jó koncepció, jó műszerek, jó fúróberendezések, jól képzett szakembergárda mellett a jól szervezett egyértelmű vezetés megvalósítása. Ilyen módszerre törekedve érte el a hazai szénhidrogénkutatás eddigi legjobb eredményét az 1966 – 1970 időszakban. Ez nemcsak azt jelenti, hogy ekkor találtuk a legnagyobb kőolaj- és földgázkészleteket, de azt is jelenti, hogy az előkutatási tevékenységnek a sikeres periódus éveit előtti időszakban kellett igen intenzíven lennie. Hogy ez az időszak mekkora, arra szám adatot szándékosan nem közöltem, mert néha bizony a kiértékelők keze alól vettük ki a „ceruzás pauszot” és tűztünk ki rá fúrópontot, gyakran pedig menetközben meg kellett változtatnunk a mérési tervet, a vonalhálózatot, de a fúrási terveket, a fúrás-pontok helyeit is, koncentrálni a tárgyidőszak legperspektivikusabb, legsürgősebb, legfontosabb feladatra. Világosan kell azt is látnunk, hogy az elmúlt évek műszer-, eszköz-korszerűsítései nem azonnal jelentkeznek a gyakorlati sikerekben.

Engedjék meg, hogy a gondolatmenetet nem megszakítva, de kiemelve közöljem, hogy az utóbbi évek kutatásvolumen-csökkenési problémáival kapcsolatos panaszaink, jelzéseink meghallgatásra találtak és minden reményünk megvan arra, hogy meg is oldódjanak. A kutatási volumen csökkent az elmúlt 2 – 3 évben és ezzel természetesen együttjár a kőolajföldtani információk számának csökkenése is. A nagyobb mélységek, bonyolultabb földtani alakulatok megismerése korszerűbb, nagyobb felbontó- és lehetőleg képességű, tehát nagyobb igényű geofizikai eszközök használatát igényli. Ez fokozottan vonat-

kozok a geofizikánál több mint tízszeres anyagi ráfordításokat igénylő mélyfúrású tevékenységre is, melyről most nem kívánok részletesebben szólni. Van persze az azonos ráfordítás melletti csökkent tevékenység okai között tőlünk függő is, amiken feltétlenül és sürgősen változtatni kell (alaposabb, fegyelmezettebb, jobban szervezett munka, fokozottabb ellenőrzés, takarékosabb anyag-gazdálkodás.) de a döntő indokok a feladatok nehézségeinek fokozásával és az árváltozásokkal kapcsolatosak.

Örömmel közölhetem, hogy hamarosan a MT elé kerül megtárgyalásra a kutatási kapacitás fejlesztési igényéről szóló KFH, NIM javaslat, mely a költségkeretek és a fejlesztési alapok megemelését kéri kutatási tevékenységünk intenzifikálása, prognosztikus készleteink mielőbbi felkutatása érdekében. A kutatás meggyorsítása, fejlesztése elsősorban az előkutatási, felszíni geofizikai kapacitás növelését jelenti. Megfelelő számú mérőcsoport szükséges, hogy a fúróberendezésparkot ellássa a kijelölt mérési zónákban kimutatott, megszerkesztett, fúrásos kutatásra előkészített mélyföldtani szerkezetekkel. Ezért a jelenlegi 11 szeizmikus csoporton felül újabb 3 csoport munkábaállítását tervezzük. Ezeknek mérőműszereit tőkés importból kell beszerezni, mivel KGST vagy magyar gyártmányú digitális szeizmikus műszer beszerzésére nem számíthatunk. A rengéskeltés korszerűsítésére Vibroseis-berendezés vásárlását is beállítottuk. Ezeknek a korszerű és létszámnövelt berendezéseknek birtokában az ország újrafelmérése elengedhetetlen a fúrópontok jobb előkészítettségének, a költségek csökkentésének biztosítása érdekében. Célserű az egy szeizmikus csoport — két fúróberendezés-arányt kialakítani. Ez az arány látszik hosszú távon racionálisnak. Természetesen kisebb időszakaszokban várhatók ingadozások, változások. Ha egy-egy nagyobb előfordulást sikerül felfedeznünk, az eddigi tapasztalatok szerint az jelentős fúrású kapacitást köthet le, így a geofizikai csoportok előre dolgozhatnak. Ha a sok apró szerkezet nem tartalmaz ipari érdemességű szénhidrogéntelep, vagy nehéz a terület (mint most jelenleg a Dunántúlon), akkor a fúróberendezések hamar felderítik az előkészített szerkezeteket.

A felszíni geofizikai tevékenység kellő mennyiségű mérés alapján a prognosztikus készletek újraértékeléséhez is fontos adatokat szolgáltathat.

Ha nem kellő mennyiségű a geofizikai mérés, nem megfelelő a kapacitás, és az eszközök nem korszerűek, akkor hiába fejlesztenénk a kutatás fúrású szakágát, a kutatások ésszerű sorrendje felborulna.

Tény az, hogy a földtani koncepció hivatott kijelölni a geofizika feladatait, de figyelembe kell venni annak fejlettségét, hogy a célkitűzések racionálisak, megvalósíthatók legyenek.

A fúrás-földtani és geofizikai paraméterek értelmezése szoros együttműködést kíván a geotudományok képviselői között.

A legutóbbi évek korszerű mérései 1966–1972 között lehetőséget nyújtottak, a hajlított jellegű szerkezeti formák pontosabb kimutatása mellett a törésses anomáliák nagyobb kiterjedésű lencsék és kiékelődések regisztrálására is. A 2500–3000 m-es lehatolási mélységet helyenként már 6 km-re sikerült meg-növelni.

Megoldandó:

- a vastag paleogén alatti mezozoós felszín nyomonkövetése,
- a vastag miocén vulkáni összlet alól összefüggő és értelmezhető szintek szerkesztése,

- a flis regisztrálása és belső szerkezetének feltárása,
- a mezozoós összetétel egyes képződménycsoportjainak elkülönítése, ezen a helyen a paleozoós felszín kimutatása,
- igen vastag neogén alatti aljzat kimutatása,

### *Hazai problémák elemzése:*

Felmérni, hol állunk műszer-eszköz-fejlesztésben és mik a feladatok. Ennek alapján terepi műszereket, számítógépeket külföldről be kell szerezni és a mérési – feldolgozási – értelmezési tevékenységre kell koncentrálni a szakgárdát az első lépcsőben.

Egyidejűleg a hazai fejlesztést a korszerű terepi műszer kialakítására kell összpontosítani. Korszerű műszerek beszerzése a hazai fejlesztést is mindig hasznosan segítette a módszer-műszerkutatás-értelmezés területén.

Ha az eddigi teljesítményeket vizsgáljuk, hatalmas munkát, kiváló szakemberek egész seregének alkotó munkáját találjuk a szürke statisztikák mögött.

Adatok (1972. I. 1-ig)

#### *1. Teljesítmények.*

##### *Szeizmika*

Összes km: 41 135 km

Ebből refrakciós 5643 km

RNP 269 km

Hagyományos reflexiók 28 908 km

Korszerű reflexió  
(analóg digitális) 6345 km

##### *Gravitáció*

10 018 állomás pont mérés +

333 földmágneses állomás mérés

##### *Geoelektromos*

3346 tellurikus állomás pont

439 mélyszondázás (DE)

60 magnetotellurikus szondázás

43 magnetotellurikus állomás

##### *Létszám és káderállomány*

Létszámra vonatkozóan külön nyilvántartott adataink csak 1957-től vannak.

Összlétszám	Műszaki	Ebből egyetemet (+ főisk.) végzett	
1957	449	113	39
1960	620	142	67
1965	638	159	59
1971	1096	293	88 (+ 11)

*Kimutatott szerkezetek száma:*

Felszíni geofizikai mérésekkel kimutatott szerkezetek száma:

(1971. XII. 31-i állapot szerint) 317 db

Ebből mélyfúrással megkutatva:

<i>kőolajtároló</i>	29 db
<i>éghető gáztároló</i>	35 db
<i>CO<sub>2</sub> tároló</i>	6 db
<i>meddő</i>	60 db
<i>vizsgálat alatt</i>	58 db

*Az Üzem jelenlegi műszerállománya:*

1. Gravitáció 2 db graviméter (Worden, ill. Sharpe)
2. Geoelektromos A teljes mérési komplexumhoz szükséges műszerezettség.
3. Szeizmika 3 db DFS – III digitális műszer  
4 db francia gyártmányú analóg műszer  
4 db magyar gyártmányú analóg műszer

Engedjék meg, hogy elismerésem fejezzem ki valamennyi, a felsorolt tevékenységgel kapcsolatosan munkálkodó szakembernek, a vonal valamennyi sokrétű frontján fáradozó munkatársamnak. Sok álmatlan éjszaka, sok vita, idegesség, sikertelenség, sok kollektív összekovácslódás, sértődés és sikerélmény van ezen számok között, ami végső fokon azért a magyar szénhidrogénkutatások és ezek nyomán fakadó hazai termelés, főként gáztermelés-növekedésben nyilvánult meg.

Nem ígérheti senki, hogy a következő szakasza ennek a változatosságokban és nehézségekben bővelkedő munkának könnyebb lesz. Én mégis azt kérem, hogy változatlan lelkesedéssel és intenzitással haladjanak munkatársaim, geofizikusaink terveik megvalósításai útján és dinamikájuk ne haljon el a nehézségek, problémák által támasztott akadályokon.

A felszíni geofizikai kutatómódszerek és komplex kutatások perspektívái mellett érdemes néhány szót szentelni a geofizika másik fontos ágának, a fúrólyukak geofizikai vizsgálatainak feladataira és perspektíváira is.

Reménybeli készleteink megbízható és gyors felkutatása, továbbá a megtalált készletek gazdaságos feltárása és leművelése azt követeli, hogy a fúrólyukak geofizikai vizsgálatait is korszerű szinten végezzük. Mélyfúrású geofizikusaink és mérnökeink az elmúlt két évtized folyamán, különösképpen a legutóbbi 5 évben igen hatékony komplex karottázs-elemző módszereket fejlesztettek ki a két legfontosabb szénhidrogéntároló közettípus paramétereinek karottázs-kiértékeléséhez. Nemzetközi viszonylatban is elismerést váltott ki a homokkőtárolók karottázs-paramétereinek olajbányászatunkban kidolgozott új elmélete és az elmélet segítségével létrehozott komplex kiértékelési módszere. Kutatóink a homokkőbe betelepült agyag hatásán kívül figyelembe vették a neogén homokköveinkre oly jellemző kőzetliszt- és finomhomokkomponensek hatásait és az ilyen általános ásványi összetételű és bonyolult szemcseméret-eloszlású homokkövekben is megbízható módszert dolgoztak ki a homokkövek effektív porozitásának és folyadékeltelítettségének kvantitatív meghatározásához. Kutatóink emellett sokat foglalkoztak a vegyes porozitású karbonáttárolók, a mészkövek és a dolomitok repedezett zónáinak kimutatásával és megbízható módszereket fejlesztettek ki ehhez.

A létrehozott eljárások segítségével igyekeznek külön meghatározni a fontos porozitáskomponenseket, így a repedések által képviselt porozitást, továbbá az oldott üregekből álló pórusteret. Módszereket fejlesztettek ki a kőolajtartalmú intervallumok kimutatására a karbonátok permeabilis zónáiban. Mélyfúrási geofizikusaink még sokat tehetnek a kvantitatív karottázs-módszerek pontosságának fokozására, figyelembe véve olyan tényezőket is, mint a homokkövekben nagy mennyiségben jelenlevő filloszilikátok specifikus hatásai, illetve a karbonátokban a dolomitosodás mértékének és a kalcit- valamint dolomit-kristályok textúrájának szerepe a karottázs-paraméterek kialakulásában.

Jó eredményeket értek el az új modern karottázs-szelvényezési eljárások kifejlesztése terén. A laterolog ellenállásszelvényezés és a radioaktív mérések ma már állandó komponenseit képezik a fúrások szelvényezési programjainak. Egyre növekvő mértékben alkalmazzuk az akusztikus szelvényezéseket is. Fokozott figyelmet kell fordítani az akusztikus paraméterek széles skálájú mérésére, továbbá a gamma-gamma sűrűség-szelvényezés ipari szintű megvalósítására és elterjesztésére. Emellett meg kell honosítani a nagy energiájú gyors neutronok impulzus üzemű hatására alapozott neutron-élettartam-szelvényezést és át kell térni a radioaktív mérések terén az energiaszelektív mérésekre annak érdekében, hogy karottázs-módszereinket a fontos kémiai elemek szelektív kimutatására is alkalmassá tegyük.

Geológiai szerkezeteink felderítő kutatását lényegesen gazdaságosabbá fogja tenni a szelektív rétegdőlésmérések bevezetése. Ezt a feladatot is meg kell oldani a következő öt éven belül. Foglalkozni kell a nagynyomású zónák előrejelzésével, egyrészt a fúrási technológia biztonságának növelése, másrészt a potenciális szénhidrogénkészletek megbízhatóbb kimutatása érdekében.

Ahhoz, hogy a karottázs-szelvényekben rejő hatalmas információ-mennyiséget gyorsan közkinccsé tegyük a geotudomány alkalmazásához, biztosítani kell a karottázs-szelvények feldolgozásának és kiértékelésének gépesítését mind a kutatófúrások, mind a termelőfúrások számára.

Nem szabad megfélemlkezni a termelőkutak modern karottázs-szelvényes feldolgozásának és kiértékelésének gépesítéséről mind a kutatófúrások, mind a termelőfúrások számára.

Nem szabad megfélemlkezni a termelőkutak modern karottász vizsgálatának ipari szintű bevezetéséről sem. Enélkül új szénhidrogénmezőink leművelése ma már nem történhet gazdaságosan.

A mélyfúrási geofizika feladatainak és perspektíváinak e tömör és nem teljes körű vázolása egyértelműen azt mutatja, hogy mélyfúrási geofizikusainknak is szép feladataik vannak és gazdagon gyümölcsöztethetik alkotókészségüket.

Import szénhidrogének beszerzése mindenképpen szükséges és arányuk egyre inkább növekszik. Mai aspektusunkkal becslve 2000 körül évi 50 Mto kőolaj és 30 G m<sup>3</sup> gázigény feltételezhető. Ez az igény, ahogy eddig tapasztaltuk, várhatóan a növekedés irányában tolódhat el. Hazai tendenciánk az európai általánossal azonos és véleményem szerint annak megfelelően célszerű nekünk is cselekednünk. A Föld jelenleg legnagyobb kőolajimportőre Ny-Európa. Több mint 600 M t olajat importált az elmúlt évben a maga termelte 15 M mellé, ily módon a Föld országainak legnagyobb kapacitású finomítóit, feldolgozó üzemait is itt találjuk, mintegy 30%-át a világ-kapacitásnak. De az

angol, francia, holland, nyugatnémet, olasz cégek a világ minden táján megtalálhatók szárazföldi és vízi geofizikai és fúróberendezéseikkel egyaránt. Fejlett jipari országok kurrens iparcikkeket gyártanak, és pedig sokfélét, mégis gyakran közös vállalatokkal, specializált szervíz szolgáltatásokkal stb. keresik meg az olajravalót.

A KGST országok közül egyedül a Szovjetunió önellátó hosszú távon és egyelőre rövidebb távon Románia. Hatalmas ütemű és méretű olajipari fejlődéséhez azonban olyan ipari nagyhatalmakkal kell gazdasági, kereskedelmi kapcsolatba lépnie, melyek a kívánt méretű csövekkel, acélárukkal, armatúrákkal, berendezésekkel, műszerekkel stb. rendelkeznek. Az onnan származó és jelenlegi módon importált szénhidrogének mennyisége tehát korlátozott, ahogy mondani szokás a hazai termelésű és a szovjet import összegén felüli szükségleteinket „harmadik” országból kell előteremtünk.

Itt elérkeztünk végül is hosszú távú lehetőségeink mérlegeléséhez, tárgyilagossá értékeléséhez. Hogyan juthatunk hozzá a szükséges szénhidrogén-mennyiségekhez harmadik országból? Ezt a kérdést gazdaságilag már sokféle módon vizsgálták és elemezték. Valamennyi módszer – helyesen egyébként – a gazdaságosságot vizsgálta más beszerzési bázishoz, szénhez, villamosenergiához stb. viszonyítva. Az eredmény az volt, hogy célszerű ilyen jellegű tevékenységet itthon végezni, majd leszögezni a következő tény-igazságokat. Az országnak növekvő szükségletei következtében – a hazai termelés ennek megfelelő növelési lehetőségének hiányában – egyre több szénhidrogén-importra, elsősorban kőolajimportra van szüksége. Az import a Szovjetunióból távlatilag nem biztosítja teljes egészében a Szovjetunióból igényelt volumeneket. Indokolt tehát más forrásokat keresni. Honnan? A Föld készletének jelentős hányada (70%) Közél-Keleten van. Első helyen Szaudi-Arábia áll (17,5 Gt), majd a Szovjetunió (11 Gt), Irán (9,5 Gt), Kuwait (9,2 Gt), Irak (4,3 Gt), Líbia (3,8 Gt) a sorrend. Az USA-t (5 Gt), Venezuelát (1,8 Gt) távolságuk miatt itt nem említjük ebből a szempontból számbaveendőnek. A Föld ma ismertnek nyilvántartott kőolajkészlete kerekén 83 Gt. A magyar népgazdaságnak fejlett kőolajipara van, tehát tudunk a kutatás és termelés területén kőolajipari tevékenységet végezni kőolajszállítás ellenében. Itt mindjárt az alábbi kérdéscsoport vetődik fel:

- hol végezzünk ilyen jellegű munkát,
- milyen formában (bérmunka, koncesszió, közös vállalkozás),
- milyen kapacitással végezzük ezt a tevékenységet,
- várhatóan milyen haszonnal ját majd ez a munka,
- milyen elszámolási rendszerben valósítható meg a kapcsolat.

Fentiekre nyilván az a válasz, hogy olajgazdag országban kell ezt a tevékenységet folytatni, olyan országban, melynek társadalmi-politikai fejlődése a mi felfogásunk értelmében megérdemli a támogatást, azaz haladó. Másrészt igényli tevékenységünket. A geológiai és politikai feltételek tehát világosak, adottak.

Nem ilyen egyszerű a milyen formában? kérdésre a válasz. Hazánk szocialista ország, s mint ilyen nem törekszik a tőkés vállalkozókhoz hasonlóan „koncesszióra”. De nem is törekedhet már másfajta berendezkedésű ország sem erre, mert a klasszikus értelemben vett koncesszió már nincs. (Államosítások!). De az ún. modern koncesszió, a részvétel, a közös vállalkozás esetén is a meg-

állapodások egyre rövidebb időre, néhány évre szólnak. Hosszú évtizedekre ma már nem vállalnak kötelezettséget a résztvevő partnerek. Az árucseré meg lehetőségen nehézkes. A kőolajipari bér munka indításnak jó. Lehet versenytárgyalásokat nyerni jó árajánlatokkal, lehet hírnevet, szakmai becsületet szerezni, de egy geofizikai szeizmikus csoport, vagy egy fúróberendezés csupán évi 70–80 ezer tonna kb. 1,5 M \$ értékű kőolajat tud ily módon kitermelni. A jövő útja mindenképpen olyan közös vállalkozás, mely a közös kockázatú kutatásból úgy biztosít tisztességes részesedést, hogy a terület szuverenitása és az ásványi-kincs nemzeti jellege nem csorbul, de a másik fél is biztosítva van járandóságáról.

*INOG – Elf – ERAP*  
koncessziós szerződés lényege

\* *M felfedezett ipari készlet*

50%	50%		
Nemzeti tartalék	Felosztható		
Inog – tulajdon	51%	49%	
	INOG	ERAP	
	Értékesítését az ERAP-nak kell vállalni!	25%	75%
		Szabad-rendelkezésű (6,125%)	Adóval + 12,5% royalty-val terhelve (18,370%)

Mielőtt a kapacitás kérdésére megkísérelnénk a választ megadni el kell fogadnunk a sokféle gazdasági számítással, kalkulációval ellentétben, hogy a hazai kutatás perspektíváját, volumenét tekintve *nem* mérhető a szénhidrogénekben leggazdagabb közel-keleti területekhez.

A kutatási kapacitás optimális, de legalábbis szükséges volumenének felmérése nem egyszerű feladat. A vélemények két véglet között oszlanak meg: itthon már nem érdemes pénzt áldozni a szénhidrogénkutatásra, illetve a kerül, amibe kerül elv alapján „szitává kell fűrni” az ország területét. Természetesen mindkét véglet helytelen. De ha az optimumot a hazai prognózishoz igazítva meg is közelítjük, hogyan kompenzáljuk ki a pulzáló, fluktuáló igényeket? Leegyszerűsítve a dolgot: meg kell teremteni annak műszaki-gazdasági feltételeit, hogyha *igény van* ilyen jellegű, mondjuk előkutatási, geofizikai munkára, akkor a kimenő csoport vagy csoportok ne „hiányozzanak” itthon és, ha a munkát elvégezve hazatérnek, ne „létszámfelettieknek” minősüljenek. Egy szeizmikus csoportra két fúróberendezést szokás számítani. Ha az optimális arány felborul, mert a megrendelő csak mérést kíván, fúrást nem, vagy fordítva, erre is meg kell találni az elszámolási, a gazdálkodási formákat, mint ahogy számtalan szervíz vállalat megtalálta már. Kapcsolódik ehhez a gondolatmenethez a *mikor?* kérdése is. Mikor menjünk? A válasz, *amikor igény van, amikor kereslet van* az illető országok részéről. Az nem lehet koncepció, hogy ne menjünk egyáltalán külföldre, intenzifikáljuk itthon a kutatást, majd ha elfogynak a

lehetőségek, elértünk egy általunk gazdasági limesnek tartott értéket, akkor kezdünk szétnézni valami után. Úgy gondolom a válasz erre egyértelmű: nem.

Elméletileg – feltéve, hogy kapacitásunkat meg akarjuk tartani – egyre több csoport, berendezés dolgozik majd külföldön a fokozatosság és a hazai megkutatottság előhaladása szem előtt tartásával. Ehhez azonban már ma tevékenykedni kell és felkészülni az esetleges fokozottabb igényekre mind műszakilag, káderpolitikailag, mind pedig gazdaságilag, pénzügyileg.

## Könyvszemle

### A Felszíni Geofizikai Kutatás 20 éve a Kőolajiparban

Szerkesztette: *Molnár Károly.*

Szerkesztő bizottság: *Rumpler János, Szemerédy Pálné, Varga Imre.*

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzem kiadványa. Sokszorosítás, 161 old., Ebben 59 részben szövegközti, részben külön mellékletként szereplő és színes ábra, három külön mellékletként szereplő színes térkép.

A kőolajipari geofizikai kutatás röviddel ezelőtt ünnepelte működésének 20 éves jubileumát; az ebből az alkalomból a Magyar Geofizikusok Egyesülete által rendezett ünnepi előadássorozatot Dank Viktor előadása vezette be, melynek szövegét lapunk jelen számában közöljük. Ugyancsak ő írt előszót az itt ismertetendő kiadványhoz is, méltatva ebben az esemény jelentőségét. Idézzük ebből a bevezetőből a következő sorokat: „Az 1952-ben alakult kőolajipari geofizika ma már olyan színvonalon áll, hogy jól állja az összehasonlítást a környező országokkal, sőt általános nemzetközi vonatkozásban az azonos rendeltetésű szervekkel, cégekkel. A MASZOLAJ szakvezetésével, néhány geofizikussal induló szervezet 20 évi távlatból igen küzdelmes, nehézségekkel tűzdelt de sikeres, eredményes múltra tekinthet vissza és további szép feladatok megoldása, táguló perspektíva előtt áll.”

A mű anyagának megírásában a fentebb felsorolt szerkesztőket a GKÜ szakembereinek egész sora segítette; nevük felsorolása a mű elején szerepel, de nincs megadva, hogy melyik részt ki írta. Bizonyára olyan erősen kollektív jellegű munkamegosztásról volt szó, hogy az egyes közreműködők teljesítménye alig elkülöníthető.

A mű tartalmával kapcsolatban rá kell mutatnunk arra, hogy – amint az a címben is szerepel – „felszíni” geofizikáról van szó és a mélyfúrásai geofizikai tevékenység nincs érintve.

Az előszót követő első fejezet rövid visszapillantást ad a 20 éves kutatótevékenységre és 5 oldalon vázolja a két évtized történetét, a fejlődés néhány jelentősebb állomását.

A soron következő fejezetek:

Hagyományos reflexiós mérések . . . . .	7 – 18 oldal
Analóg mágneses jelerőztetésű reflexiós mérések . . . . .	19 – 34 oldal
Digitális jelerőztetésű reflexiós mérések . . . . .	35 – 46 oldal
A szabályozható irányítottságú reflexiós mérések (RNP) . . . . .	47 – 51 oldal
Refrakciós mérések . . . . .	52 – 69 oldal
Kiegészítő geofizikai tevékenység . . . . .	70 – 80 oldal

Ezen a nagyfejezeten belül szó van a korrelációs adatok meghatározásáról, sebességhatározásról a szeizmikus kutatásban, modellmérésekről, a szeizmikus vonalakon és sekélyszekvenceteken végzett geoelektromos mérésekről és a kőzetfizikai vizsgálatokról.



A gravitációs mérések fejezetben (82 – 92 old.) tárgyalják a gravitációs módszer kiértékelési kérdéseit és a szűrési eljárásokat, ideértve a kétváltozós digitális szűrés alkalmazását a Bouguer anomáliatérképek átalakításában és értelmezésében.

A következő fejezet (93 – 108 old.) a geoelektromos méréseknek van szentelve az alábbi felosztás szerint:

A tellurikus módszerrel végzett kutatás, mélyszondázással kombinált mérések, a kombinált TE – DE-módszer alkalmazása, a magnetotellurikus módszer alkalmazása, a geoelektromos mérések felhasználásának adatai, a műszer- és mérés technika fejlődése, a mérési adatok feldolgozásának fejlődése, az értelmezési módszerek fejlesztése.

A következő fejezetek:

A különböző geofizikai módszerek együttes alkalmazása a szénhidrogénkutatásban . . . . .	109 – 113 oldal
A geofizikai mérések földtani eredményei . . . . .	114 – 120 oldal

Végül összefoglalják (mintegy 18 oldalon) a 20 éves tevékenység számszerű adatait, majd a szervezeti felépítést (139 – 143 oldal), továbbá a külföldi kapcsolatokról emlékeznek meg és a zárszóban köszönetet mondanak azoknak a társintézményeknek, melyek a munkát közreműködésükkel hatásosan segítették (Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszéke, Soproni Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszéke, a GAMMA Geofizikai Gyáregysége, valamint a Magyar Geofizikusok Egyesülete.)

Függeléként következik egy igen részletes jelentésjegyzék és a munkatársak irodalmi működésének felsorolása, majd a művet tartalomjegyzék zárja be. Itt szívesen láttunk volna még egy tárgyjegyzéket is a műben szereplő sokrétű, hatalmas anyagban való tájékoztatás előmozdítására.

Összefoglalóul leszögezzük, hogy a művet csak a legnagyobb dicsérettel emlegethetjük: mindenki élvezettel forgathatja, aki a magyar geofizika történetének ebben a nagy fejezetében tájékozódni óhajt és innen sok hasznos indítékot meríthet.

TG

# Hozzájárulás az altalaj vizsgálatához a városi talajnyugtalanság alapján

KARDEVÁN PÉTER\*

*A dolgozatban azt vizsgáljuk, hogyan lehet a városi talajnyugtalanság-regisztrátumokból kapott gyakoriság-görbék maximumai közül azokat kiválasztani, melyek rezonanciajelenség következtében alakultak ki.*

*В статье мы изучаем, как можно на основе записываний городских шумов возникшие в результате резонанса максимумы выбрать.*

*Die physikalische Bedeutung der Maxima wird näher untersucht, die auf den bei der Verkehrsunruhemessungen gewonnenen empirischen Periodenhäufigkeitskurven zu beobachten sind.*

*Es wird eine Methode gegeben, mit deren Hilfe diejenige Maxima, die wegen einer Resonanzerscheinung aufgetreten sind, selektiert werden können.*

## 1. Bevezetés

Az altalaj dinamikai tulajdonságait általában szeizmikus módszerekkel lehet eredményesen kutatni. Ennek a kutatási módszernek a segítségével megállapíthatjuk az altalaj egyes rétegeinek vastagságát, sűrűségét, az egyes rétegekben terjedő longitudinális és transzverzális hullámok terjedési sebességét. Ezeknek az adatoknak a felhasználásával levezethetjük az altalajban terjedő különböző rugalmas hullámtípusok és rezgések tulajdonságait, melyek egyben az altalajra jellemző dinamikai jellegzetességeket is magukba foglalják.

Az utóbbi másfél évtizedben azonban intenzív kutatás folyik azzal a céllal, hogy az altalaj dinamikai tulajdonságait a városi talajnyugtalanság segítségével határozassák meg. Ennek oka az, hogy a módszer a gyakorlatban igen egyszerűen és gyorsan kivitelezhető méréseket igényel csupán, és így lényegesen olcsóbb is.

Már régóta megfigyelt tény, hogy sok esetben egyes altalajok bizonyos periódusú rezgések amplitúdóját megnövelik. Ezeknek az ún. rezonancia-helyeknek a meghatározása a városi talajnyugtalanság alapján sokszor nehézségekbe ütközik. Alapvető probléma annak megállapítása, hogy a periódus-gyakoriság-görbéken megfigyelhető maximumok közül melyek azok, melyek a rétegezettség következtében fellépő rezonanciajelenség hatására alakulnak ki. A városi talajnyugtalanságban előforduló és gyakorlati szempontból érdekes periódusok hozzávetőlegesen az  $50-1$  Hz-es frekvencia tartományba esnek. Ezeknek a rezgéseknek a segítségével az altalaj legfelső  $20-30$  m-es összelete kutatható. Ha a felszínen ennél vastagabb homogénnek tekinthető réteg helyezkedik el, a fent említett frekvenciasávban nem várható rezonancia. A tapasztalat szerint azonban a talajjelmozdulás időbeli függvényének  $0$ -átmeneti intervallumaiból meghatározott periódus-gyakoriság görbék ebben az esetben is rendelkeznek maximumokkal. A dolgozatban megmutatjuk, hogy a talajjelmozdulás időbeli függvényének lokális szélsőértékei alapján meghatározott

\* MTA GGKI Bp., XI. Meredek u. 18.

gyakoriságeloszlások segítségével a várakozásnak megfelelő eredményeket kapunk és így lehetőség van azoknak a gyakoriságmaximumoknak a kiszűrésére, melyek nem a rezonanciajelenség következtében alakultak ki.

## 2. Konfidencia-intervallum számítása exponenciális eloszlás esetén

A korábbi vizsgálatok azt mutatták, hogy a városi talajnyugtalanosság-regisztrátumok kiértékelése során nyert, a talajelmozdulás időbeli függvényének lokális szélsőértékei alapján számított periódusok gyakoriság görbéi az exponenciális eloszlással bizonyos esetekben igen jól közelíthetők, míg a rezonanciahelyek megkeresésében alkalmazhatók az ún. redukált görbék [1], melyeket a gyakoriságértékek és az elméleti valószínűség értékek hányadosának kiszámításával kaphatunk. A statisztikus ingadozás következtében azonban a redukált görbék minden esetben rendelkeznek maximumokkal. Vizsgálataink pontosabbá tétele érdekében be kell vezetnünk egy konfidencia-paramétert, melynek segítségével megállapíthatjuk, hogy a gyakoriság-értékeknek az elméleti valószínűség-értékektől való eltérése csupán a statisztikus ingadozás következménye-e, vagy más fizikai okok is szerepet játszanak. Vizsgálatainkat két olyan területen regisztrált talajnyugtalanosság-felvételeken végeztük, ahol nem vártunk rezonanciát.

Mint ismeretes, annak valószínűségét, hogy  $N$  számú mérésorozatban egy bizonyos  $\tau_k$  esemény  $K$ -szor következék be, a Bernoulli-eloszlás adja meg. Annak valószínűségét, hogy egy ilyen mérésorozatból kapott  $K$  érték a

$$K - \beta \sigma < K < \bar{K} + \beta \sigma \quad (1)$$

intervallumba esik, ahol

$$\bar{K} = N p_k, \quad \sigma = \sqrt{N p_k (1 - p_k)}, \quad (2)$$

$p_k$  a  $\tau_k$  esemény bekövetkezési valószínűsége és

$\beta = 1, 2, 3, \dots$ , a

$$P_N(\beta) = E(\beta/\sqrt{2})$$

függvény adja meg [2], ahol

$$E(\beta/\sqrt{2}) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\beta/\sqrt{2}} e^{-z^2} dz.$$

A konfidencia-paraméter

$$\varepsilon(\beta) = 1 - E(\beta/\sqrt{2}).$$

A  $\beta = 2$  értéket választva,  $\varepsilon(2) = 0,04553$ .

Az adott megbízhatósági szinten azt állíthatjuk, hogy annak valószínűsége, hogy egy adott esetben olyan  $K$  értéket kapunk, mely az (1) becslésnek ellentmond,  $0,04553$ . Más szóval  $0,95447$  a valószínűsége annak, hogy egy konkrét esetben a kapott  $K$  gyakoriságérték az elméleti érték körüli  $2$ -szeres szóráson belül esik.

Ezzel a megbízhatósági-paraméter-értékkel vizsgáltunk meg két különböző területen kapott gyakoriságeloszlásokat.

Esetünkben a  $\tau_k$  események akkor következnek be, amikor valamely kimért  $t_k$  periódus érték a

$$((2k-1)^{\tau/2}, (2k+1)^{\tau/2}) \quad k = 1, 2, \dots, n$$

intervallumba esik. Ennek valószínűsége  $p_k$ , a következő: [3]

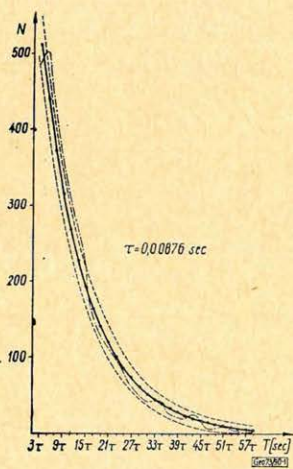
$$p_k = 2e^{-\alpha t_k^*} e^{\alpha \tau/2} \operatorname{sh}(\alpha \tau/2) \quad (3)$$

ahol  $\alpha$  az átlagperiódus reciproka.

$N$  értékét figyelembe véve, mely esetünkben az óbudai mérésnél 1872, a sashegyi mérésnél 2290 volt, (2) és (3) segítségével kiszámíthatjuk az elméleti darabszámokat, ill. a 2-szeres szórásnak megfelelő konfidencia-intervallumokat.

### 3. A mérési eredmények diszkussziója

Az 1. ábrán az óbudai mérések eredményeit láthatjuk. Az eredményvonallal a lokális szélsőértékek alapján számított periódusok gyakoriság értékeit kötöttük össze. A kihúzott vonal az elméleti valószínűség-eloszlás, míg a szaggatott vonalak a 0,04553 konfidencia-paraméterek értékének megfelelő sávot jelölik ki. A jelölések a 2. ábrán is ugyanezek.



1. ábra. Periódusgyakoriság-görbe és elméleti valószínűség-eloszlás lokális szélsőértékekből számított periódus alapján az óbudai talajnyugtalanág-mérésekre vonatkozólag. Eredmény vonal: gyakoriság-görbe; kihúzott vonal; elméleti valószínűség eloszlás; szaggatott vonalak a kétszeres szórásnak megfelelő konfidencia sávot jelölik ki.

Рис. 1. Кривая повторяемости периодов и теоретическое распределение вероятностей по периодам, вычисленным по локальным предельным величинам при изучении микросейсмв гор. Обуда.

Штрихпунктир — кривая повторяемости;  
Сплошная линия — теоретическое распределение вероятностей;  
Пунктирной линией выделена зона конфиденции, соответствующей двойному разбросу

Abb. 1. Periodenfrequenz-Kurve und theoretische Wahrscheinlichkeitsverteilung auf Grund von einer aus lokalen Extremen errechneten Periode für die Bodenunruhe-Messungen von Óbuda  
Strichpunktierte Linie: Frequenzkurve  
Ausgezogene Linie: theoretische Wahrscheinlichkeitsverteilung; Gestrichelte Linien: geben den der doppelten Streuung entsprechenden Konfidenzstreifen an

Az 1. ábrán láthatjuk, hogy az empirikus gyakoriság értékek a 0,13–0,51 sec intervallumban mindenütt a kétszeres szórásnak megfelelő sávban helyezkednek el. Tehát a gyakoriság értékek nem mondanak ellent annak a feltételzésnek, hogy a periódusok ebben a sávban exponenciális eloszlást követnek. Ugyanerre a következtetésre juthatunk a 2. ábrán látható eredmények vizsgálatakor is, melyek a sashegyi mérésorozatra vonatkoznak. Itt a 0,25–0,4 sec-os intervallumban a gyakoriság értékek ingadozásai statisztikus ingadozásoknak tekinthetők. Ez megfelel a várakozásnak, mert Sashegyen is oly vastag-

ságú homogén dolomit összlet található a mérési pont alatt, hogy a fenti periódus-tartományban nem várható a gyakoriság értékek rezonancia-jelenség következtében való lényeges eltérése az elméleti valószínűség értékektől. Itt

2. ábra. Periódusgyakoriság-görbe és elméleti valószínűség-eloszlás lokális szélsőértékekből számított periódusok alapján a sashegyi talajnyugtalanosság-mérésekre vonatkozólag. Jelölések azonosak az 1. ábra jelöléseivel

Рис. 2. Кривая повторяемости периодов и теоретическое распределение вероятностей по периодам, вычисленным по локальным предельным величинам при изучении микросейсм в районе Шашхедь. Условные обозначения аналогичны рис. 1.

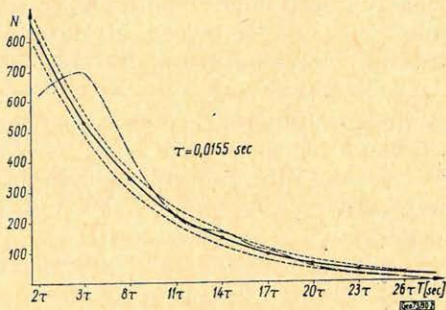
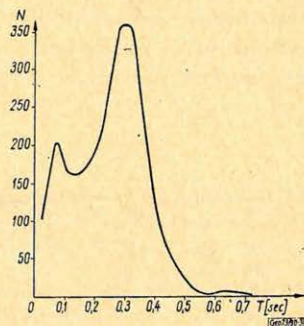


Abb. 2. Periodenfrequenzkurve und theoretische Wahrscheinlichkeitsverteilung auf Grund von aus lokalen Extremen errechneten Perioden für die Bodenunruhemessungen von Sashegy. Bezeichnungen wie bei Fig. 1.

3. ábra. Periódusgyakoriság-görbe 0-átmeneti intervallumból számított periódusértékek alapján a sashegyi talajnyugtalanosság-mérésekre vonatkozólag

Рис. 3. Кривая повторяемости периодов по величинам периодов, вычисленным по 0-переходным интервалам при изучении микросейсм в районе Шашхедь

Abb. 3. Periodenfrequenzkurve auf Grund von aus Zero-Durchgängen errechneten Periodenwerten für die Bodenunruhemessungen von Sashegy



természetesen szignifikáns eltéréseknek azokat tekintjük, melyek a 0,04553 konfidencia-paraméter-értékhez tartozó konfidencia intervallumon kívül esnek. A kis periódusok tartományában megfigyelhető szisztematikus eltéréseket a megfigyelési ponthoz közel eső pontforrások egyedi hatása okozhatja.

A sashegyi méréssorozatot kiértékeljük úgy is, hogy az empirikus gyakoriság-görbét oly periódus-értékek alapján határoztuk meg, melyeket a talaj-elmozdulás időbeli függvénye 0-átmeneti intervallumainak kétszereseként definiáltuk. Az így kapott gyakoriság görbe a 3. ábrán látható. Itt éppen abban a periódus-tartományban, ahol az előzőekben ismertetett gyakoriság-görbék a legjobban illeszkednek az elméleti eloszláshoz, éles maximumot találhatunk kb. 0,3 sec-nál.

Az elmondottak szerint ez a gyakoriság-maximum nem alakulhatott ki a rezonancia-jelenség következtében, egyszerűen a városi zaj domináns frekvenciáját jelenti az adott mérési helyen.

#### 4. Véggkövetkeztetések

A tapasztalat szerint az altalaj bizonyos periódusú rezgések amplitúdóját esetenként megnövelheti. Az, hogy mely periódusok amplitúdója növekszik meg és milyen mértékben, szoros összefüggésben van az altalaj legfelső réteg-

összletének rétegvastagságaival és az egyes rétegek szeizmikus keménységének egymáshoz való viszonyával. A hullámok természetétől függetlenül feltételezhetjük, hogy az amplitúdók növekedés-mértéke a réteghatárokon a felszínre visszaverődött energiamentiség nagyságának függvénye, mely a rétegek szeizmikus keménységeinek egymáshoz való viszonyától függ. A megnövekedett amplitúdójú rezgés periódusa a rétegvastagság függvénye. A városi talajnyugtalan-ság, mint természetes rezgésforrás lehetőséget ad az altalaj dinamikai tulajdonsá-gainak tanulmányozására. A városi talajnyugtalan-ság rezgéseinak periódusai a működő elemi pontforrások felszíni sűrűségétől függő viszonylag nem túlsá-gosan széles intervallumba esnek. Ez azt jelenti, hogy az altalaj dinamikai tulaj-donságait csak bizonyos  $H$  mélységig vizsgálhatjuk a városi talajnyugtalan-ság segítségével. Ha a felszínen  $H$ -nál vastagabb homogén réteg található, a vár-ható rezonanciahely kívül esik azon az intervallumon, melynek vizsgálatát a vá-rosi talajnyugtalan-ság lehetővé teszi. Ezekben a helyeken a lokális szélső-értékekből számított periódus-gyakoriság görbék exponenciális eloszlással közelíthetők. A gyakoriság értékek ingadozásai az elméleti érték körül statisztikus ingadozásnak tekinthetők ezekben az esetekben. Ez a tény teljes össz-hangban van az altalaj említett várható tulajdonságával és a zajforrás sajátossá-gával. A  $0$ -átmeneti intervallumokból számított gyakoriság görbék ilyen esetekben is mutatnak maximumot. Ez a gyakoriságmaximum a zajforrásra jellemző és nincs köze a vizsgálataink tárgyát képező rezonanciahelyekhez.

#### IRODALOM

- [1] *Kardeván, P.*: 1970. Az exponenciális eloszlás alkalmazása az altalaj rezonancia-frekvenciának megkeresésére. Magyar Geofizika XII. évf. 2–3. sz.
- [2] *Jánossy, L.*: 1968. Mérési eredmények kiértékelésének elmélete és gyakorlata. Akadémiai Kiadó.
- [3] *Kardeván, P.*: 1973. Az exponenciális valószínűség-eloszlás illesztése empirikus gyakoriság-görbékhez. Magyar Geofizika. (sajtó alatt).

## Kőzetmozgás tanulmányozása geofizikai módszerekkel a mecseki ércbányákban

SZABÓ JÁNOS – SZABÓ LÁSZLÓ

*A Mecseki Ércbányák Magyarország déli részén perm korú homokkövekben települnek. A homokkövek közép-és aprószemcsézettek, helyenként agyagpala csíkokkal. A különböző szemcsézettü homokkövek, lencsék, padok, rétegek formájában ritmikusan változnak.*

*A kőzetomlás alapvető okai a feszültségek, amelyeknek hatását a nyitott felület méretei, a homok-kölencsék méretei, a litoklázisok tektonikai egységnyi területre eső mennyisége befolyásolják.*

*A kőzetomlás elemi védekezés, módja a helyes fejtési és biztosítási rendszerek és módszerek kiválasztása.*

*Ez utóbbiban nyújtanak segítséget a geofizikai módszerek. Az elektromos- és sűrűség-karotázs a főteviszonyok előrejelzésében, azok területi kategorizálásában, az elektromos viszonyok változásának időbeli tanulmányozása az üregképződés folyamatának vizsgálatában nyújt segítséget. A vizsgálatok a hagyományos vizsgálati módszerekkel együttesen történnek, azokat kiegészítik.*

*Меческий Горный комбинат находится в южной части Венгрии и разрабатывает руды залегающие в пермских песчаниках. Песчаники аркозовые средне и мелкозернистые местами глинистыми слоями. Песчаники разной зернистости залегают в виде слоев, линз, прослоев и ритмично Меняются.*

*В рудниках комбината основной причиной отслоения являются напряжения. Появление породоразрушающих сил зависит от размеров линз, прослоев и разработки а также от частоты тектонических разрушений.*

*Против разрушения горных пород защищаются выбором системы разработки и крепления.*

*При выборе системы разработки большую помощь оказывают геофизические методы. В частности данные каротажа характеризуют ожидаемый над разработкой комплекс парод и условия и залегания а изучения изменения электрический свойств во времени дает возможность изучить геологию разрушительных процессов.*

*Геофизические исследования сделаются совместно с известными методами изучения горного давления и разрушения.*

*Die Mecsek Erzgruben sind in Perm-Sandsteinen in Südungarn angelegt worden. Die Sandsteine sind mittel- und klein-körnig, stellenweise mit Tonschiefer-Streifen. Die Sandsteine von verschiedener Korngröße kommen abwechselnd in Form von Linsen, Bänken und Schichten vor.*

*Die Grundursachen der Gesteinstürze sind Spannungen, deren Wirkung durch die Abmessungen der offenen Oberfläche, sowie der Sandsteinlinsen und die auf die tektonische Einheitsfläche fallende Quantität der Lühoklassen beeinflusst wird.*

*Die elementare Methode der Abwehr der Gesteinstürze besteht in der richtigen Auswahl der geeigneten Abbau- und Sicherungs-Systeme. Hier können die geophysikalischen Methoden eine nützliche Hilfe leisten. Die elektrische und Dichte-Bohrloch-messung erleichtert die Voraussage der Deck-schichtverhältnisse, sowie deren areale Kategorisierung, während die Untersuchung der zeitlichen Änderungen der elektrischen Verhältnisse liefert Anhaltspunkte für die Verfolgung der Hohraum-Bildung. Diese Untersuchungen werden mit den konventionellen Untersuchungsmethoden simultan angewandt und sind im Stande, diese zu ergänzen.*

A mecseki ércbányák Magyarország déli részén, a Mecsek hegységben, perm korú homokkövekben települnek.

A bányászat szempontjából elsőrendű fontosságú produktív öszlet, valamint a közvetlen fedő- és fekértég középszemű-finomszemű homokkövekből áll. A rétegöszletben a jól osztályozott homokkövektől az osztályozatlan és kavicsos homokkövegik sokféle változat található meg. Ásványos öszsetelete arkozás homokkő, túlnyomóan vörös-rózsaszínű földpátokkal (*I. táblázat*).

## A meeseki lelőhely rétegsora

200 – 400 m	Jakabhegyi vörös homokkő Főkonglomerátum	felső permii alluvialis ártéri üledékek
30 – 250 m	Fedő vöröskő homokkő	
= 130 m	Zöld (ércesedett) homokkő összlet	
150 – 300 m	Tarka homokkő összlet	
	Vörös-barna aleurolit	

Gyakorlati a mikrorétegeződésű aleurolitok, agyagsávok, és agyaglencsék. A szemszék kötőanyaga uralkodóan agyagos, hidrocsillámos, amihez változó mennyiségű karbonátos és kovás kötőanyag járul. A kovásodás a fekvő szürke homokkővében a legerősebb. A legtöbb karbonátos kötőanyagot a produktív (érces) összlet tartalmazza. A produktív összlet jellegzetessége a ritmikus változás. A különböző szemcsézetű homokkővek és a lencsés közbetelepülések újszerűen összefonódnak és ciklusosan váltakoznak. A produktív összletben az ércelencsék rendszertelenül helyezkednek el, vastagságuk néhány  $dm$ -től, néhány  $m$ -ig váltakozik. A művelés során az egymást fedő lencséket akkor művelik külön, ha a közkő vastagsága az  $1 m$ -t meghaladja. A különművelés lehetőségét sok esetben csökkenti, hogy az ércesedés „szintet vált”, azaz az egyik homokkőpadban megszűnik és átmenettel, vagy anélkül egy másik homokkőszintben jelenik meg. Ebben az esetben a homokkő-réteget, padot vagy lencsét a művelés metszi, ezáltal lényegesen csökkentve azok kohézióját.

Gyakori az olyan helyzet is, amikor a homokkővek kohézióját kisebb tektonikai mozgások, litoklázisok megjelenése csökkenti. Nagyobb kőzettömeg elválásának bekövetkezésére ott lehet számítani, ahol a bányatérség felett vagy mellett agyagcsíkok, litoklázisok, tektonikai repedések vannak.

A produktív rétegsor kőzeteinek nyomószilárdsága általában  $800 - 1200 \text{ kp/cm}^2$ . A finomszemű szürke homokkő nagyobb nyomószilárdságú ( $1400 - 2000 \text{ kp/cm}^2$ ), a finomabb szemű kovás kötőanyagú vörös homokkő nyomószilárdsága pedig  $900 - 1600 \text{ kp/cm}^2$  értékek között van, míg a közepes szemcsézettségű vörös homokkő szilárdsága a legkisebb,  $200 - 800 \text{ kp/cm}^2$ .

Nagyobb mélységben a bányaművelés hatásának kitett puha és közepes keménységű kőzetekben pszeudo-plasztikus deformáció, erős duzzadási jelenségek figyelhetők meg. Kemény homokkővekben, ahol a feszültségek erős koncentrációja mutatkozik, rugalmas deformációk lépnek fel.

A kőzetmozgás oka a bányatérségek kiképzése, amelynek hatására a kőzetben feszültség-átcsoportosulás következik be. Természetesen a kőzetek mechanikai tulajdonságain kívül a bányatérségek mérete is lényeges hatást gyakorol a kőzetmozgásra. Sajnos, éppen a nagyméretű bányatérségek, fejtések kiképzése következtében kezdődő kőzetmozgások hatása elméleti úton nem számítható ki.

A kőzetmozgások a gyakorlatban omlások, pillérmorzsolódások, főtészakadások formájában jelentkeznek. Az omlások, szakadások ellen a különböző biztosító-szerkezetek alkalmas megválasztásával és magának a fejtési rendszernek helyes kiválasztásával, valamint a technológiai fegyelem betartásával védekeznek.



A mecseki ércbányáknál alkalmazott keskeny homlokú kamrafejtések, keskeny és széles homlokú pásztafejtések, — legtöbbször egy szelettel — a kőzetviszonyoknak megfelelnek. E fejtések termelékenysége azonban sokszor nem volt kielégítő.

A teljesítmények növelésének szükségszerűsége, a telepődés miatt a bányászkodás mind nagyobb mélység felé való előrehaladása mindinkább előtérbe helyezte a kőzetmechanikai vizsgálatok szükségességét, valamint a kőzetmozgások elleni védekezést, elsősorban a kőzetmozgások előzetes észlelését.

A mélység felé haladva a geosztatikus nyomás növekszik. Sok kőzetmintából a kőzetfizikai paramétereket a Bányászati Kutató Intézet meghatározta. Így szintes vágatok esetén bizonyos közelítéssel a várható kőzetnyomás kiszámítható.

Mint már említettük, a szabálytalan alakú, nagy kiterjedésű bányatérsegek (fejtések) esetén azonban nem számítható ki a kőzetmozgások várható hatása. Ebből következik, hogy a biztosító-szerkezetek (legyen az mesterséges vagy visszahagyott természetes kőzetpillér) méretezésére szolgáló viszonylag sokféle számítási eljárást nem lehet a gyakorlatban megbízhatóan használni, mivel a változó kőzetmechanikai jellemzők ezt nem teszik lehetővé. Ennek oka egyrészt az, hogy a szilárdság, rugalmassági modulus, súrlódási együttható és egyéb kőzetfizikai paraméterek értékei nagy szóródást mutatnak, másrészt ezen paraméterek mérése „*in situ*” állapotban problematikus. A viszonylag rugalmas kőzetekben nagyobb mélység esetén (700 m mélységen túl) nagy főtéfelület (5000 m<sup>2</sup> felett) nyitása következtében a bányarengés veszélye is felléphet. Az eddigi tapasztalatok ugyan a bányarengés-veszélyt nem igazolták, de a nyitott főtében rövid idő alatt (néhány hét) fokozatosan erősödő tönkremenetel, majd szakadás tapasztalható. A bányászat szempontjából létfontosságú kérdés a főté-tönkremenetel, illetve az omlások kellő időben történő előzetes jelzése.

A Mecseki Ércbánya a Bányászati Kutató Intézettel közösen programot dolgoztak ki a kőzetmozgás tanulmányozására, mely a hagyományos vizsgálati eszközök alkalmazását tartalmazta. (Támnyomás-mérés, nyúlás-mérés, fejtésállapot vizsgálata stb.)

E program célja a fejtések hatására létrejövő kőzetmozgás regisztrálása, illetőleg tanulmányozása volt. Kiderült azonban, hogy a kőzetmozgás regisztrálása a változékony földtani körülmények között nem kellő hatékonyságú; szükséges a bányaterületek, térségek a korábbiakat meghaladó méretű szélességi kategorizálása is. Ugyancsak elégtelennek bizonyultak a hagyományos eszközökkel végzett vizsgálatok is. Sok esetben a mérőeszközök megközelíthetetlenül váltak, vagy megsemmisültek, bizonytalan volt az észlelési eredmények földtani viszonyokhoz való hozzárendelése — pontszerű információjuk miatt. Mindez arra vezetett, hogy egyéb, részben új vizsgálati módszerek lehetőségeit is tanulmányozni kell.

A műveletek előkészítése a bányákban, a fekéiben telepített vágatokból egymástól 12 m-re, legyezőszerűen mélyített, 30–70 m hosszú, 36 m átmérőjű fúrásokkal történik, 70–80%-ban magvétel nélkül. E fúrásokban elvégzett természetes gamma-karottázis-mérés alkalmas a produktív összlet határának és az ércesedés határának bejelölésére, azonban a kőzettömeg további felbontásához nem nyújt adatot. A litológiai bontást adott esetben és körülmények között a sűrűség-karottázis (*gamma-gamma*) és az elektromos karottázis teszi lehetővé. A sűrűség-karottázis adatai alapján kijelölhetők a tektonikailag

gyengült zónák, az agyagközbetelepülések, az elektromos karottázs adatai pedig a homokkő padok, a lencsék szelvénymenti vastagságának és szemcse-nagyság szerinti sorrendiségének elbírálását teszik lehetővé (2. táblázat).

2. táblázat – таблица – Tabelle

A produktív összlet elektromos tulajdonságainak változása

	Átlagos ellenállás Ohm. m	Vastagság m	Szórás
min.	174	1,55	34
max.	214	1,60	42
átlag	199	1,56	38

Az ellenállás-értékeknek a szemnagyság-változással való összefüggését az

$$Y = xb + c$$

függvény írja le, ahol

$Y$  = a látszólagos elektromos ellenállás átlagos értéke

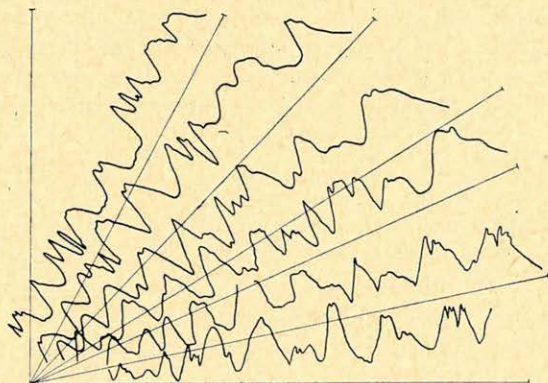
$x$  = az átlagos szemcseméret mm-ben

$b$  és  $c$  = az egyes területekre jellemző konstans értékek.

A sűrűség-karottázshoz szcintillációs érzékelő fejjel ellátott, 32 mm átmé-  
rőjű, 200 mm hosszúságú szondát használnak. Az izotóp ( $Cs_{135}$ ) a szondafejben  
helyezkedik el, intenzitása 1 millicurie. A mérési adatokat N-361-es típusú  
szovjet berendezéssel folyamatosan regisztrálják.

Az elektromos karottázst a mecseki ércbányáknál előállított berendezés-  
sel végzik. E berendezés generátorát a magyar gyártmányú ún. sekély karot-  
tázs-berendezésből vették át, az alkalmazott regisztrátor típusa itt is N-361.  
A felhasznált elektromos szonda kefe-, ill. szivacs-elektrodákkal van felszerelve.  
A szonda felbontóképessége 0,3 m. A regisztrálás a fúróluk teljes hosszában,  
folyamatosan történik.

A mérési eredmények mind a sűrűség-karottázs, mind az elektromos ka-  
rottázs esetében jól reprodukálhatók.

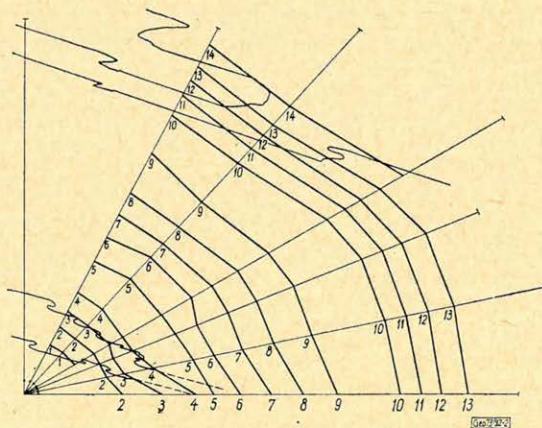


60051-1

A bemutatott ábrán (1. ábra) látható, hogy a legye-  
zőszerűen mélyített fúrások  
elektromos szelvényének dif-  
ferenciáltsága és formája a  
különböző dőlésszöggel mély-  
ített fúrásokban eltérő. Ez  
általában a találkozási szög  
változásának következmé-  
nye. Helyesebb tehát, ha  
az értelmezés során az egyes

1. ábra – пuc. 1. – Abb. 1.

szelvényeket rétegekre bontjuk, majd a nyert adatokat a fúrás tengelyére hordjuk fel. Ezután kerülhet sor az elektromos korrelációs szelvény szerkesztésére, amelynél természetesen ismét támaszkodni kell az eredeti szelvény nyújtotta lehetőségekre is. Egy, a leírt módon szerkesztett geoelektromos réteg-korrelációs szelvényt mutat be a 2. ábra.



2. ábra. — puc. 2. — Abb. 3.

Látható, hogy a rétegtanilag nyugodt, vagy a tektonikailag zavart területek a szelvényből kitűnnek. Az eredeti szelvények részletesebb elemzése lehetőséget ad az üledékfolytonosság megszakadásának kijelölésére is. A különböző szemcsézetű homokkövek ugyanis egymással ritmikusan váltakoznak. E ritmikus változás az elektromos szelvény megközelítő ismétlődésére vezet. Az ismétlődés hiánya vagy az értékek éles változása a szelvényben egyértelműen az üledékfelhalmozódás folytonosságának megszakadására utal, ami a művelés számára az agyagbeékelődésekhez hasonló veszélyt jelent.

A geoelektromos korrelációs szelvényt az ércesedés hasonló léptékű szelvényével egybevetve megállapítható az, hogy az ércesedés milyen homokkőszinthez kötődik, esetleg a homokkőszinteket metszi, vagy tektonikailag érintett területen települ. Ugyancsak megállapíthatók a főte várható viszonyai és előrejelezhető a biztosítás szükséges módja a tervezhető fejtési rendszer mellett.

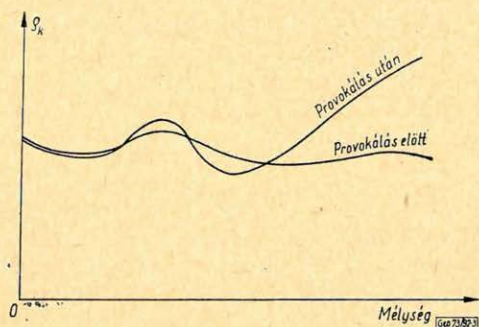
A vázolt módszerek általános elterjedése jelenleg folyamatban van. A folyamatos feltárást nyomonkövető kutatás azonban csak az előzetes értékelésre nyújt lehetőséget, mivel a konkrét bányaművelés ad majd végleges képet az előrejelzés helyességére.

A bányászat földtani körülményeinek előrejelzésével kapcsolatos munkálatokkal egyidejűleg folytatódnak a hagyományos módszerekkel végzett kőzetmozgási, valamint a geoelektromos megfigyelések is.

Korábban a geoelektromos ellenállás-mérések a bányatérség főtéjébe épített elektródák segítségével történtek. Sok esetben az elektródák szerepét a biztosítás céljából beépített főtecsavarok töltötték be. A mérések az üregkiszépzés követően kezdődtek. A méréseket a VEZ; DEZ sémáknak megfelelően végezték. Az időben egymást követő mérések görbéi egybevetéséről a kőzetmozgásra, annak mélységi alakulására vontunk le következtetéseket. A kisebb

„terítési távolságú”, méteres behatolási mélységű megfigyelések a kőzetmegváltás jelzésére (a kopogózást helyettesítő, vagy kiegészítő) alkalmas adatokat szolgáltatottak.

Újabb kísérleteztünk az üreg fölött 5–10 m-re mélyített fúrások elektromos szondázásával is. Ezeknek a vizsgálatoknak célja ugyanaz, mint az üreg főtéjében végzett megfigyeléseknek, azaz az üreg-felboltozódás időbeni alakulásáról, mélységéről kapunk felvilágosítást. Az előbbi módszerrel szemben e megfigyelési módnak előnyei és hátrányai is vannak. *Előnye*: a mérések nagyobb biztonsága, a mérési helyek megtarthatósága. *Hátrányai*: az egysíkú megfigyelés lehetősége, a mérések előkészítésének költségessége. Ezekben túlmenően e módszer csak olyan helyen alkalmazható, ahol megfelelő vágatrendszer áll rendelkezésre. Esetünkben a feltételek adva voltak. A lemélyített fúrások elektromos szondázásának feladata a főtéprovokálás hatásosságának és terjedésének megállapítása volt. A bemutatott ábrán a főtéprovokálás előtti nyugalmi elektromos szint (1,2) majd a provokálás utáni változás (3) látható, 15 m-es terítési hosszánál (3. ábra).



3. ábra – puc. 3. – Abb. 3.

Mindezen mérések adatainak elsődleges értelmezése és egyéb kőzetmechanikai vizsgálatok eredményeivel való egybevetése arra utal, hogy a bányászati művelés tervezése hasznos segítőtársra talál a bányászati geofizikában.

Kutatási eredményeinket megerősítik a környező országok tudományos intézeteinek tapasztalatai is, ezek hasonló jellegű vizsgálatokat nagy mennyiségben végeznek (a Szovjet Tud. Akadémia Institut Fiziki Zemli-je, a Berg-Akadémie, Freiberg, a Pribrámi Bányászati Kutató Központ). Természetesen ezeknek a vizsgálatoknak statisztikai jellegű igénye, a bányák ma még nagy mértékben ismeretlen körülményei a végső következtetések levonását nem teszik lehetővé. Azonban az első lépések eredményeinek felvázolását sem láttuk célszerűtlennek, ill. haszontalannak.

# Gáz-folyadék fázishatár-változások kimutatása erősen szennyezett tárolókőzetekben többkomponensű neutron korrelációval

SZILÁGYI ENDRE

*Pannóniai gáztelepek termelése, vagy a gáztestbe történő vízbesajtolás következtében előálló fázis-változások kimutatására erősen szennyezett tárolókban több neutron módszer szelvényeinek korrelációja eredményes lehet. A módszer alapja a különböző fajtájú és hosszúságú szondák eltérő porozitás- és gázérzékenysége. Alkalmazása különösen olyan esetekben javasolható, amikor béléscsővezés és az elárasztott zóna visszahúzódása után az eredeti, érintetlen telepállapotot tükröző neutron „alapszelvényt” nem készítettek.*

*Для выявления фазовых изменений, происходящих при эксплуатации паннонских газовых залежей или в связи с инъекцией воды в залежь, в сильно загрязненных месторождениях, корреляция кривых, получаемых различными вариантами нейтронного каротажа, может оказаться эффективной. В основе метода лежит различие в чувствительности зондов различных типов и длины к пористости и газам. Предлагаемый метод особенно успешно применяется в случае, когда после обсадки скважины и после отступа зоны обводнения не была записана „основная кривая” НК, отражающая ненарушенное состояние залежи.*

*Für die Darstellung der Produktion von pannonischen Gaslagerstätten, sowie für den Nachweis von infolge in den Gaskörper erfolgten Wasserinjektion entstehenden Phasenänderungen in stark verschmutzten Speicherräumen kann sich eine Korrelation von Profilen mehrerer Neutronen-Methoden als nützlich erweisen. Die Grundlage der Methode ist die voneinander abweichende Sensibilität der Sonden verschiedener Konstruktion und Länge. Die Anwendung des Verfahrens ist besonders dann anzuraten, wenn nach Rohrfütterung und nach dem Rückzug der verschwemmten Zone kein Neutron-„Grundprofil“ verfasst wurde, welches den ursprünglichen unveränderten Zustand der Lagerstätte wiedergeben könnte.*

Víznyomással működő földgáztelepekben a gáz-víz fázishatár a termelés folyamán változik. A víz utánáramlását heterogén tárolóban a permeabilitás-változások jelentősen befolyásolhatják, a rossz tárolótulajdonságú, rossz átteresztőképességű szakaszok lefűződhetnek.

Szénhidrogén-tárolók gázsapkájába termelési feladatok megoldása céljából is sajtolhatnak be vizet. Ennek mozgására is döntően hat a permeabilitási profil.

Mindkét folyamat közös jellemzője tehát, hogy a kezdetben gáztároló telepen (vagy telepszakaszban) gázt, vagy vizet tartalmazó intervallumok váltakozhatnak, vagy egyszerű esetben csupán a kezdeti fázishatár mozdul el.

Gáz-folyadék fázishatár vizsgálatokra neutron-karottázs módszerek alkalmasak. Ezek hatékonysága sok tényezőtől függ, főleg a közettani, telepfizikai tulajdonságoktól és a választott műszerek jellegzetességeitől. A legcélravezetőbb kiértékelési eljárást ezek ismeretében célszerű meghatározni.

A tanulmányban egy olyan módszer bevezetését javasoljuk, amely lehetővé teszi erősen agyagos-közetlisztes (aleuritos) felsőpannóniai homokkőzet jelentős részében a gáztartalom jelzését abban az esetben, amikor az elárasztott zóna visszahúzódása után a telep eredeti gáztároló állapotát jellemző „alapszelvényt” nem vettek fel béléscsővezett kútban. Plyn körülmények között

kellett a fázishatár-változást megállapítania hajdúszoboszlói gáztelepekben és kell a vízelőnyomulás folyamatos ellenőrzését végezni az algyői telepek gázsapkájában. Ezek a feladatok adják a kérdés vizsgálatának aktualitását. A tanulmány megállapításai hasznosak lehetnek a jövőben várható hasonló jellegű problémák megoldásánál és segítséget adhatnak az alapszelvényezés programjának összeállításához is.

A javaslat kidolgozásakor a rutin-mérésekre alkalmas radioaktív műszerállományból indultunk ki (*NGGK-62, DRSZT-1*) Megállapításaink szorosan véve csak a vizsgálattal egyező kútszerkezetre (lyukátmérő  $8\ 1/2''$ , bélésescső átmérő  $5\ 1/2''-7''$ , a bélésescső mögött cementpalást) érvényesíthetők, de nagyobb lyukátmérőnél és bélésescső átmérőnél is kielégítő eredménnyel igazolódtak.

### 1. A feladat bemutatása

A gázt és folyadékot tartalmazó kőzetek neutron-szelvényezéssel történő elválasztásának alapja – mint ez általánosan ismert – a folyadék és gáz hidrogén-indexének különbsége.

A neutron-szondákra elsősorban a vizsgált formáció hidrogéntartalma gyakorol hatást. Ha a tiszta (agyagmentes) homokkő csak vizet tárol, a szonda által észlelt neutron-porozitás ( $\Phi_n$ ) a kőzetváz porozitásával egyező

$$\Phi_N = \Phi,$$

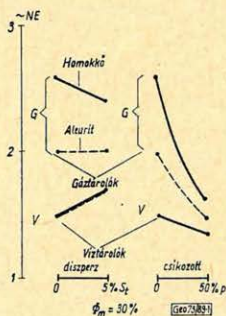
ha a mátrix hidrogénindexét nullának vesszük, a víz hidrogénindexe pedig a definícióból következően 1-el egyenlő. A gáztárolókban közelítőleg a

$$\Phi_N = \Phi S_w + \Phi S_g K_g$$

kifejezés érvényes, amelyben

$S_w$  és  $S_g$  a pórustér víz- és gáztelítettsége (%);  
 $K_g$  a gáz hidrogénindexe

A vizsgált tiszta homokkövekben a gáz- és folyadékfázis-elválasztás szempontjából a helyzet nagyon kedvező. A porozitás magas ( $\Phi = 25-35\%$ ), a gáztárolók maradék víztelítettsége alacsony.  $K_g$  értéke is kedvező. A vizsgálat alá vont algyői telepekben  $K_g \approx 0,22$ , a hajdúszoboszlóiakban  $K_g \approx 0,16$ . A folyadék- és gáztárolók neutron-porozitása tehát jelentősen eltérő, a gáztárolók egy neutron-szonda szelvényéből kijelölhetők.



Ismeretes azonban, hogy a pannóniai tárolókőzetek kifejlődése rendkívül változatos. A homokfrakció mellett a kőzetliszt jelentős, sok esetben uralkodó mennyiségű. Az agyagtartalom is elég magas lehet. A kőzetmodelleknél

1. ábra. Elagyagosodó víztároló és gáztároló homokkő és aleurit neutron indikációi

Рис. 1. Показания кривой НК против заглинизирующих водо- и газоносных песчаников и алевролитов

Abb. 1. Neutron-Indikationen von vertonenenden Wasser- und Gasspeichernden Sandstein und Aleurit

feltételezett „*díszperz*” és „*csikozott*” anyageloszlás helyett pedig a kifejlődés rendkívül változatos átmeneti formáival találkozhatunk. Erre az utóbbi években végzett kőzetvizsgálatok bőséges igazolást szolgáltatnak.

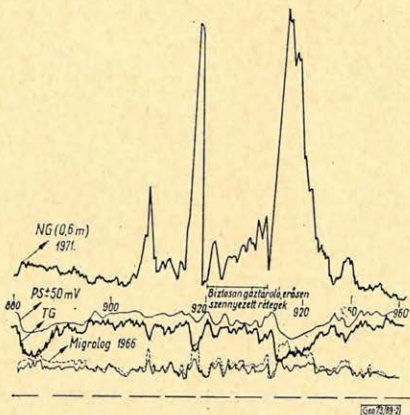
Milyen hatást gyakorol mindez a feladat megoldhatóságára? Ezt szemlélteti az 1. ábra, melyen egy egyszerű kőzetmodell felhasználásával végzett számítás alapján [1] algyői folyadék- és gáztárolóknak az  $L = 0,6$  m hosszúságú neutrongamma (NG) szonda szelvényén való megjelenését mutatjuk be csövezetlen fúrólyukban, nem elárasztott elagyagosodó homokkő és elagyagosodó aleurit rétegekre, a fenti két idealizált kifejlődési típusra. Könnyen belátható az ábrából, hogy a gáztárolók kimutathatósága egy neutron-szonda indikációi alapján a kőzetliszt és az agyag szennyezettség növekedésével egyre romlik és egy határ felett teljesen bizonytalanná válik, még akkor is, ha a rendelkezésre álló egyéb szelvények (PS, mikrológ, természetes gamma) segítségével a kifejlődés jellegét és a szennyezettség mértékét megkísérleljük megbecsülni.

Tovább bonyolítja a helyzetet a béléselőben végrehajtott mérésnél a cső és a cement hatása. Ez a különböző szondákra a porozitás függvényében a cementpalást excentricitásától és a szonda elhelyezkedésétől függően eltérő mértékű [2]. Mivel a valóságos esetek az ábrán feltüntetett idealizált képnél bonyolultabbak, a valóságos megoldási lehetőségek a bemutatottnaknál még kedvezőtlenebbek lehetnek.

2. ábra. Gáz-víz fázishatár vizsgálatára készített radioaktív szelvények és a csövezés előtt készített elektromos szelvények (Hajdúszoboszló)

Рис. 2. Кривые РК, записанные для изучения водогазового контакта и кривые электрического каротажа, полученные до обсадки скважины трубами (г. Хайдусобосло)

Abb. 2. Radioaktive Profile für die Untersuchung der Gas-Wasser-Phasengrenze, sowie die vor der Fütterung gewonnenen elektrischen Profile (Hajdusoboszló)



Hogyan jelentkeznek az eddig vázolt nehézségek a gyakorlatban? A 2. ábra hajdúszoboszlói kútban készített szelvényeket mutat. Az elektromos és természetes gamma szelvények a kőzetkifejlődés megítélésére szolgálnak. A 880–895 m közötti víztároló homokkő alsó szakasza jelentősen elagyagosodott. Ugyancsak nagyon bonyolult kifejlődésű a 920–934 m közötti összlet is. E szakasz felett és alatt tiszta gáztárolók vannak, melyek a neutron szelvényen könnyen felismerhetők. A köztük levő neutron indikációk viszont alig haladják meg a víztárolókra jellemző értékeket. Teleptani és áramlástani megfontolások alapján azonban biztosan kijelenthető, hogy ennek a bonyolult kifejlődésű összletnek a permeabilis szakaszai is gáztárolók.

## 2. A megoldási lehetőségek vizsgálata

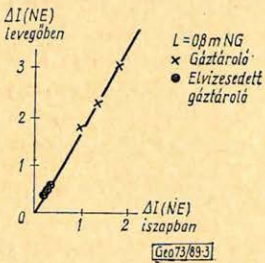
Az eddigiek röviden úgy foglalhatók össze, hogy a tiszta gáztárolóknak a folyadéktárolóktól való elkülönítése nem okoz nehézségeket. Nagyon bonyolult azonban ez a feladat az erősen kőzetlisztos, agyagos kőzetekben. Alapszelvény hiányában a kezdeti állapothoz való hasonlításra lehetőség nincs.

Ezért a következő megoldások jöhetnek számításba:

- Leürített kútban (azaz amikor a kútban iszap helyett levegő van) végzett szelvényezés;
- mennyiségi vizsgálatok;
- korrelációs vizsgálatok.

Az első módszert széles körben alkalmazták a pusztaföldvári és szanki másodlagos gázfelhalmozódások vizsgálatára, jó eredménnyel [3]. A kutak azonban 1000 m alatti mélységre általában nem üríthetők le, de 1000 m felett sem lehet ezt a lehetőséget általánosnak mondani.

Ha a mérést folyadékkal feltöltött kútban kell végezni, ez bizonyos információcsökkenéssel jár. A 3. ábra mutatja egy összehasonlító mérés eredményeit a hajdúszoboszlói területéről. Tiszta kőzetekből álló gáztároló összlet, jelenleg is gáztároló és vízzel elárasztott szakaszai indikációinak egy tiszta, eredetileg víztárolóhoz viszonyított eltéréseit ( $\Delta$ ) mutatja neutron egységekben ( $NE$ ).



3. ábra. Gáztárolók és elvizesedett gáztárolók neutron indikáció csökkenése a kút folyadékkal való feltöltésének hatására

Рис. 3. Уменьшение амплитуд кривых НЧ в газовых залежах и обводненных газовых залежах на воздействие заполнения скважины жидкостью

Abb. 3. Verminderung der Neutron-Indikation von Gasspeichern und verwässerten Gasspeichern durch den Einfluss der Auffüllung der Bohrung mit Flüssigkeit

A vízzel elárasztott szakaszok maradék gáztelítettsége kb. 15–30%. Az indikáció-csökkenés a folyadékkal feltöltött kútban a leürítetthez viszonyítva megközelítőleg 40%. Ez aránylag jelentős, de mint a későbbiekben bebizonyítjuk, az ismertett kútszerkezethnél nem teszi lehetetlenné a rossz kifejlődésű gáztárolók kijelölését.

A mennyiségi vizsgálatoknál a nyitott kútban felvett szelvényekből meg kellene határozni a kőzetlisztes, agyagos tárolók szénhidrogén-telítettségét, majd a csövezés után felvett-neutron szelvényből meg kellene állapítani az aktuális gáztelítettséget. Ismeretesek azonban az ilyen tárolók elektrokarot-tázs szelvényekből történő telítettség meghatározásának nehézségei. A neutron szelvények kvantitatív értelmezésének hazai készültségi fokára tekintettel is úgy gondoljuk, hogy ez a módszer a vizsgált tárolókban nem szolgáltat megbízható eredményeket.

Így tehát általános megoldásként korrelációs vizsgálatok jöhetnek számításba. Ilyen vizsgálatokat javasoltak a [4] irodalomban.

### 3. Korrelációs vizsgálatok

#### 3.1. Általános szempontok

Ezeknél a vizsgálatoknál két neutron-szonda indikációit hasonlítják össze. Kijelölik a víztárolókra jellemző  $I_{2v} = f(I_{1v})$  görbét és a vizsgált rétegek gáztárolására indikációiknak ettől a görbétől való eltérése alapján következtetnek. Ideális esetben egy olyan szondapárosra lenne szükség, melynek egyik tagja



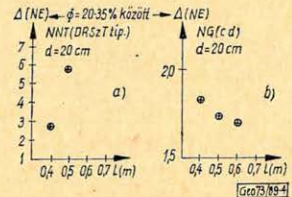
csak a porozitásra, másik csak a gáztelítettségre érzékeny. Ilyen szondapáros nem áll rendelkezésünkre, megközelíthető azonban neutron-szondák célszerű összeválogatásával.

Vizsgáljuk először a porozitástól való függést. Induljunk ki a különböző szondákra leszármaztatott  $I(NE) = f(\Phi_N)$  összefüggésekből. A porozitás iránti érzékenység első közelítésben két választott porozitás értékének megfelelő neutron indikációk különbségével,  $\Delta I(NE)$ , jellemezhetők. A 4. ábrán (a. oldal) a  $L = 0,4$  és  $0,5$  m hosszú neutron termikus (NNT) szondáknak a 35–20% porozitások közötti  $\Delta I(NE)$  értékei találhatóak. Az ábra, melyet [2] alapján szerkesztettünk, világosan mutatja, hogy a 0,4 méteres szonda porozitás érzékenysége lényegesen kisebb a 0,5 m hosszúságúénál.

4. ábra. Neutron-neutron termikus (a) és neutron-gamma (b) szondák porozitás-érzékenységének függése a szondahossztól

Рис. 4. Зависимость чувствительности зондов а) ННК – Т и б) НГК относительно пористости от длины зондов

Abb. 4. Abhängigkeit der Porosität-Sensitivität von thermischen Neutron-Neutron- (a) und Neutron-Gamma (b) – Sonden von der Sondenlänge



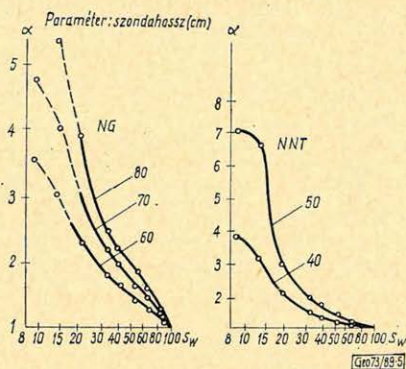
A 4. ábrán (b. oldalon) az [5] irodalom alapján különböző hosszú NG szondákra építettük fel ezt az összefüggést, amely szerint a szondahossz növekedésével a porozitás érzékenység csökken. Az ábrák  $d = 20$  cm lyukátmérőre leszármaztatott görbéből készültek.

Egy NNT és NG szonda neutron egységekben mért indikációi egymással való összehasonlításának jogossága vitatható. Az NG szondáknál a sugárforrásból származó gammasugárzás részaránya a hitelesítési egységként elfogadott vgtelen vízközegben észlelt kitérésben nagyobb, mint az NNT szondák detektorát a forrásból közvetlenül elérő lassú neutronok részaránya. Az ebből származó hibát részben kiküszöböli a [2]-ben javasolt porozitás érzékenységmeghatározó módszer. Ezzel igazolható, hogy a 0,5 m hosszú NNT szonda porozitás érzékenysége nagyobb a 0,6 m hosszú NG szondáénál [6]. Tehát „abszolút értelemben” is fennáll a porozitás-érzékenységek eltérése.

A továbbiakban mindig NE-ben mért intenzitásokat hasonlítottunk össze és ezekből vonjuk le következtetéseinket. Ekkor az előbb elmondottakra figyelmet kell fordítani.

Nézzük most a gáztelítettség hatását. [4] szerint „az NNT szonda indikációit alapvetően a hidrogéntartalom határozza meg. Az NG szonda azonban érzékeny mind a hidrogéntartalom, mind a sűrűség megváltozására. Gáztároló rétegben az NG indikáció az ugyanolyan porozitású víztárolóhoz viszonyítva a hidrogéntartalom és a sűrűség csökkenése miatt növekedik meg.” Ezt a hatást az amerikai irodalom is tárgyalja „üreg hatás” néven [7].

A gáz iránti érzékenység a módszereken belül szondatípustól is függő és a neutron egységekről (NE) az előbbieken elmondottak is elhomályosítják, függ továbbá a vizsgált kétszerkezetétől. A [8] irodalomból vett modellmérési eredményeket mutat az 5. ábra. Ez DRSZT-1 típusú NG és NNT szondákra érvényes egy adott kétszerkezetnél. Az  $\alpha$  egység definíciója  $\alpha = I_g/I_v$ , azaz az ugyanolyan porozitású gáztárolóban és víztárolóban mért intenzitások aránya, ami a NE-hez hasonló jellegű mennyiség.



5. ábra. Neutron-gamma (a) és neutron-neutron termikus (b) szondák gázérzékenysége. Modellmérések eredményei Ja. N. Baszin és társai után

Рис. 5. Чувствительность зондов а) НГК и б) ННК - Т относительно газов. Результаты моделирования по Я. Н. Басову и др.

Abb. 5. Gassensibilität von Neutron-Gamma - (a) und thermischen Neutron-Neutron - (b) - Sonden. Resultate von Modellmessungen (nach Ja. N. Baszin und Mitarbeitern)

használnunk. [4] és [8] szerzői az előbbire *NNT*-m az utóbbira *NG* szondát javasolnak. Ha a kőzetek porozitása széles határok között változik, a víztároló tényleges görbéje könnyen meghatározható ezek szelvényindikációinak felhordásával. Vizsgált tárolóink porozitás-intervalluma kicsi, ezért a kérdéssel bővebben kell foglalkoznunk.

[2]-ből ismeretes, hogy a  $0,4$  és  $0,5$  m hosszú *NNT* szondák indikációit az  $5-40\%$  közötti porozitás intervallumban

$$I = a - b \lg \Phi_N$$

alakú függvény írja le.

$0,6$  m hosszú *NG* szondáknál ez már csak egy szűkebb porozitás intervallumra igaz, és az  $I = f(\Phi_N)$  görbe

$$I = a_i - b_i \lg \Phi_N$$

összefüggésekkel közelíthető meg. Egy ilyen összefüggés írja le az eredeti függvényt jó közelítéssel a  $20-40\%$  porozitás intervallumban, egy másik e felett az intervallum felett, majd a kis porozitásoknál ismét egy harmadik, együtt-hatóiban különböző közelítő görbe használható. Valószínűleg hasonló a helyzet a  $0,8$  méteres *NG* szondáknál is.

Víztároló rétegeink neutron porozitása  $25-40\%$  közé esik, figyelembe véve a béléső-és cementindikáció csökkentő hatását is.

Érdeemes a két görbesereg összehasonlításából azt a tényt kiemelni, hogy a kis gáztelítettségek tartományában ( $S_g < 50\%$ ) a hosszabb *NG* szondák, még a választott egységekben is érzékenyebbek a gázra, mint az *NNT* szondák. Az agyag és kőzetliszt mennyiségének a megnövekedése a víztelítettség növekedését vonja maga után a gáztárolóban, ezért a modellmérésekből levont következtetéseknek e tárolók szempontjából van nagy jelentősége.

Összefoglalásképpen megállapíthatjuk, hogy radioaktív szondáink porozitás érzékenysége és gázérzékenysége eltérő, ennek alapján a korrelációs módszerhez szükséges hatékony szondapáros kiválasztható.

### 3.2. A korrelációs lap felépítése

Ha gáztelítettség-jelzés céljából egy szondapáros indikációit korreláljuk, akkor egy főleg porozitás-érzékeny és egy főleg gázérzékeny szelvényt kell fel-

Ebben a porozitás intervallumban választott szondáink  $I = f(\Phi_N)$  összefüggései tehát jól közelíthetők az

$$I_1 = a_1 - b_1 \lg \Phi_N$$

$$I_2 = a_2 - b_2 \lg \Phi_N$$

összefüggésekkel. Legyen az 1 jelű szonda a porozításra érzékenyebb, azaz  $|b_1| > |b_2|$ .

A korrelációs lapon a vízszintes tengelyre kell felhordanunk a porozításra érzékenyebb szelvény indikációit. A víztárolók  $I_2 = f(I_1)$  görbéje a fentiekből következően

$$I_2 = \frac{b_2}{b_1} I_1 + A$$

alakú egyeneshez vezet.

A „ $b$ ” értékeire tett feltételezés alapján  $b_2/b_1 < b_1$ , azaz kisebb mint a porozitás-érzékenyebb szelvény iránytangense.

A víztárolók egyenesét a biztosan víztároló rétegek szelvényből leolvasott indikációi alapján a legkisebb négyzetek módszerével kell meghatározni.

Mivel egyik szondánk mindig  $NG$ , az egyenes szorosan véve 20% neutron porozitásig extrapolálható. Kisebb neutron porozításokra egy más együttműködő egyenes érvényes, az iránytangensek eltérése azonban nem túl jelentős. Ez a hiba további vizsgálatainkat kissé meghamisítja, de az alapvető megállapításokat nem befolyásolja lényegesen. Ugyanakkor az erősebben kőzetlisztes, agyagos gáztárolók neutron porozítása a 20% feletti tartományban van, itt tehát semmilyen torzító hatás nem érvényesül.

Korrelációs lapokat a 11. ábrán mutatunk be.

### 3.3. A porozitás-alapszonda kiválasztása

Annak a szondának, amelyre elsősorban a porozitás tükrözését akarjuk bízni, a legkevésbé gázérzékenynek is kell lennie.

Alapszondaként [4] és [8]-ban 0,4 vagy 0,5 méteres  $NNT$  szondát javasolnak. Lehetőségünk volt azonban 0,4 m hosszú, epitermikus neutron ( $NNET$ ) szelvények felvételére is  $DRSZT$  szondával. Így kísérleti úton választhattuk ki az adott kútszerkezetben számunkra legmegfelelőbb alapszondát a 0,4 méteres  $NNET$  és  $NNT$  szelvények korrelációjával. Hajdúszoboszlói kútban végzett mérések eredménye a következő volt:

A víztárolók regressziós egyenesének egyenlete

$$I_{NNT, v} = 0,66 I_{NNET, v} + 0,74$$

Az iránytangens  $I$ -nél kisebb, azaz a két szonda porozitás érzékenysége különbözik, és az  $NNET$ -é nagyobb. Hasonló eredményt szolgáltatott az összes ellenőrzésbe vont hajdúszoboszlói kút méréseinek feldolgozása is.

A gáztartalomra nyilván az a szonda lesz kevésbé érzékeny, melynek indikációi ugyanazzal a tárolóréteggel szemben kisebbek. Az 1. sz. táblázatból megállapíthatjuk, hogy ez az  $NNET$  szondára teljesedik. Kedvező tulajdonságai alapján alkalmas a porozitás-alapszonda szerepének betöltésére.

Abból, hogy az  $NNET$  szonda indikációit a gáztartalom is befolyásolja, az is következik, hogy a gáztároló réteget nem a porozításának megfelelő indi-

káció, hanem egy ennél nagyobb érték jellemzi, ami az abszcisszán az ugyanolyan porozitású víztárolóhoz képest jobbrtolódást eredményez.

1. táblázat, — таблица — Tabelle

Szelvényindikáció gáztárolókkal szemben (NE)

réteg	$I_{NNET}$	$I_{NNT}$
1	2,89	2,97
2	3,12	3,50
3	3,61	3,84

### 3.4. További szondakombinációk vizsgálatai

A hajdúszoboszlói kutakban 0,6 és 0,8 m hosszú NG szondákkal is készítették szelvényeket. Az előbbi szondát, mint standard méretűt alkalmaztuk, az utóbbit viszont azzal a céllal, hogy a gázérzékeny műszer szerepét töltsse be [4] és [8] ajánlásai alapján. Ezekre a szondákra is elkészítettük a korrelációs lapokat.

A víztárolók regressziós egyenesei a 3.3-ban vizsgált kútra

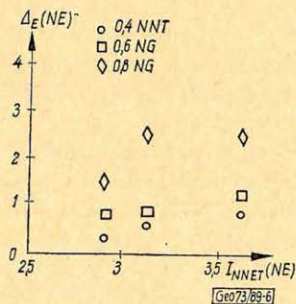
$$I_{NG\ 0,6,\nu} = 0,38 I_{NNET,\nu} + 0,44$$

$$I_{NG\ 0,8,\nu} = 0,10 I_{NNET,\nu} + 0,55$$

A 0,8 méteres NG szonda valóban a legkevésbé érzékeny a porozításra, a 0,6 méteres pedig közbülső helyet foglal el.

A gázérzékenységet ( $\Delta_E$ ) a korrelációs lapon az adott réteg  $NNET$  indikációja által a víztárolók egyenesén kijelölt pont és a réteg NG vagy  $NNT$  indikációja különbségeként definiáljuk,  $N_E$ -ben mérve. A vizsgált kút tiszta rétegeire  $\Delta_E$  értékeit a 6. ábrán találjuk mindhárom szondára (az NG szondák mellett a 0,4 m-es  $NNT$ -re is). Láthatjuk, hogy a hajdúszoboszlói teleptulajdonságok mellett a 0,8 m-es NG szonda valóban a legérzékenyebb a gáztartalomra, a 0,6 m-es pedig közbülső helyet foglal el.

Algyői kutakban olyan mérési sorozatokat készítettek, amelyekben a 0,4 m-es  $NNT$  szonda helyett 0,5 m hosszú  $NNT$  szonda szerepelt. Ugyanakkor a telefizikai tulajdonságok is megváltoztak a hajdúszoboszlóiakhoz képest.



6. ábra. Hajdúszoboszlói kutakban használt szondák gázérzékenységének vizsgálata tiszta homokkőtárolókban

Рис. 6. Изучение газо-чувствительности зондов, применяемых в скважинах района г. Хайдусобосло в чисто песчаных коллекторах

Abb. 6. Untersuchung der Gassensitivität von bei den Bohrlöchern von Hajdusoboszló benutzten Sonden in reinen Sandsteinspeichern

$$I_{NNT\ 0,5, v} = 1,28 I_{NNET, v} + 0,08$$

$$I_{NG\ 0,6, v} = 0,24 I_{NNET, v} + 0,77$$

$$I_{NG\ 0,8, v} = 0,22 I_{NNET, v} + 0,70$$

Vizsgáljuk a 0,4 m-es *NNET*–0,5 m-es *NNT* szondapárost összehasonlítva azt a 0,4 m-es *NNET*–0,4 m-es *NNT*-vel. Az egyenes iránytangens mutatja, hogy ebben az esetben a 0,5 m-es szonda porozitás érzékenysége a nagyobb, ami a 4. ábrával kapcsolatban tett megállapítással egyezik. A 0,6 és 0,8 m-es *NG* szondák viselkedése porozitás szempontjából lényegében az előzőekkel egyezik.

A gázérzékenységet illetően is jelentősen változik a 0,5 m-es *NNT* szonda szerepe és a tiszta rétegek vizsgálatánál a komplexumban elfoglalt helye, miként azt a 7. ábra mutatja. Ezen a 6. ábrával egyezően hordtuk fel a tiszta és kevésbé szennyezett gáztárolók  $\Delta_{\bar{E}}$  értékeit. Az ábra szerint a 0,5 m-es *NNT* szonda gázérzékenysége a legnagyobb, a 0,8 m-es *NG* közbülső helyet foglal el, és a 0,6 m-es *NG* legkevésbé érzékeny a gázra. Megjegyzendő azonban, hogy  $I_{NNET} < 2,5 NE$  alatt a helyzet nem ilyen egyértelmű, és néhány rétegnél a 0,5 m-es *NNT* és 0,8 m-es *NG* szerepet cserél.

Itt ismét érdemes emlékeztetni az *NNT* és *NG* szondák indikációinak *NE*-ben történő összehasonlításával kapcsolatos nehézségekre.

### 3.5. Az erősen agyagos, közellisztes gáztárolók kimutatása

Az eddigiekben a szondakombinációk általános tulajdonságait igyekeztünk megállapítani, most, ezek ismeretében fordítsuk figyelmünket az alapfeladat, az erősen anyagos, kőzetlisztes gáztárolók kimutathatóságának vizsgálatára.

Először is definiáljuk a „kimutathatóságot”. A cementezés eltérései és a radioaktív szelvényeket terhelő statisztikus jelenségek azt eredményezik, hogy a víztárolók indikációi nem az egyenes mentén, hanem egy sávon helyezkednek el, az egyenesnek ezzel a szórási sávval együtt van értelme. Nyilvánvaló, hogy egy tároló réteg csak akkor mutatható ki, ha indikációja ezt a szórási sávot meghaladja. A kimutathatóságot ezért úgy definiáljuk, mint a víztárolók

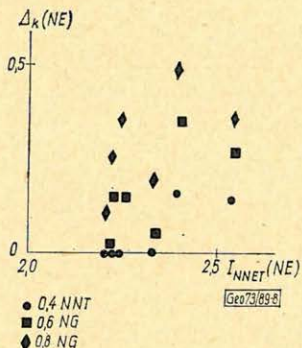


7. ábra. Algyői kutakban használt szondák gázérzékenységeinek vizsgálata tiszta és szennyezett homokkőtárolókban

Рис. 7. Изучение газо-чувствительности зондов, применяемых в скважинах района Альдэ в чистых и загрязненных песчаных коллекторах

Abb. 7. Untersuchung der Gassensitivität von bei den Bohrlöchern von Algyő, benutzten Sonden in reinen und verschmutzten Sandsteinspeichern

regressziós egyeneséhez kapcsolódó  $P = 0,95$  konfidencia-intervallum felső határoló egyenesének a réteg  $I_{NNTi}$  helyen levő pontja, és  $NNT$  vagy  $NG$  indikációjának különbséget. ( $\Delta_k$ ).



8. ábra. A 2. sz. ábrán bejelölt, erősen szennyezett gáztárolók kimutathatósága a méréshez használt szondákkal

Рис. 8. Возможность выделения сильно загрязненных газоносных отложений, указанных на рис. 2. при помощи применявшихся зондов

Abb. 8. Nachweisbarkeit der in der Abb. 2. angegebenen, stark verschmutzten Gasspeicher durch die bei der Messung angewendeten Sonden

Továbbá, eddig a víztárolók regressziós egyenesét az összes víztároló réteg indikációi alapján határoztuk meg. A kőzetlisztes, agyagos víztárolókra érvényes egyenes ettől eltérhet, és miként az elvégzett feldolgozások mutatják, néha elég jelentősen el is tér. Ennek a kimutathatóságára gyakorolt hatására kitérünk. A 2. ábra szelvényrésztétén bejelölt erősen szennyezett tárolók kimutathatósága a 8. ábrán látható. Az eredményeket táblázatosan is összefoglaltuk (2. táblázat). Ebben azt is bemutatjuk, hogy milyenek a kimutathatóság eredményei, ha az összes víztároló egyenesének szórási sávját vesszük alapul. Az ábrából és a táblázatból következik, hogy a 0,8 m hosszú  $NG$  szondával valamennyi réteg megbízhatóan kijelölhető a 0,6 m-es  $NG$  szerepe közbülső, míg a 0,4 m-es  $NNT$  a legérzékletlenebb a gáztárolásra.

2. táblázat – таблица – Tabelle

Erősen agyagos, kőzetlisztes gáztárolók kimutathatósága

Kút	Kimutatható rétegek %-a			
	0,4 NNT	0,5 NNT	0,6 NG	0,8 NG
1.	2.	3.	4.	5.
Hsz – 74	33	–	100	100
Hsz – 74	50	–	66	83*
Alg – 170	–	64	45	82

\* Valamennyi víztárolóból számolt egyenesnek a tapasztalt szórás alapján behúzott határoló egyeneséhez viszonyítva.

Az Alg–170. sz. kút feldolgozásának eredményeit a 9. ábrán és a 2. táblázatban mutatjuk be. Ezek alapján a leghatékonyabb szonda a 0,8 m-es  $NG$ , majd a 0,5 m-es  $NNT$  és utána a 0,6 m-es  $NG$ . Látható az is, hogy a biztosan gáztárolók egy része a vizsgált szondákkal nem mutatható ki. Ezen nem csodálkozhatunk, ha emlékezetünkbe idézzük az 1. ábrát.

A tiszta tárolóktól eltérően tehát az erősen kőzetlisztes, agyagos tárolók kimutatásában uralkodó szerepe van a 0,8 m-es  $NG$  szondának. Ez a tapasztalati megállapítás egyezik az 5. ábra modellmérési eredményeivel.

A bemutatott, több szonda indikációival elvégzett kéttagú korrelációkkal – nevezük ezt többkomponensű korrelációnak – pedig egy az elektrokarot-

táznál alkalmazott elvet valósítottuk meg. Ott a szénhidrogén-tárolók kimutatására különböző vizsgálati mélységű szondákat alkalmaznak, mi pedig a gáztárolók kimutatására különböző gázérzékenyséű műszereket. Ezzel az eljárással megbízhatóbban kijelölhetők a gáztároló rétegek, mintha csak két szondából álló kombinációt alkalmaznánk. Ha ugyanis a kérdéses réteg indikációkülönbségei a megállapításokkal egyező sorrendben követik egymást, akkor ez a réteg biztosan tartalmaz gázt. Ez az elv akkor is segíthet, ha az igen erősen kőzetlisztes, agyagos rétegnek a kis- és közepes gázérzékenyséű szondával mért indikációi a szórási sávba esnek, de a szennyezett víztárolók egyenesétől mért távolságaikban a bemutatott törvényszerűség látszik.

Az elmondottaknak csak akkor van jogosultsága, ha az elvizesedett gáztárolóknál a szabályszerűség nem figyelhető meg. Erősen szennyezett kőzetekben erről nem tudtunk meggyőződni.

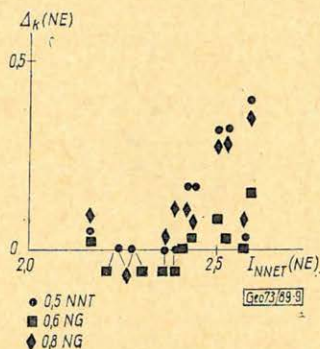
Végül ki kell hangsúlyozni azt, hogy a javasolt módszerrel alapszervény hiányában csupán az dönthető el, hogy a kérdéses réteg gáztároló, azt azonban nem, hogy az eredeti állapothoz képest a gáztelítettség csökkent-e bizonyos mértékben. Ennek eldöntésében segítséget jelent az, ha a fúrásban vannak hasonló kifejlődésű, biztosan gáztároló rétegek. További támpontot nyújthat a 0,4 m-es  $NNET$  indikációja. A bemutatott ábrákból ugyanis egy olyan közelítő érvényességű megállapítást is tehetünk, hogy  $I_{NNET}$  csökkenésével a biztos gáztárolók  $\Delta_k$  értékei is csökkennek.

### 3.6. A javasolt módszer alkalmazásának példái

A Hsz-74. sz. kútban több, erősen szennyezett réteg gáztárolását kellett eldönteni. A feldolgozási eredmények a 10. ábrán láthatók. Az  $I_{NNET} > 2,1$  jellemzőjű rétegek gáztárolónak minősíthetők. Az  $I_{NNET} = 1,96$  NE jellemzőjű réteg  $\Delta_k$  értékei a víztárolók szennyezett rétegek egyenesétől sorrendben  $-0,02$ ;  $0,05$ ;  $0,1$  NE. Ezek közül csak az utolsó az  $I_{NGO,8}$  nagyobb a kimutathatóság határánál. A pontok egymásutánisága, valamint a természetes gamma maximális indikációi alapján azonban az igen erősen szennyezett réteget gáztárolónak valószínűsíthetjük.

Az algyői vízelárasztással kapcsolatos feladat megoldását mutatjuk be a 11. ábrán. A feldolgozott rétegszakaszokat a 3. ábrán is bejelöltük. Az erősen szennyezett 4 és 5 jelű rétegszakaszok nagy valószínűséggel víztárolók. A 6 rétegszakaszra azonban, bár a 0,5 m-es  $NNT$  indikációja ezt nem erősíti meg, a 0,8 m-es  $NG$  és a természetes gamma indikációk alapján nem zárhatjuk ki a gáztárolás lehetőségét. Ezért „bizonytalan, [esetleg gáztároló]”-nak minősíthető.

A 2 jelű intervallum a telep tiszta kifejlődésű részének vízzel elárasztott szakasa. Az indikációk alakulása bizonyítja, hogy itt sem figyelhető meg a gáztárolókra jellemző pont-elhelyezkedés.

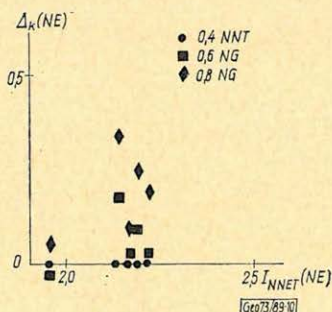


9. ábra. Erősen szennyezett algyői gáztárolók kimutathatósága a méréshez használt szondákkal

Рис. 9. Возможность выделения сильно загрязненных газоносных отложений на место рождения Альдэ при помощи применявшихся зондов

Abb. 9. Nachweisbarkeit von stark verschmutzten Gasspeichern in Algyő durch die bei der Messung benutzten Sonden

Ismeretes, hogy vékony rétegekkel szemben a radioaktív szelvények indikációi nem érik el a végtelen vastag rétegben jellemző értékeket. Neutron szelvények indikációit az időállandón és a húzatási sebességen kívül a szondahossz is befolyásolja. Az indikáció korrigálása [9] alapján végezhető el. Minél



10. ábra. A Hsz-74. erősen agyagos-kőzetlisztes (aleuritós), eredetileg gáztároló rétegeinek vizsgálata

Рис. 10. Изучение сильно глинистых-алевритовых (каменная мука), первоначально газоносных пластов в разрезе скважины Хс-74

Abb. 10. Untersuchung der stark vertonten – gesteinsmehligen (aleurithaltigen) Schichten von Hsz. 74, die ursprünglich Gasspeicher gewesen sind

tagoltabb a tároló, annál fontosabb a szondahosszak eltéréseit is figyelembe vevő korrekciókat elvégezni. A korrekciós görbék lezármaztatásánál feltételezték, hogy a vizsgált réteg ágyazói egyező neutron tulajdonságúak, és a radioaktív szonda vizsgálati intervallumához viszonyítva „végtelen” kiterjedésűek. Sűrűn tagolt esetben ez nem teljesedik, a korrigált érték emiatt a rétegre valóban jellemzőtől eltérő lehet.

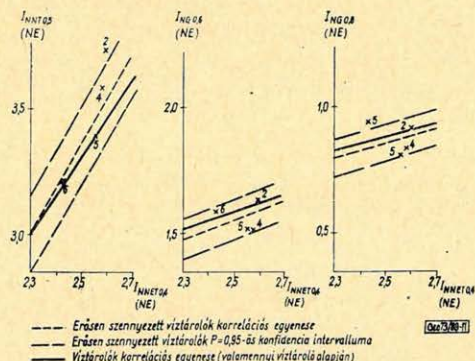
Ezekben az összletekben az integráló kör működése következtében egyéb torzulások is felléphetnek, melyeket bizonyos mértékben az integráló kör elé kapcsolt mágnesszalagos regisztrálás küszöbölhet ki. Az időállandót és a vontatási sebességet pedig a „0,5 m-es felbontásnak” megfelelőre kell választani és szükség esetén érzékenyebb (1:100) mélységleptékben kell regisztrálni a szelvényt.

További nehézséget jelenthet különböző – a rétegsor tagolására alkalmas és a neutron – szondák indikációinak egymáshoz való rendelése.

A bemutatott, a tároló vastagságából, tagoltságából és a szondahossz eltéréseiből származó „geometriai hatások” a gáztárolók kimutathatóságának csökkenését eredményezhetők, ezért kiküszöbölésükre lehetőség szerint nagy gondot kell fordítani.

### Következtetések

Erősen agyagos, kőzetlisztes gáztárolók kimutására több szondából álló mérési komplexum



11. ábra. A gáztészbe besajtott víz hatására bekövetkező fázisváltozás vizsgálata az Algyő-2 telep erősen szennyezett tárolóközeteiben (Algyő-8.)

Рис. 11. Изучение фазового изменения, происшедшего на воздействие инъецированной в скважину воды в сильно загрязненных коллекторах залежи Альдэ 2 (Альдэ 8)

Abb. 11. Untersuchung der Phasenänderung, die sich auf den Einfluss der in den Gaskörper erfolgten Wasserinjektion ergeben hat in den stark verschmutzten Speichergesteinen der Lagerstätte Algyő 2 (Algyő-8)



anyagának „*többkomponensű korrelációja*” alkalmas, különösen akkor, ha az előírt zóna visszahúzódása után felvett, a telep eredeti állapotát tükröző alapszelvény nem áll rendelkezésünkre.

A javasolt műszerkomplexum legkisebb gázérzékenységu tagja a  $0,4\text{ m}$  hosszú, *NNET* szonda. A vizsgált és az ezekhez hasonló jellemzőkkel rendelkező erősen szennyezett tárolókban a legnagyobb gázérzékenységu a  $0,8\text{ m}$ -es *NG*. A többi szondák közbenső szerepet töltenek be.

Négy szonda indikációiból három korrelációs lap építhető fel, melyeken a  $0,4\text{ m}$ -es *NNT* indikációk függvényében ábrázoljuk a rétegek további szondákkal mért értékeit. Vékony rétegek indikációit előzetesen korrigáljuk az ismertett módon. Ezután meghatározzuk a biztosan víztároló szennyezett kőzetek regressziós egyenesét, és a  $P = 0,95$ -hez tartozó konfidenciával jellemzett sávot.

Azt, hogy a vizsgálandó réteg gáztartalmú-e, annak alapján döntjük el, hogy indikációinak eltérése az egyes kétkomponensű korrelációkban a szórási sáv határától a gázérzékenységnak megfelelően növekvő jellegűek. Ha igen, akkor a réteget gáztárolónak valószínűsíthetjük. Az azonban már nem dönthető el egyértelműen, hogy gáztelítettsége a kezdeti állapottal egyező, vagy kissé csökkent mértékű-e. Ennek megállapításában segítségünkre lehet azoknak a hasonló kifejlődésű rétegeknek a viselkedése, amelyek biztosan gáztárolók.

Ha a réteg igen erősen szennyezett, de legalább a  $0,8\text{ m}$ -es *NG* szondával kapott indikációja meghaladja a konfidencia intervallumot, többi szondájának indikációja pedig ezen belül ugyan, de a bemutatott törvényszerűséget követi, valószínű gáztárolónak minősíthetjük a fentebb tett megjegyzéssel.

Miként ez az elméleti megfontolásból is következik, az igen erősen szennyezett gáztárolók egy része még a bemutatott többkomponensű korrelációs módszerrel sem jelölhető ki.

A módszer csak olyan kutakban alkalmazható, amelyekben elegendő számú, a vizsgáltakkal közel egyező kifejlődésű víz (vagy olaj)-tároló réteg található. A szelvényezési intervallumot ezek elhelyezkedésének megfelelően kell meghatározni.

A szelvényezésnél különös figyelmet kell fordítani a jó felbontó képességre. Ennek növelése érdekében az integráló kör elé beiktatott mágnesszalagos regisztrálás javasolható. A  $0,8\text{ m}$ -es *NG* szondára való tekintettel a méréseket erős, ( $> 7\text{ Cu}$ ) forrással kell végezni. A statisztikus ingadozásból származó bizonytalanságok csökkentése érdekében a  $0,8\text{ m}$ -es *NG* szelvényt a vizsgált szakasz teljes hosszában meg kell ismételni.

A megoldás természetéből következően biztosítani kell a mérés előtti és utáni pontos hitelesítést valamennyi szondánál.

Az aktuális gáztárolók és a kezdeti – vagy az előző – telepállapot összehasonlításával állapíthatjuk meg a fázishatár változását vagy az elviesedett intervallumokat.

Végül felvetődik az a kérdés, hogy szükséges-e a négy szondából álló mérési program végrehajtása minden esetben. Az elmondottakból következik, hogy a  $0,4\text{ m}$ -es *ENNT* és a  $0,8\text{ m}$ -es *NG* szelvényt minden esetben fel kell venni. Szükséges továbbá legalább még egy szonda, melynek gázérzékenysége az erősen kőzetlisztes, agyagos szakaszokban a  $0,8\text{ m}$ -es *NG* után következik. Ezért a vizsgálatok kezdetén tisztázni kell a szondák szerepét az adott területen. Ehhez érdemes 4 szondából álló mérési programot végrehajtani. A szelvé-

nyek feldolgozása után a minimálisan szükséges 3 szonda kiválasztható. A végleges mérési program összeállításánál azonban más, itt nem részletezett szempontok figyelembevétele is szükséges lehet.

## IRODALOM

- [1] Szilágyi Endre: Az agyag és aleuritfrakció szerepe az algyői felsőpannóniai tárolókőzetek közzettfizikai tulajdonságainak kialakításában. Magyar Geofizika IX. évf. 6. sz.
- [2] Metodika opredelenija porizosztii karbonatnih plasztov po dannim nyejtronno karottazsa. VNIJAGG, Moszkva, 1967.
- [3] Czeglédi István: Mesterséges gáztárolók vizsgálata nukleáris geofizikai módszerekkel. Atomtechnikai tájékoztató VIII. évf. 3. sz.
- [4] Jaderno-geofiziceszkije metodi iszledovanija gazovih mesztorozsdenij. VNIIOENG, Moszkva, 1967.
- [5] Vendelstein B. Ju.: Geofizikai fúrólukvizsgálati módszerekkel kapott adatok értelmezésére szolgáló nomogramok és grafikonok. Gosztoptehizdat, Moszkva, 1963.
- [6] Szilágyi Endre: DRSZT-1 szondával végzett neutron neutron termikus szelvényezés interpretációs tapasztalatai. Magyar Geofizika, XI. évf. 6. sz.
- [7] „Schlumberger“ A szelvénykiértékelés alapelvei 1969.
- [8] Baszín Ja. N.: Iszpolzovanyije jaderno-geofiziceszkih iszledovanij dlja izucesenyija gazovih mesztorozsdenij. Trudi VNIJAGG, Vip. 5. Moszkva, 1969.
- [9] Edwards I. M.: A method for neutron derived porosity determination for thin beds. Petroleum Transaction, AIME T. P. 4101.

## Könyvszemle

F. Gassmann: *Seismische Prospektion* (Szeizmikus kutatás), tan- és segédkönyv útidőmérések kiértékeléséhez, Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart 1972, 430 oldal, 100 ábra (Lehrbücher und Monographien aus dem Gebiete der Exakten Wissenschaften, Astronomisch-Geophysikalische Reihe, Band 6).

A könyv nem terjeszkedik ki a szeizmikus kutatás egész tárgykörére, tehát nem tekinthető szeizmikus tankönyvnek a szó szoros értelmében, hanem – amint arra az alcím is rámutat – az útidőmérések kiértékeléséhez szükséges ismereteket adja. Elsősorban geológus egyetemi hallgatóknak és szakembereknek van szánva, de a jövődő fizikusok és geofizikusok is jól használhatják, különösen vezér- és kézikönyvként gyakorlati tevékenységük során.

A mű öt fejezetre oszlik. Az általános fogalmakat összefoglaló rövid I. fejezet után következő második fejezet a könyv fő része. Ez foglalkozik részletesen a kőzetek (geológiai testek) rugalmassági tulajdonságaival, bevezeti, értelmezi és alkalmazza az útidő-szeizmika alapfogalmát, ismerteti az alkalmazásra kerülő különböző modelleket (a homogén, izotrop testektől a két- vagy több ilyenből összetettéig, valamint az elliptikusan anizotrop rétegződésig). Az egyes fejezetek végén feladatok vannak (összesen 117), melyek megoldásait az V. rész tartalmazza.

A III. fejezetben a szerző összefoglalja a II. fejezet megértéséhez szükséges matematikai ismereteket (ideértve a vektorszámítást), de a magasabb matematikai alapismereteket (pl. tenzorszámítás) igénylő elméleti megalapozás a IV. fejezetben található: ennek ismerete azonban a II. fejezet módszereinek megértéséhez és alkalmazásához nem szükséges. A IV. fejezet fejtegetései egyébként jelentékeny mértékben a szerző saját korábbi vizsgálataira alapoznak.

A gyakorlatban előforduló számos speciális – egyes esetekre időkimélési és egyszerűsítési szempontokból kidolgozott – eljárásra a könyv nem tér ki, de – amint azt a szerző hangsúlyozza – ezek a könyvben adott általános módszerekkel kezelhetők és pontosságuk szempontjából ellenőrizhetők. A feladatok a könyv tanulmányozóinak bő alkalmat nyújtanak a legkülönbözőbb jellegű alkalmazások begyakorlására. Mint már fentebb is mondtuk, a könyv nem tekinthető a szeizmika általános tankönyvének, de mindazok igen nagy haszonnal forgathatják, akik a szeizmika elméleti megalapozási kérdései iránt érdeklődnek.

T. G.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>В. Данк</i> : Задачи и перспективы венгерской геофизики в свете разведки нефтегазовых месторождений .....	43
<i>Кардеван, П.</i> : К вопросу об изучении грунта по городским микросейсам .....	56
<i>Сабо, Я. – Сабо, Л.</i> : Изучение перемещения горных пород геофизическими методами в Мечекских рудниках .....	61
<i>Силади, Э.</i> : Выделение изменений водо-газового контакта в сильно загрязненных коллекторах при помощи корреляции многокомпонентных методов нейтронного каротажа .....	67
Обзор журналов .....	54, 80
Новости в Обществе Венгерских Геофизиков .....	41

## INHALTSVERZEICHNIS

<i>V. Dank</i> : Aufgaben und Perspektiven der ungarischen Geophysik im Spiegel der Kohlenwasserstofferkundung .....	43
<i>P. Kardeván</i> : Beitrag zur Untersuchung des Untergrundes auf Grund der städtischen Bodenunruhe .....	56
<i>J. Szabó – L. Szabó</i> : Untersuchung der Gesteinsbewegung mit geophysikalischen Methoden in den Metallgruben des Mecseks .....	61
<i>E. Szilágyi</i> : Nachweis der Phasengrenzenänderung von Gas und Flüssigkeit im Falle von stark verunreinigten Speichergesteinen mit Hilfe von mehrkomponentigen Neutron-Korrelationen .....	67
Zeitschriftenschau .....	54, 80
Vereinsnachrichten .....	41

## **Figyelem!**

A Magyar Geofizikusok Egyesülete Titkársága 1973. február 22-én elköltözött a Bp. V. Szabadság tér 17. sz. alatti Technika Házából.

Új cím: BUDAPEST VI., ANKER KÖZ 1. félemelet 17.

Postacím: 1368 Budapest, Postafiók 240.

Telefonszám: 429-753, 229-870/111 és a 166 mellék.

Telex szám: MTESZ 22-5369 MGE

Csekk számla sz.: MTESZ MNB 232-90171-2494 Budapest MGE