

Az érc és szénkutató fúrások geofizikai vizsgálatának problémái

SEBESTYÉN KÁROLY

A dolgozatban a szén-, érc- és vizkutató fúrások geofizikai vizsgálatának néhány problémáját vizsgáljuk. Megállapítjuk, hogy a kutatások „történelmileg” kialakult komplexuma olyan szelvényeket is tartalmaz, melyek nem hoznak többlet-információt, de érthetően a költségeket növelik. Érc kutatás vonatkozásában megjelölünk egy lehetséges utat, mely a mai műszer-lehetőségek figyelembevételével minimális költségnövekedéssel a maximális információt képes szolgáltatni.

В работе рассматриваются некоторые проблемы геофизического исследования угле-, рудо- и водоразведочных скважин. Авторы делают вывод о том, что в „исторически” созданный комплекс промыслово-геофизических работ входят и методы, не дающие дополнительной информации, но приводящие к повышению расходов работы.

В области рудопоисковых работ намечается возможный путь, позволяющий получить, при учете существующих технических возможностей, максимальную информацию при минимальном повышении расходов.

Es werden einige Probleme der geophysikalischen Untersuchung der Kohle-, Erz- und Wasser-schürfb Bohrungen besprochen. Es wird festgestellt, dass der „historische Komplex“ der Schürfmethode auch solche Profile enthält, welche keine zusätzliche Informationen liefern, dafür aber die Kosten erhöhen.

Betreffs der Erzschürfung wird ein möglicher Weg angegeben, um mit der Berücksichtigung der heutigen Instrumentationen mit einer minimalen Kostenerhöhung maximale Informationsmenge zu erhalten.

Alábbiakban az érc- és szénkutató fúrások geofizikai vizsgálatának néhány problémáját tárgyaljuk, de elsősorban nem a vizsgálatok műszer- vagy módszer-technikai kérdéseit, hanem ezeket alapul véve azokat a követelményeket, melyek az új gazdaság-irányítás kapcsán vetődnek fel.

Az érc- és szénkutató fúrások geofizikai vizsgálatának módszerei hazai és külföldi viszonylatban egyaránt az utolsó másfél évtized fejlődésének eredményei és napjainkban is lényeges átalakuláson mennek keresztül.

Ezeket az átalakulásokat hazai viszonylatban több, a műszaki és a gazdasági életben lényegesen ható tényező determinálja. Talán legfontosabbnak azokat a döntéseket tekinthetjük, melyek részben az ország tüzelőanyag-bázisának átalakítására, részben egyes fémek érceinek fokozott kutatására és termelésére vonatkoznak. Az előzővel közel egyenlő súllyal befolyásolja a geofizikai kutatásokban eredményesen alkalmazható műszereket és módszereket a fizikai és technikai tudományok rohamos fejlődése, mely azt eredményezi, hogy a közelmúltban még laboratóriumban is alig kivitelezhetőnek tartott eljárások napjainkban bevonulnak a fúrólyukak vizsgálatába.

De nemcsak a lyukvizsgálatok technikájában lehetünk rohamos fejlődésnek tanúi, hanem a kiértékelés és értelmezés is, ha talán kevésbé látványosan, de annál kitartóbban törekszik az élet szabta igények kielégítésére. Itt forradalmi hatásúnak a számítógépek használata ígérkezik.

Országunk energia-bázisában a szénhidrogének felé történő irányvétel nyilvánvalóan magában rejti azt a követelményt, hogy a szénkutatásra fordítható csökkent pénzügyi keretek maximális hatékonysággal kerüljenek felhasználásra. Ez pedig azt is jelenti, hogy a kutató fúrásokból a geofizikai vizsgálatok minimális költséggel a maximális információt szolgáltatassák a felvetett földtani problémára vonatkozóan.

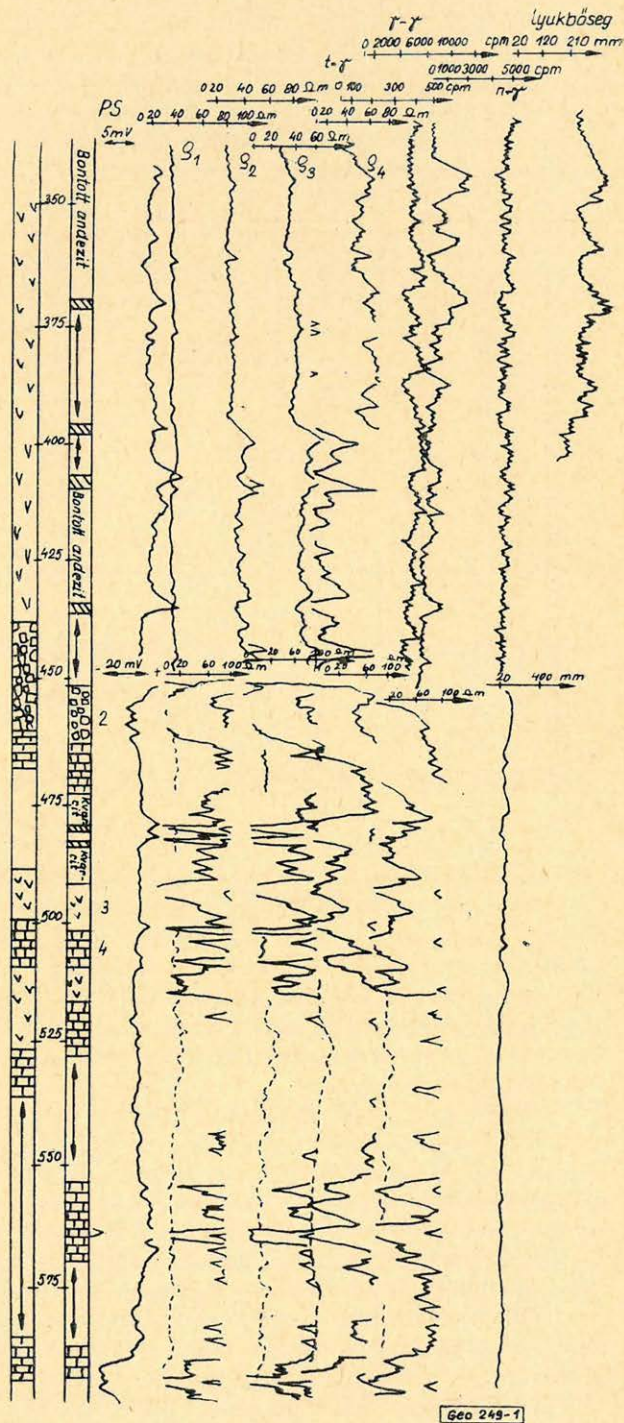
1. ábra. „Hagyományos szelvényezési görbék” egy érckutató fúrásban. Jellegzetes példa arra, hogy az ismétlődő ellenállásgörbék nem adnak új információt

Фиг. 1. „Традиционные каротажные кривые”, полученные в рудопойсковой скважине. Приведенный пример наглядно показывает, что повторяющиеся кривые кажущегося сопротивления не дают новой информации

Fig. 1. „Konventionelle Profilkurven“ in einer Erzschürfbohrung. Charakteristisches Beispiel dafür, dass wiederholte Widerstandskurven keine neue Information liefern

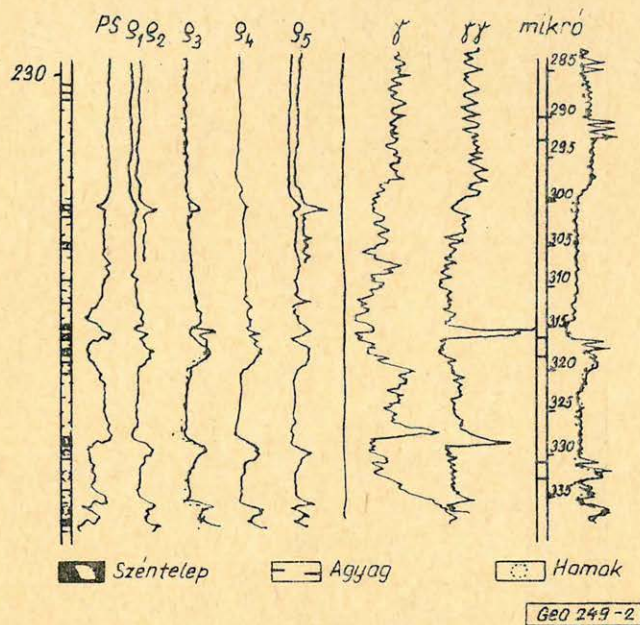
Az optimális mérés-komplexum megjelölés nyilvánvalóan tartalmazza azt a követelményt, hogy a kitűzött földtani – geofizikai cél a legkevesebb méréssel a legteljesebben elérhető legyen.

Ilyen szempontból optimálisnak tekinthető a vizkutató fúrásokban szokásos PS és 1–2 ellenállás szelvény, ha csak a réteghatárok kijelölése és a víztermelésre várhatóan kedvező homokrég meghatározása a cél. De ugyanez a szelvénykomplexum messzemenően nem tekinthető optimálisnak, ha az elérendő célok közé pl. a kutak későbbi csővezetett állapotban történő újrazvizgálatának igénye merül fel, vagy ha a homok – agyag felépítéstől eltérő rétegsor várható.



Az optimális mérés-komplexumtól való eltérésre érdekes példa lehet *1. ábránk*, ahol az egymás után következő különböző típusú ellenállás-görbék nagyrészt feleslegesek, mert a rétegsor felépítése következtében az ellenállás-görbék lényegtelen eltérésekkel ismétlik egymást.

Hasonlóképpen eltér a gazdaságosságot is figyelembe vevő optimálistól a *2. ábránkon* látható szénkutató fúrásból származó mérés-komplexum akkor, ha csak az a cél, hogy a karottázs mérések a széntelepet kijelöljék.



2. ábra. Hagyományos mérés-komplexum a szénkutató fúrásokban. Az ellenállás-görbék nem adnak új információt a széntelepre, de egyes homogén szakaszok analizésére felhasználhatók

Фиг. 2. Стандартный комплекс исследований угленосных скважин. Кривые кажущегося сопротивления не дают новой информации о залежи угля, но могут использоваться для анализа отдельных однородных участков разреза

Fig. 2. Konventionelles Messkomplex in den Kohlenschürftbohrungen. Die Widerstandskurven geben für das Kohlenflöz keine neuen Informationen, sie können aber zur Analyse einiger homogenen Abschnitte benutzt werden

Az eltérés kétirányú. Egyrészt több látszólagos ellenállás-görbe szerepel, mint amennyi a telepek kijelölésében hasznosan egészíti ki a gamma-gamma görbét, másrészt hiányos is a mérés-komplexum, mert a pontos értelmezésnél feltétlenül szükséges kavernogram hiányzik. Ezen megállapításunk módosulást szenvedhet akkor, ha a széntelepek kijelölésén kívül a minél pontosabb lithológiai tagolás és az egyes rétegek valóságos tulajdonságainak meghatározása, esetleg helyi tapasztalatok felhasználásával földtani korbeosztáshoz adat-szolgáltatás a cél.

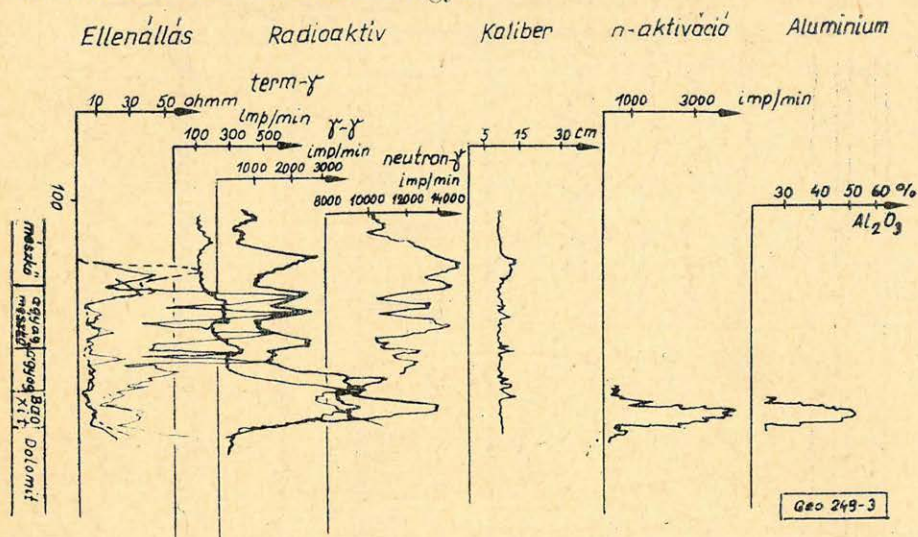
Ekkor is meg kell azonban fontolni, hogy a kitűzött cél a korszerű technika adta lehetőségek felhasználásával nem érhető-e el lényegesen kevesebb görbéből álló mérés-sorozattal. Pl. két különböző behatolású indukciós szonda csaknem szelektíven adhatja a lyukkörnyezet övezeteinek fajlagos ellenállását (ha az ellenállás viszonyok alkalmazásukat egyáltalában lehetővé teszik), vagy 2-3 különböző behatolású laterolog szelvény egyaránt alkalmas a réteghatárok kijelölésére és a valóságos fajlagos-ellenállásviszonyok tisztázására.

Ehhez az ábrához csatlakozva szeretném azt is megjegyezni, hogy a hasznos ásványtelep inhomogén felépítésének kimutatására vonatkozó igény a mikro-méréseket is indokoltá teheti – ahogy ez az ábrából is megállapítható.

Ugyancsak a gazdaságosságot lehet növelni azzal, ha a korábban egy meghatározott célra alkalmazott mérés-komplexumból, annak bővítése nélkül to-

vábbi információ nyerhető. Tipikus példája ennek az, hogy a gamma – gamma mérések alapján nemcsak kijelölhetők a széntelepek, hanem a térfogatsúly – hamutartalom kalibrációs összefüggés alapján a hamutartalom is meghatározható. Itt is figyelembe kell venni, hogy a szcintillációs mérés technikával és egyéb műszer- és mérés technikai fogásokkal tökéletesített szelektív gamma – gamma eljárás lényegesen növelheti a hamutartalom meghatározásának pontosságát költség növekedés nélkül.

Az érc kutató fúrásokban nehezebb a geofizikai mérések információ-képességét becslőni, illetve a szolgáltatott adatok helyét az összkutatási képbe beilleszteni. Figyelemre méltó ebből a szempontból a bauxit kutatás. A geofizika az általános lithológiai tagoláson túl a bauxitok biztonságos kijelölésére és Al tartalmuk meghatározására képes, ahogy ezt a hazai kutatásokból vett 3. ábránk is szemlélteti. Ez az információ mennyiség, úgy látszik, nem ad annyi többletet a fúrási adatszolgáltatáshoz viszonyítva, hogy a kutatás irányítói számára a méréseket kívánatossá tegye.



3. ábra. Teljes mérés komplexum bauxitkutató fúrásban

Фиг. 3. Полный комплекс исследований в бокситопроисковской скважине

Fig. 3. Vollständiger Messkomplex in einer Bauxitschürfenden Bohrung

Itt nyilvánvalóan az Al/Si arány in situ meghatározásának lehetősége az az információ, mely a geofizikai mérések általános bevezetését eredményezhetné.

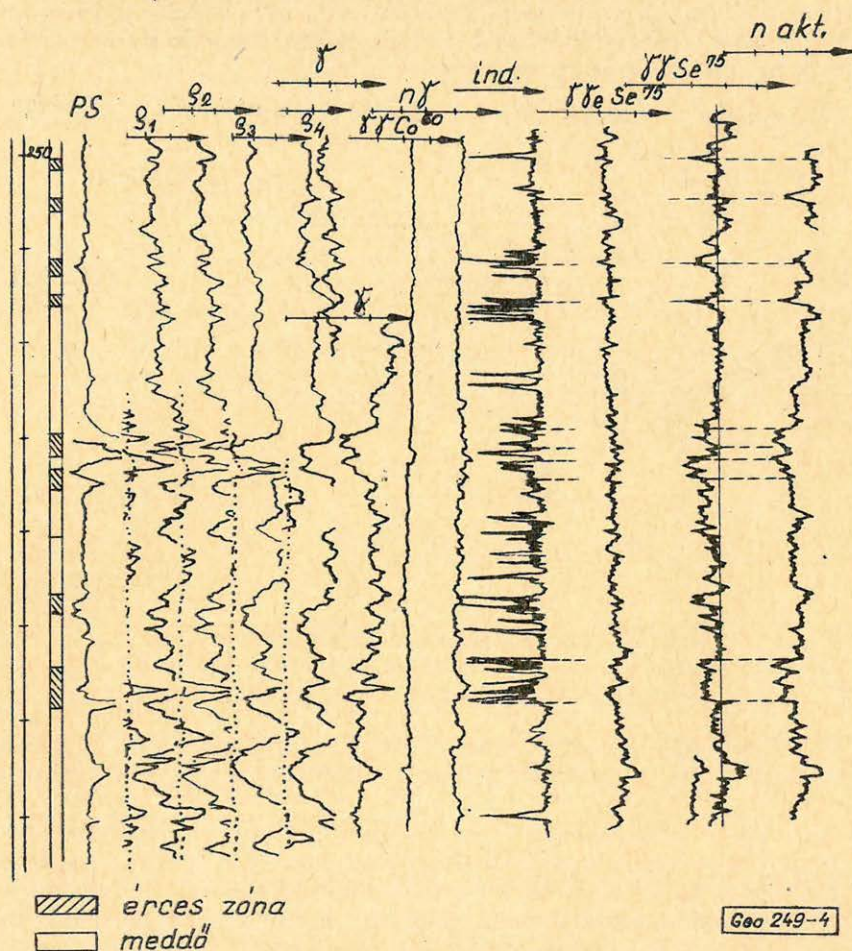
Itt is változhatna a helyzet, ha a kitűzött földtani cél mereven lehatárolt, egy nyersanyagra irányuló volta kiszélesedne, illetve ha az egyoldalúan magfúrásra alapított kutatási szemlélet a szükséges információk egy részének geofizikai úton történő megszerzésének gazdaságosabb mivoltát figyelembe venné.

Érc kutatási és kutatásgazdasági vonatkozásban a hazai területek közül legkevésbé kialakultnak a komplex ércesedés vizsgálata tekinthető. Itt a módszeres bőséges választéka került kipróbálásra és lett többé-kevésbé eredményes attól függően, hogy milyen szinten állapították meg a kutatási feladatot.

Az egyszerű PS méréstől kezdve a kontakt és gerjesztett potenciál módszerek, az egyszerű ellenállás szelvényezés és az indukciós mérés, a természetes-

gamma és a különböző típusú másodlagos gamma mérések voltak egyik vagy másik ércesedési típussal korrelációba hozhatók, attól függően, hogy a fúrás harántolt-e olyan érces szakaszt, mely a tartó kőzet tulajdonságait makroszkópos méretekben megváltoztatta, vagy olyan hintett ércesedés volt, mely csak egyes elemek megszóllaltatására alkalmas módszerekkel kutatható.

Néhány sikeres szelvény azt mutatta, hogy a koncentrált kifejlődésű ércesedés kimutatására a legeredményesebb eljárás az indukciós szelvényezés. Előnye abban rejlik, hogy viszonylagosan egyszerű észlelési technikája mellett az ércet akkor is kimutatja, ha azt a fúrás közvetlenül nem harántolta, csupán a szonda behatolási tartományában van. Ez nagy előnye a PS, a GP és mindenféle kontakt eljárással szemben. Hátránya viszont az, hogy érzékeny az agyagos, mállott fúrólukszakaszokra is.



4. ábra. Teljes mérés-komplexum érc-kutató fúrásban. A hagyományos ellenállásgörbék nagy részének elhagyásával nem csökkenne az értelmezhetőség

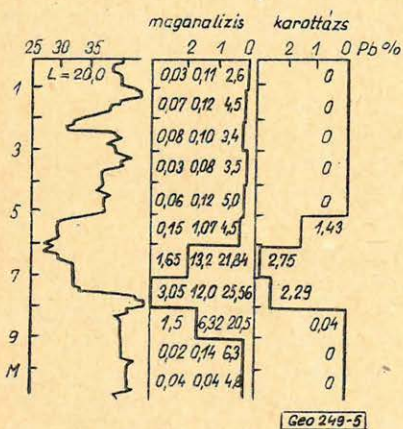
Fig. 4. Полный комплекс исследований в рудопроисковой скважине. Если опустить значительную часть стандартных кривых сопротивлений не снижается степень интерпретируемости данных

Fig. 4. Vollständiger Messkomplex in einer Erzschürfenden Bohrung

Mindezeket igazolja 4. ábránk, ahol az érces szakaszok kijelölésében a teljes mérési anyagból elsősorban az indukciós szelvény, a centrirozott szelektív gamma-gamma szelvény és többé-kevésbé a neutron aktiválásos szelvény használható. A komplexum többi görbéje, tehát a különböző típusú ellenállásgörbék, a természetes-gamma, a Co^{60} -nal felvett gamma-gamma és a neutron-gamma görbe keveset, vagy semmit nem tesz hozzá az értelepekre vonatkozó információkhoz.

A kutatás gazdaságosságát véve figyelembe, fentiek szerint az érces szakaszok kijelölésére szolgáló mérés-komplexum alapjául az indukciós görbének kell szerepelnie. Kiegészül az indukciós görbére alapított mérés-komplexumunk, ha a kutatás feladatát az érc jelenlétének indikálása túl az egyes főbb érc-összetevők százalékos mennyiségének meghatározása is képezi. Ilyenkor kap lényeges szerepet a szelektív gamma-gamma módszer és a neutron aktiválás megfelelő formája, esetleg mindkét módszer spektrális gamma detektálással kombinálva.

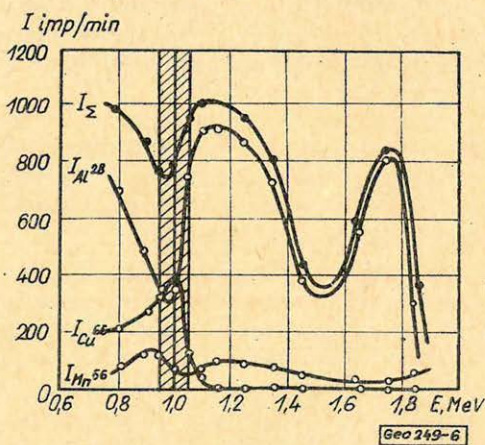
Az ólomtartalom szelektív gamma-gamma karottázs útján történő meghatározására vonatkozó irodalmi anyagon kívül némi hazai tapasztalat is van. Mint ismeretes, megfelelően lágy gamma-forrás, rövid szondahossz és a lágy gamma kvantumok átérésztésére alkalmas szondaház (továbbá szcintillációs detektor) alkalmazásával a mérési módszer alkalmassá tehető kis ólomkoncentrációk meghatározására. Ezt igazolja az irodalomból vett 5. ábránk. Az ábrából látható, hogy még jelentékeny vas- és cinktartalom mellett is a maganalízissel jól egyező $Pb\%$ -okat ad a szelektív gamma-gamma módszer.



5. ábra. $Pb\%$ szelektív gamma-gamma szelvényből és maganalízisből

Фиг. 5. Процентное содержание свинца, определенное по кривым селективного ГГК и по данным анализа ядер

Fig. 5. Pb - Prozente aus Gamma-gamma-Profil und Kernanalyse



6. ábra. Az Al és Cu neutron aktivált gamma-intenzitásának szétválasztása spektrális gamma-méréssel

Фиг. 6. Разделение величин интенсивности гамма-излучения алюминия и меди с нейтронной активацией по данным спектрального ГГК
Fig. 6. Trennung der neutron-aktivierten gamma-Intensität von Al und Cu durch Gamma-Spektral-Messung.

A komplex érc másik fontos komponense a réz. Ennek meghatározása aktívációs analízissel lehetséges az 5,1 perc felezési idővel bomló Cu^{66} -os izotóp 1,04 MeV-es gamma sugárzásának regisztrálása útján. Probléma akkor jelent-

kezik, ha a rézére olyan kőzetbe van ágyazva, mely jelentős Al tartalommal bír. Már egyező súlyszázalékos előfordulások esetén is az Al aktiválódásából származó gamma szint kb. 20-szorosa a Cu-ból származónak, ami önmagában is elegendő annak teljes elfedésére. Kedvezőtlenebb arány esetén a helyzet még nyilván rosszabb.

A megoldás lehetőségére 6. ábránk utal, mely laboratóriumi mérésből származik. Az ábrában a gamma energia függvényében van ábrázolva egy rézből, alumíniumból és mangánból álló 3 komponensű érc neutron aktiválása útján keletkező összes gamma sugárzása, valamint az egyes érckomponensekre eső gamma kvantumok száma. Az ábrából világosan látható, hogy az Al tartalomra az 1,78 MeV, míg a réztartalomra az 1 MeV körüli energiaablak a jellemző. Ezen alaptényeknek a karottázs-gyakorlatba való átvitelén, különösen a szelvényezés sebességének és a kalibrálás helyességének jó technikáján múlik a módszer eredményessége.

Ha a gazdaságosság szemszögéből nézzük a kérdést, meg kell állapítanunk, hogy a radiológiai, de különösen az aktiválásos eljárások a legköltségigényesebb módszerek, melyeknek összköltsége már csak kb. egy nagyságrenddel marad el a fúrás költségétől. Alkalmazásuk is tehát elsősorban azokra a szelektált fúrólyukszakaszokra indokolt, melyeket az áttekintő módszerek érc tartalmúnak jeleztek.

Van a karottázs műveleteken belül a gazdaságosság növelésének egy olyan útja, mellyel eddig a hazai érc- és szénkutató fúrások vizsgálatában csak kevésé éltünk. Ez a kombinált szondák alkalmazása. A jelenlegi gyakorlatban a maximális kombinációt a kétparaméteres radioaktív mérés, illetve a klasszikus ellenállás görbék valamely 2–3 tagú csoportjának és a PS-nek egyidejű felvétele jelenti. A kombinált szondák hiányában a legtöbb fizikai és lyukállapot paraméter külön kerül felvételre.

Igaz, hogy az érc- és szénkutató fúrások általában kis és közepes mélységűek, így a komplex eszközök nagyobb beszerzési költsége, illetve az alkalmazásukkal nyerhető mérsékelt megtakarítások a régi technológia továbbalkalmazása mellett hatnak, de a gazdaságosságra vonatkozó igény előbb-utóbb elvezet a szondakombinációkhoz.

Előzőkben már érintettük a digitális adatrögzítésben és a gépi adatfeldolgozásban rejlő potenciális lehetőségeket. Szilárd ásványi nyersanyagoknál nem annyira az egyedi szelvények feldolgozásában, mint inkább összefüggő részleteken feltárt területek egységes szempontok szerinti feldolgozásában várhatók a digitális szelvényezés és feldolgozás előnyei. Rendkívüli jelentősége lehet a fúrásokból származó földtani és geofizikai adatok gépi hozzáférhetőséget biztosító tárolásának, mert a csak szilárd ásványi nyersanyag kutatás céljából mélyített évenkénti fúráshosszból nyert információmennyiség messze meghaladja az emberi memória tároló kapacitását, nem is beszélve olyan részletező laboratóriumi vizsgálati anyagokról, melyek éppen részletező voltuknál fogva nem is kerülhettek eddig összefoglaló szinten értékelésre, illetve összehasonlításra.

Összefoglalva az előzőkben mondottakat: A gazdaságosság szempontjából is optimális mérés-komplexumot a kitzűzött földtani cél és a rendelkezésre álló technikai színvonal szabja meg. Ugyanazon költségráfordítással a korszerű eszközök és mérési eljárások (indukciós ellenállás, laterolog, szcintillációs szonda stb.) több és pontosabb információt adnak, tehát alkalmazásuk célszerű. A digitális adattárolás és feldolgozás a szilárd ásványi nyersanyagok terén is új lehetőségek megnyitását ígéri.

- Dr. Sebestyén K. – Andrassy L. – Morvai L.:* Mélyfúrási geofizikai mérések alkalmazása a bauxit kutatásban Geofizikai Közlemények XIII. 1964.
- Morvai L. – Mészáros F. – Viola B.:* A reeski érekkutató fúrásokban végzett geofizikai vizsgálatokról. Földtani Kutatás XI. 3–4.
- L. I. Smonin és szerzőtársai:* Ólomtartalom meghatározása polimetallikus ércekben a szórt gamma-sugárzás alapján (oroszul). Jagyernaja Geofizika 3. Nyedra Moszkva 1968.
- E. J. Kurevko és szerzőtársai:* Részecék in situ aktivációs analízise módszerének kidolgozásával kapcsolatos vizsgálatok előzetes eredményei (oroszul). Jagyernaja Geofizika 3. Nyedra Moszkva 1968.

EGYESÜLETI HÍREK

(folytatás a 185. oldalról.)

- d)* Kétdimenziós szűrőprogram készült szeizmikus adatok feldolgozásához. A program a látszólagos sebességekre adott feltételek alapján kiszámítja a szűrőfüggvényt, alkalmazza azt és a szűrt szeizmogram kirajzolását vezérlő graphomát lyukszalagot szolgáltat. (A sebesség-szűrés mellett egyidejűleg frekvenciaszűrés is történik.)
- e)* Elkészült a dekonvolúciós szűrőprogram. A program a szűrőoperátorokat a szűrendő függvény autokorrelációs függvényéből alkotott lineáris egyenletrendszer megoldásával adja, felhasználva a Levinson algoritmust.
- f)* Általános program készült geoelektromos görbeseregek számítására vízszintes rétegek esetén. A rétegek maximális száma 8.
- g)* Programok készültek a direkt kiértékelés megoldására geoelektromos szondázási görbék alapján.
- h)* Program készült a mélyfúrási szelvények kvantitatív kiértékeléséhez szükséges elméleti görbeseregek pontjainak a kiszámítására.
- i)* Kísérleti programok készültek a statisztikai jellegű kiértékeléshez szükséges feltételek gép segítségével történő megállapításához.
- j)* Az ELTE tanszéken görbeillesztési, kiegyenlítési, valamint geofizikai alkalmazásokhoz szükséges és parciális differenciál egyenletek numerikus megoldására szolgáló programok készültek (Razdan és Odra gépeken). A MTA soproni Geofizikai Kutató Laboratóriuma *CELLATRON SER 2c* gépén elsősorban magnetotellurikus problémák számítását végezte.

A programok felsorolása korántsem teljes. A jövőben az új programok elkészítése mellett meg kell kezdeni az ellenőrzött programok dokumentálását. Ehhez szolgálat segítséget az organizációs programok közül a dokumentációs kiíró és a programáthelyező program.

Az automatikus speciális információfeldolgozást szolgáló berendezések:

1. analóg-digitális (AD) konverter,
2. digitális konvolver,
3. a szeizmikus sztatikus, dinamikus korrekció- és stacking-egység,
4. digitális magnetofon (szeizmikus, mélyfúrási),
5. digitális-analóg (DA) konverter,
6. félautomatikus görbeolvasó,
7. terepi felvevő, visszajátszó

ellenőrzése folyamatosan megtörtént, s ezek a berendezések mintegy alapul szolgálnak egy egyszerű szeizmikus feldolgozó központ megteremtéséhez.

A bérelt gépidő igénybevétele alapján megállapítható, hogy a távlati feladatok a bérelt *MINSZK-2* gépen nem oldhatók meg, mert

1. a geofizikai információfeldolgozás céljára nagyobb teljesítményű gép szükséges, mint a *MINSZK-2*.
2. A bérelti rendszerben a számítógép mellett biztosított tárolási és előkészítési terület rendkívül minimális s ennek következtében a feldolgozás megszervezése szinte lehetetlen, s ezért a gépidő kihasználása nem kielégítő.
3. A feldolgozandó, s az elkészült anyag szállítása és a digitális gépi berendezések ellenőrzése nehézkes.

A szakértők foglalkoznak az új geofizikai számítógéppont kialakításával és hozzá a számítógép beszerzésének a lehetőségével; a számítógép beszerzése 1970-re várható.

Zilahy-Sebestyén László
az Automatizálási Bizottság titkára