

# Adalékok a szénbányászatban alkalmazott geofizikai kutatások történetéhez

A magyarországi kőszénbányászat első írásos nyomait a XVII. század közepéről ismerjük SCHAFER András jezsuita szerzetes Rómába küldött tudósításaiból [ZSÁMBOKI 1988].

A felszínre kinyúló kőszén-előfordulások felderítéséhez hosszú időn keresztül nem volt szükség költséges kutatásra. 1766-ban az udvari kamara dekrétumot adott ki: aki tőzegtelepet lel és jelent be, 24 dukát jutalmat kap. Ennek eredményeként 4 év alatt 10 vármegyéből 16 lelőhelyet ismertek meg.

A mai Magyarország területén talált szénelőfordulásokon a bányászat megindulása a következő évszámokhoz köthető: Brennberg 1759, Vértessomlyó 1780, Esztergomi medence 1780, Pécs-Vasas 1787 és Mecsek-Váralja 1793.

Az alábbiakban — szükségszerűen korlátozott terjedelemben — a szénbányászatot segítő geofizikai kutatások történetét a hazai kőszénbányászat egy-egy nagyobb korszakához kapcsolva tekintjük át. A fejezeteken belül sorra vesszük a felszíni, a karotázs és a bányabeli mérések eredményeit.

## 1. A kezdetek

### *Az első felszíni mérések*

Az alkalmazott geofizikai kutatások a XX. század elején EÖTVÖS Loránd méréseivel kezdődtek. EÖTVÖS torziós ingájával szénbányászathoz kapcsolódó mérésre 1920-ban került sor az esztergomi szénmedencében [PEKÁR 1922]. Ez a kutatás nemcsak tudománytörténeti jelentőségű, hanem példamutató az a körültekintő figyelem, amellyel EÖTVÖS tanítványa a mérést előkészítette, elvégezte és kiértékelte. A tokodi bányaterületen két szelvény mentén végzett mérést a föld alatti vetődés helyének és nagyságának meghatározására. Előzetes számítással igazolta, hogy a gravitációs potenciáltér gradiensében és görbületében a vető hatása kimutatható. A különböző zavaró hatások csökkentése érdekében a terepet egyengette, két műszerrel párhuzamosan mért, az észlelést éjszaka végezte és figyelembe vette a téren és a kartografikus hatást. A mérési eredményeknek legjobban megfelelő földtani modellt számításokkal, kőzetmintákon végzett sűrűségmérések segítségével határozta meg.

Az 1930-as évek közepén a budapesti Műszaki Egyetemen kifejlesztettek egy hatsatornás szeizmikus berendezést, amelyből két példányt készítettek a Geofizikai Intézet részére. Az egyik műszerrel 1942-ben reflexiós méréseket végeztek ismert dorogi szénelőfordulások felett [GERŐ et al. 1942]. A vizsgálat célja vetők előrejelzése volt a vízvédelmet szolgáló cementáló fúrások tervezéséhez. A triász mészkő felszínéről és a széntelepről szerkesztett reflektáló felületelemek igazolták, hogy a reflexiós módszerrel a vetők helye és nagysága kimutatható.

### *Az első, kőszénbányában végzett mérés*

Bányában végzett geofizikai mérésre első ízben 1928-ban Dorogon került sor [PEKÁR 1935]. A feladat 250—300 m mélységben lévő karsztos üregek kimutatása volt. PEKÁR számításokkal igazolta, hogy a tömeghiány felszíni hatása nem éri el a mérés pontosságát, ezért a Geofizikai Intézet egyik könnyen szállítható torziós ingáját levitték a Reimannakna vízbetöréssel fenyegetett szakaszára. Itt 25 napi folyamatos regisztrálással 14 állomáson végeztek mérést.

A dorogi bányagazgató értékelése szerint a „Pekár-vonalon” mélyített két fúrásban elnyeletett 6915 m<sup>3</sup> homokkal és 7589 q cementtel sikerült a kimutatott üreget úgy elzárni, hogy a terület teljes lefejtésének ideje alatt a bányába befolyó víz a 200 litert nem lépte túl.

## 2. A kőszénbányászat intenzív fejlesztésének időszaka

A II. világháborút követően a hazai szénbányászat teljesítménye meredeken emelkedett. Míg 1938-ban az éves termelés 9,4 millió tonna volt, 1964-ben meghaladta a 31,5 millió tonnát, de még 1975-ben is — az olcsó olaj ellenére — 24,9 millió tonnát termeltek ki. A szénbányászat termelésének megtöbbszörödése, majd szinten tartása a geofizikai kutatások számára fejlesztéseket ösztönző feladatokat adott.

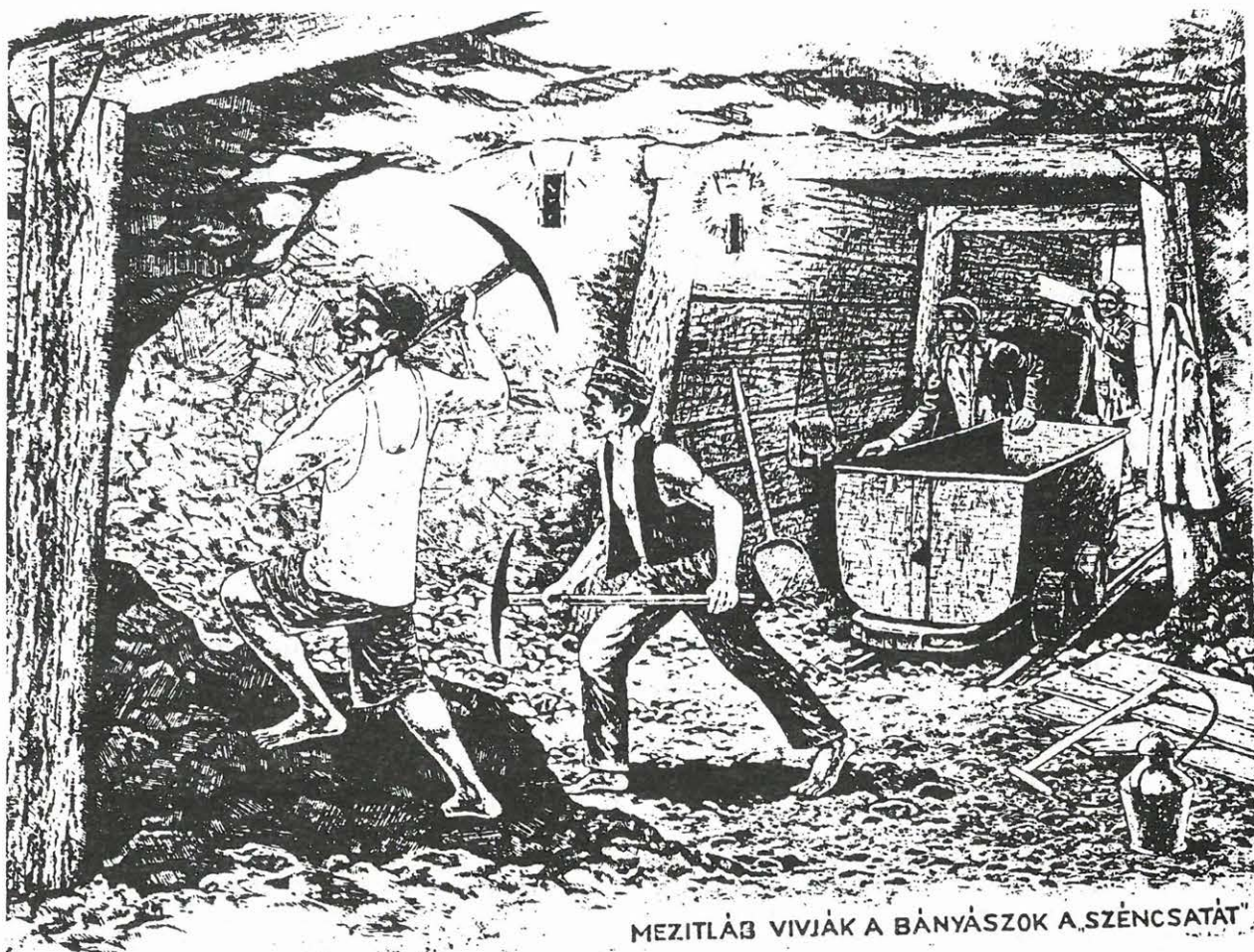
### *Új feladat: ismeretlen kőszén-előfordulások felfedezése*

A nemzetközi szakirodalomban számos cikket találunk a bányászathoz kapcsolódó feladatok megoldásáról, de igen ritkák azok a beszámolók, amelyek ismeretlen kőszén-előfordulások felderítéséről tájékoztatnak. A hazai geofizikusok e feladat megoldását több módszer komplex alkalmazásában keresték [FACSINAY, RENNER 1955]. SZILÁRD J. az MGE 1954. évi pécsi ankétján máig érvényes formában foglalta össze a kutatás elvét:

„Mikor ezeknek a módszereknek a nyersanyagkutatás szolgálatában való alkalmazásáról beszélünk, tisztában kell lennünk azzal, hogy a geofizika nem olajat és kőszént és nem más egyéb nyersanyagot kutat, mint primér kutatási tárgyat, hanem földtani viszonyoknak, mégpedig szerkezeti viszonyoknak a megismerésére törekszik.” Már a tervezés szintjén meg kell határozni minden egyes geofizikai módszer saját feladatát:

„Mindazonáltal két feladat volna, aminek (...) rendszeres elvégzése kívánatos és szükséges volna:

1. Az előbb említett, esetleg széntelepet rejtő minimum zónáknak és azok kiterjedésének a felkutatása és meghatározása azokat a gravitációs módszerekkel a possibilis szénterületeken és



MEZITLÁB VIVJÁK A BÁNYÁSZOK A „SZÉNCSATÁT”

2. az így meghatározott minimum övek mélységi viszonyainak meghatározása szeizmikus mérésekkel abból a célból, hogy ilyen módon újabb lehetséges telepeknek a fekvése vízszintes és függőleges irányban is meghatározható legyen.”

A Mecsek és a Villányi-hegység rendszeres geofizikai kutatása 1953-ban kezdődött el [SZÉNÁS et al. 1964]. A geofizikai mérések célja itt kezdetben a szénkutatás volt, de 1956-tól fokozatosan meghatározóvá vált az uránérc tartalmú permi homokkő felderítése. A módszertani tapasztalatok közül a legfontosabb az volt, hogy a szeizmikus, a geoelektromos vagy a gravitációs módszer különböző mértékben eredményes attól függően, hogy a haszonanyagot tartalmazó, harmadidőszak előtti alaphegység milyen mélységben található.

1955-ben az esztergomi szénmedencében végzett gravitációs és szeizmikus refrakciós mérésekkel [POSGAY 1956] megkezdődött a Dunántúli-középhegység medencéinek geofizikai kutatása. Az 1960-as évek közepétől már — a KFH által finanszírozott — kőszén- és bauxitkutatási programról beszélhetünk, amelyet a MÁFI és az ELGI közösen végzett [SZABADVÁRY 1965]

A hegyvidéki terület, a vetőkkel erősen összetört karbonátos medencealjzat új mérési, feldolgozási és értelmezési eljárások kidolgozását igényelték. Az

„optimalizált mélységszámítás” során egy, a gravitációs adatokból meghatározott területet illesztettek a fúrásponthoz, illetve a szeizmikus vonalak mentén ismert karbonátos medencealjzat felszínéhez. Azokban a medencékben, ahol a kőszén a medencealjzat közelében helyezkedik el („alapterület”), az eljárást sikeresen alkalmazták [PINTÉR, STOMFAI 1974]. Jelentős ipari kőszénvagyon felderítéséhez járultak hozzá a héreg — tarjáni medencében végzett mérések [RÁNER 1971], továbbá ezek a vizsgálatok hívták fel a figyelmet a mátyáshegy — zsámbéki kőszén-előfordulás lehetőségére [SZABADVÁRY, REZESSY 1976].

#### *A szénkarotázs kezdete*

Kőszénkutatási céllal karotázs mérés hazánkban a második világháború előtt nem volt. Szénkutató fúrásban először 1950-ben Komlón végeztek karotázs mérést magyar szakemberek Schlumberger automata berendezéssel. Nemi szünet után a MASZOLAJ Rt. nagykanizsai csoportja 1954 februárjától kezdve szelvényezett a mecseki kutatási területen, s még abban az évben összesen 55 mérést végeztek [SZÉNÁS et al. 1964].

Az olajipari eszközök alkalmazása a kőszénkutatásban több szempontból problematikus volt. Egyrészt az átmeneti visszaesés után ismét fellendülő

hazai olajbányászat lekötötte a karotázs technikát, másrészt a szondák nem a szénkutató kis átmérőjű fúrásaihoz készültek.

A szénkutató karotázs méréseket, valamint az eszközök fejlesztését fokozatosan átvette az ELGI. 1954 áprilisától először Dorogon és Tatabányán, később pedig rendszeresen végeztek karotázs méréseket szénkutató fúrásokban félautomata, majd automata műszerekkel.

A szénkutató fúrásokban kezdetben SP-t (amelyet porozitás szelvénynek is neveztek) és két különböző behatolású ellenállásmérést végeztek, amelyeket oldalfal-mintavétellel egészítettek ki. A litológia meghatározása, a széntelepek kijelölése, majd oldalfal mintával történő igazolása jelentősen hozzájárult a fúrás alapján összeállított geológiai rétegsor megismeréséhez [KISS E. Z.]. A kis fúrási átmérő és a jó rétegfelbontás igénye következtében kezdték alkalmazni a gerjesztett potenciál mérést [SEBESTYÉN K.] és 1955-ben elkészült a hazai fejlesztésű MO,10 A1,95B elektromos szonda, valamint az 50 mm átmérőjű magminta vevő [LAKATOS S.].

1955 nyarán Esztergomban, ősszel Komlón megkezdték működésüket a szénkutató specializálódott ELGI mérőcsoportok. 1958 őszén az Intézet Miskolcon is létrehozta szénkutató foglalkozó karotázs bázisát. Különösen jelentős volt itt a fekete-völgyi kutatási mintaterület, ahol a szénkutató szempontjából fontos radioaktív módszereket (természetes gamma (TG), gamma-gamma (GG) karotázs) is alkalmazták. A borsodi szénmedencében a karotázs a szokásos feladatán (a rétegsor tagolása, a szén kijelölése, a telep részletes felbontásának megadása) kívül a földtani szerkezet és a kor meghatározását is szolgáltatta a mélyfúrás geofizikai réteggelkorreláció segítségével [FÁBIÁNCSICS 1961, BARÁTH et al. 1965]. A módszer telepszámozási kérdésekben és kísérő telepek kimutatásában fontos információt szolgáltatott a geológiai modellhez.

A 60-as évek első felében az ELGI már az ország valamennyi szénkutató részét vett karotázs módszerrel. Az optimális mérőkomplexum (SP, R1, R2, R3, TG, GG, lyukbőség, hőmérséklet, lyukferdeség) szükségtelenné tette az oldalfal-mintavételek alkalmazását, de bonyolult földtani viszonyok között (Mecsek), vagy a geológusok kifejezett kérésére a hetvenes évek elejéig használták őket.

1964 végén a szénkarotázs átkerült az OFKFFV-hez, de az ELGI tovább folytatta az eszközfejlesztést és méréseket is végzett. A hatvanas évek közepén jelentős kutatás folyt a visonta—bükkábrányi lignitmezőkön. A bükkábrányi lignitkutató komplex karotázs vizsgálatot igényelt és a víztelenítés mértékének vizsgálatával a bányászati tevékenységet is segítette [B. SZABÓ L.]. A lignittelepek kijelölése, finomszerkezete, korrelálhatósága és a fedő-fekü képződményeinek, valamint az esetleges homokkő padok, víztartalmú rétegek vizsgálata (Kál-Kápolna, Füzesabony: PALKÓ M., Torony: REGŐS P., B. SZABÓ L.) a karotázs jelentős eredményei közé tartoznak.

A természetes gamma sugárzás analízise nemcsak a szén esetleges aktivitását mutatta ki, hanem azt is, hogy melyek (U, Th, K) az aktivitás összetevői.

## A bányageofizikai tevékenység

A II. világháborút követő, mintegy harminc éves időszakban a bányászattal szemben támasztott követelmények a művelést segítő geofizikai kutatásoknak nem kedveztek. Eleinte azért, mert a napi termelési teljesítmény számonkérése mellett „kutatgatással” a fejtést akadályozni nem lehetett, később, a szén leértékelődése idején pedig a bányászati problémákat egyszerűen az aknák bezárásával oldották meg.

Ezek az évek mégis módot adtak az egyes geofizikai módszerek bányabeli kipróbálására. A Mecseki Szénbányák 1954-ben megalakult Kutatási Osztályának geofizikai csoportja MASSZI D. vezetésével már ebben az időszakban végzett kísérleteket különböző módszerekkel (például bányakarotázs, telep-hullám mérések). A Tatabányai Szénbányák a bányakarotázs kísérleteken kívül geotermikus méréseket végzett endogén melegedési göcök és fedő-, ill. fekvővizek kimutatására. A miskolci NME Geofizikai Tanszékén a 70-es évek elejére CSÓKÁS J. kidolgozta a geoelektromos telepszondázás módszerét, amellyel tudomásunk szerint a világon először végeztek bányabeli geoelektromos méréseket tektonikai zavarok kimutatására a Borsodi Szénbányáknál.

## 3. Az olajválság hatása

Az első olajválságra a hazai szénbányászat viszonylag gyorsan reagált. A termelés csökkenő tendenciája az 1975. évi minimum — a már említett 24,9 millió tonna — után egyenesen növekedni kezdett (1982: 26,1 millió tonna). A korszerű művelési módok bevezetése teljesítménynövekedést hozott. Egyúttal azonban megjelentek a „nem várt geológiai akadályok”, amelyek leküzdésére megerősödött a termelési kutatás: létrejöttek a vállalatoknál működő bányageofizikai szolgálatok. A magyarországi kőszéntelepek átlagosnál kedvezőtlenebb művelési feltételei, nagy kockázata és magas költségei minden erőfeszítés ellenére a termelés hanyatlásához vezettek (1989: 20,0 millió tonna) még a nagy ipari felhasználók leépülése előtt.

### Felszíni kőszénkutató programok

Az 1975 és 1989 közötti időszakot a nagy kőszénkutató programok jellemezték. Az igény változó volt: az időszak elején a nagy készletek felkutatása, később a karsztvízveszély elkerülése, végül a kis beruházással megnyitható, felszínről művelhető kőszéntelepek felderítése volt a feladat. A felszíni geofizika számára mindez új eljárások alkalmazását jelentette.

Magyarországon a paleozoós kőszénképződés nyomai például a Zempléni-hegységben régóta ismertek, de ipari jelentőségük nem volt. Az erősen tektonizált, kocszosodott kőszén, antracitok és grafitos palák vezetőképesége jellemzően nagy, így jelenlétükre a geoelektromos méréseket is tartalmazó komplex geofizikai kutatás felhívhatja a figyelmet. Az 1960-as években felfedezett „Magyarország legnagyobb tellurikus anomáliájának” vizsgálata során az ELGI Magyar-Mecseke környékén jólvezető újpaleozoós övezetet mutatott ki az 500—1500 m közötti

mélységtartományban [NEMESI et al. 1990]. Egy majdani, esetleg mélyítendő alapfúrásnak kell eldöntenie azt a kérdést, hogy sikerült-e ezekkel a mérésekkel ipari jelentőségű kőszén felfedezni.

A liász időszi kőszén kutatásban az ELGI a Mázsa-D—Váralja-D területen szeizmikus reflexiók mérésekkel vett részt. A kőszéntelepességre kapott jellegzetes reflexiók alapján vetőket, feltolódási síkokat és a széntelep valószínű elterjedését lehetett kijelölni [KÓNYA et al. 1985].

A kimerülőben lévő ajkai szénvagyont pótlására 1980-ban előkutatás kezdődött [HOFFER et al. 1981]. A szenon széntelepességre „köztes telep” jellegű, azaz a közelében elsőrendű geofizikai határfelület nincs, ezért eredményes kutatásához a rétegsor részletes tagolását biztosító módszerek szükségesek. Az ELGI szeizmikus reflexiók és multifrekvenciás elektromágneses méréseket végzett a területen (Ajka-II). Az Ajkai Kőszén Formáció a reflexiók szelvényeken kiemelkedően nagy energiával jelentkezett.

Az eocén kőszén kutatásában a felszíni geofizikai módszerek hazai fejlesztése és alkalmazása több eredményt ért el [ÁDÁM 1981]. Az alaptelep típusú területeken kőszén előfordulások felfedezéséhez vezetett a Gerecse DK-i előterének több medencéjében, így a mány-kelet—zsámbéki és a lencsehegy-déli területen. Egymást keresztező vetőrendszerekkel tagolt, blokkos szerkezetű kőszéntelepek 3-D szeizmikus leképezésére hazánkban először 1978-ban került sor [MAJKUTH T., ZSADÁNYI É.]. A felbontóképesség növelésével (nagy dinamikájú műszer, korszerű feldolgozás) a vetők minél pontosabb kijelölése volt a feladat azoknál a szeizmikus méréseknel is, amelyeket feltáró vágatok, lejtaknák tervezéséhez végzett az ELGI. Oroszlány, Balinka és Dudar térségében — ahol a 60-as években végzett komplex kutatás csak a „pre-ausztriai medencealjzatot” tudta követni — az 1980-as évektől kezdve sikerült szeizmikus reflexiók mérésekkel a kőszén települési jellegét, tört és hajlított formáit pontosan leképezni.

A miocén korú észak-magyarországi szenek felszíni geofizikai kutatásában saját műszereikkel és feldolgozási eljárásaikkal jelentős munkát végeztek a Miskolci Egyetemen TAKÁCS E., illetve a borsodi [EGERSZEGI P., MOLNÁR D.] és nógrádi [TÖRÖS E.] bányák geofizikusai. Az itteni kőszén köztes telepet alkotnak, ezért az ELGI a kutatásait a '80-as évek elejétől kezdve elsősorban szeizmikus, részben elektromágneses módszerekkel végezte [SZALAI I., KUMMER I., FARKAS I.]. A szeizmikus szelvények értelmezésénél a változatosan elhelyezkedő vulkáni képződmények kimutatásával a mágneses mérések jól felhasználhatóak voltak. Az évtized végén a bányászat a romló gazdasági helyzet miatt a medenceperemi, kis mélységű kőszén-előfordulások kutatása felé fordult. E feladatok megoldására a sekélyszeizmika mellett a geoelektromos módszereket is alkalmazták.

A felszíni geofizikai módszerek alkalmazása hazai lignitbányáknál a termelési kutatásra korlátozódott. A Mátraaljai Szénbányák részére végzett mérnökgeofizikai szondázásokkal a fedőösszletben lévő homokkőpadok, csúszásveszélyes rétegek, illetve a haszonanyag jelenléte és mélysége nagy pontos-

sággal meghatározható volt [FEJES, DOBROVOLNI 1986].

### *A karotázs módszerek fejlődése*

A neutron-neutron és az akusztikus karotázs módszer megjelenése a 70-es, illetve a 80-as évek közepén a korábbi komplexummal együtt lehetővé tette a kőszén minőségi paramétereinek (sűrűség, fűtőérték, hamu- és víztartalom) in situ mérését is. Biztató kísérletek történtek a rugalmassági paraméterek meghatározására. Széntelepek tektonikai zavarainak detektálására fúrólyukak közötti geoelektromos rétegkorrelációs eljárást adaptáltak [KIRÁLY et al. 1986]. A módszer- és műszerfejlesztés eredményeként a szénkarotázsban is elterjedt a digitális mérés-technika és a számítógépes adatfeldolgozás [BARÁTH I., MÉSZÁROS F., SZENDRŐ D.]. Az eocén korú szenekben külföldi és hazai szakemberek [PAPP J., REGÓS P.] által végzett karotázs vizsgálatok a szén települési viszonyai és a hidrogeológiai veszélyek kutatásában elősegítették a megbízható geológiai modell kialakítását.

### *A bányageofizika virágkora*

A kezdeti kísérletek után a magyar bányageofizikai kutatás a 70-es években indult fejlődésnek, az erősen tektonizált, esetenként víz- és süjtólégveszélyes szénbányákban megkezdett intenzív, nagymértékben gépesített bányaművelés igényeinek hatására. Ezt jelentősen előmozdította az, hogy az iparág legfelsőbb irányítása is sürgette, támogatta a geofizika bányabeli alkalmazását: „A termelési, személyi és anyagi biztonság növelése érdekében mindig is szükségesnek tartottuk a bányászok földtani környezetének a lehető legteljesebb megismerését. Ezért ítéljük igen fontosnak a ... geofizikai módszerek minél szélesebb körű felhasználását” [TAMÁSY 1980]. A bányageológusok és a bányászat folyamataért felelős bányamérnökök konkrét feladatokat is megfogalmaztak (a lefejtésre előkészített széntelep tektonizáltságának feltérképezése, a kísérő kőzetek vízvédelmi szempontú vizsgálata, a kőzettömegben végbemenő folyamatok bányabiztonságot célzó nyomon követése).

A teljes térben, de a rendelkezésre álló vágatokra korlátozódott mérési geometriával végzett mérések, a bányaműveléssel járó zavaró tényezők és a biztonsági előírások olyan mérvű eltérést jelentettek a felszíni mérésekhez képest, hogy jelentős műszer- és módszerfejlesztés nélkül a feladatok megoldása nem volt lehetséges. A bányageofizikával foglalkozó intézmények (Mecseki Szénbányák Kutatási Osztálya, NME Geofizikai Tanszék és az ELGI) mellett a kutató-fejlesztő munkában és az alkalmazásba állításban fontos és nélkülözhetetlen szerepük volt a bányavállalatoknál dolgozó geofizikusoknak. A bányageofizikai csoportok tagjainak a helyi problémák ismeretén túl napra készen tájékozottnak kellett lenniük az egyes geofizikai módszerek lehetőségeiről. Az egyes bányáuzemekenél működő csoportok tagjai a következők voltak:

— Borsod: EGRSZEGI Pál, MOLNÁR Dezső, TARACZKÖZI Gusztáv és BALÁS László

- Dorog: SPANYOL József és SPANYOL József-né
- Mecsek (csak a másutt nem említett kollégák): BARANYAI Pál, GACSÁLYI Márta, MENYHEI László
- Nógrád: TÖRÖS Endre
- Tatabánya: KÖRMENDI Alpár, TASKA Csaba és TASKA Csabáné
- Veszprém: MARTINKÓ Mária, TÓTH Péter.

Az igények és a lehetőségek következtében a bányageofizikában fellépett extenzív és intenzív fejlődést jól jellemzi a Geofizikai módszerek alkalmazása a szénbányászatban című 1980-as NIMDOK kiadvány, amelynek írói [BARÁTH I., BODOKY T., CSÓKÁS J., GYULAI Á., EGRSZEGI P., FÁBIÁNCSICS L., KISS Cs., KOVÁCSY B., KÖRMENDY A., MOLNÁR D., NAGY D.-né, ORMOS T., PÁLOS M., SZABADVÁRY L., SZABÓ I., VÁRFALVI L. és VERBÓCI J.] a terület legjelentősebb kutatói voltak. A kötet fejezetei alapján áttekinthetők a bányageofizika örökzöld feladatai (bányatervezés, tektonikakutatás, bányabiztonság, szénminősítés) és az alkalmazott kutatási eljárások (szeizmikus telephullám- és szeizmikus akusztikus mérések, geoelektromos, geotermikus és bányakarotázs módszerek).

A 80-as évtized végéig terjedő időszak kutatási eredményeit legjobban az NME kutatóinak dolgozata [DOBRÓKA et al. 1990] alapján foglalhatjuk össze.

A szeizmikus kutatási eljárások közül leginkább a széntelepekben terjedő telephullámokat felhasználó reflexiós és átvilágítás mérések terjedtek el a telepzavarok — elsősorban vetők — detektálására és térképezésére. Az első hazai kísérletet a NME Geofizikai Tanszéke hajtotta végre 1972-ben a Borsodi Szénbányáknál [ORMOS 1980]. Az ELGI a Nógrádi Szénbányáknál az első, a bányaművelésben felhasználható és lefejtéssel igazolt átvilágítás mérést 1976-ban végezte [BODOKY et al. 1976]. A Mecseki Szénbányáknál a kombinált reflexiós átvilágítás módszert 1980-ban már üzemszerűen alkalmazták [SZABÓ 1980]. Ezek a mérések még analóg műszerekkel, kézi kiértékeléssel történtek.

A kezdeti mérési tapasztalatok alapján intenzív elméleti-módszertani fejlesztés kezdődött. Az ELGI ESS-01-24 digitális mérőszeizmikus műszere [KOCH Gy. 1978], illetve annak Európában első között, 1984-ben létrehozott süjtőlégbiztos változata megteremtette az adatok számítógépes feldolgozásának lehetőségét. A BODOKY T. vezetésével folyó kutatás az ELGI-ben rutinszerűen alkalmazható mérési módszertant és a gyors adatszolgáltatást lehetővé tevő, PC-n futtatható feldolgozó programokat eredményezett. Az NME Geofizikai Tanszékén DOBRÓKA [1987] és ORMOS [1988] által végzett elméleti munka nagymértékben hozzájárult a telephullám sajátosságok és a földtani paraméterek közötti kapcsolat tisztázásához. Jelentős fejlesztő munkát végzett a Mecseki Szénbányák Kutatási Osztálya BÄNHEGYI M. [1982], VERBÓCI J., SZABÓ I., majd BAKAI J. és SZÜCS I. vezetésével (3K érzékelés, polarizációs analízis). A fentiek eredményeként az ELGI és a Mecseki Szénbányák a 80-as években több mint 100, a termelést segítő mérést végzett az ország szénbányáiban és Románia, Kína, Csehszlovákia, valamint Törökország egyes bányáuzemeiben.

A bányaszeizmikus mérések másik fontos területe volt a hullámterjedési sebesség vizsgálata a bányatértség feszültségállapotának nyomon követésére. A munka a Mecseki Szénbányáknál indult el 1974-ben a gázkítörésveszélytől mentesült, fellazult zónák térképezésére. A fejlesztésbe bekapcsolódva az ELGI kidolgozta e mérések tomográf feldolgozását [HERMANN et al. 1982], amelynek segítségével a bányatértség feszültségállapot változásai térképszerűen nyomon követhetők [KÖRMENDY et al. 1986]. Röviddel ez után a Mecseki Szénbányáknál is készült kisszámítógépes, gyors feldolgozást lehetővé tevő program [BAKAI 1982] és az NME Geofizikai Tanszékén nemzetközi szinten is jelentős tomográf módszertani kutatás folyt [DOBRÓKA et al. 1992].

Az „aktív” szeizmikus mérésektől alapvetően különbözik a kőzetek tönkremenetelét kísérő akusztikus emissziók vizsgálata. Ezek tér- és időbeli elemzésével a veszélyes mértékben felhalmozódott kőzetfeszültségek térképezhetők. Az első hazai kísérletek a Tatabányai és a Mecseki Szénbányáknál történtek. Az utóbbi kutatóhelyen igen komoly elméleti-módszertani fejlesztés eredményeként bányabeli monitoring-riasztó rendszert építettek ki süjtőlégbiztos elektronikával [SZÜCS et al. 1986].

A geoelektromos módszerek alkalmazását a szénbányákban — mint említettük — az NME Geofizikai Tanszékén végzett kutatások tették lehetővé [CSÓKÁS et al. 1986]. A föld alatti mérésekkel a kutandó objektumhoz közelebb jutva olyan változások is kimutathatók, amelyek detektálása a felszínről szóba sem jöhet. Legalább ilyen fontos szempont az, hogy a bányatérsegekben új gerjesztési és mérési lehetőségek adódnak.

A telepszondázásnál a széntelep határain mért látszólagos ellenállás értékeket vetik össze a zavaraltan esetre számítottal, az eltérés telepzavart jelez.

A geoelektromos telepátvilágítás adataiból — tomográf módszerekkel — a vágatokkal határolt telep fajlagos ellenállás változásai térképezhetők. Az ágyazó rétegek paramétereinek meghatározására szolgál a vágatszondázás módszere. A több szinten végzett mérések együttes kiértékelésével nagymértékben növelhető a rétegeparaméterek megbízhatósága. A bányabeli geoelektromos mérésekhez az NME-n speciális műszercsalád készült (kábel- és elektródrendszer, adó- és vevőegységek).

A bányabeli frekvenciaszondázással a különböző térerősség-összetevők amplitúdó- és fázisértékeinek frekvenciafüggését mérik. Ezek együttes ismerete segíti az értelmezést [TAKÁCS E. 1989].

A szeizmikus és geoelektromos mérések adatainak együttes inverziójával a földtani paraméterek meghatározásának pontossága és egyértelmősége jelentősen növelhető [DOBRÓKA et al. 1991].

A bányakarotázs méréseket rutinszerűen a hetvenes évek első felében vezették be Tatabányán, a Mecsekben és a Közép-dunántúli Szénbányák Dudar I. bányáuzemében a Bányászati Kutató Intézet által kifejlesztett süjtőlégbiztos MIRAKAR műszercsaládot alkalmazva. A Központi Bányászati Fejlesztési Intézet által kidolgozott, memóriaegységgel ellátott MINIKAR-t már közvetlenül számítógépre lehetett csatlakoztatni. A bányakarotázs mérések legnagyobb volumenben a Mecseki Szénbányáknál folytak NAGY Dezsőné vezetésével.

#### 4. Átmenet a piaccgazdaságba

Az 1990-es évek elején az állam kivonult a szénbányászatból is, a költségvetésből finanszírozott ásványi nyersanyagkutatás megszűnt. A szénbányászat leépülésével a bányageofizikai mérések gyakorlatilag a Mecseki Szénbányák területére szorultak vissza. A hazai kutatók egy része kényszerűségből pályát változtatott, a megmaradók igyekeznek berendezéseiket és tapasztalataikat más területeken (környezetvédelem, geotechnika, mérnökgeofizika) kamatoztatni.

#### IRODALOM

- PEKÁR D. 1922: Földalatti vetődések kimutatása a torziós ingával. *Matematikai és Természettudományi Értesítő XXXIX*, 1-29
- PEKÁR D. 1935: Földalatti üregek kimutatása Eötvös torziós ingájával. *Matematikai és Természettudományi Értesítő LIII*, 306-328
- GERŐ L., POGÁNY B., VARGHA B., EGERVÁRY J. 1942: Szeizmikus mérések Dorogon 1942-ben. *Matematikai és Természettudományi Értesítő LXI*, 1087-1114
- FACSINAY L., RENNER J. 1955: A MGE 1954. október 23-24-én tartott pécsi ankétjának anyaga
- SZILÁRD J. 1955: A MGE 1954. október 23-24-én tartott pécsi ankétjának anyaga
- POSGAY K. 1956: 1955. évi szeizmikus mérések az Esztergom vidéki szénmedencében. *Geof. Közl.* V, 4, 39-47
- SZÉNÁS GY., BARABÁS A., JÁMBOR Á., PINTÉR A., BARANYI L., BARÁTHI I., SZABÓ J. 1964: A Mecsek és a Villányi hegység geofizikai kutatásának eredményei. *Az ELGI évkönyve I.*
- BARÁTH I. 1965: Telepszámolás a nyugatborsodi szénmedencében. (A geofizikai rétegzonosítás újabb eredményei). *Bányászati Lapok* 98, 1, 20-25
- SZABADVÁRY L. 1965: Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben és peremén. *Az ELGI 1965. évi jelentése*, 103-109
- RÁNER G. 1971: Komplex geofizikai kutatások a Héreg-tarjáni medencében. *Az ELGI 1970. évi jelentése*, 15-19
- CSÖKÁS J. 1974: Szentelepes összlet tektonikai zavarainak kimutatása bányavágatból geoelektromos mérésekkel. *Magyar Geofizika XVI*, 1, 7-14
- SZ. PINTÉR A., STOMFAI R. 1974: Kísérlet a Bouguer-anómália térképet mélységtérképpé transzformáló helyi matrix kiszámítására. *Magyar Geofizika XV*, 5-6
- BODOKY T., LAJGUT J., SÉDY L., SZEIDOVITZ ZS. 1976: Andezitáttörések előrejelzése bányabeli szeizmikus mérésekkel. *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* 109, 671-680
- B. SZABÓ L., FÁBIÁNCICS L., PAPP J., RIGLER GY., URAY SZ. 1976: Nagyegyházi szén-bauxit és vízföldtani kutatások összefoglaló értékelése. *Geofizikai fejezet. Tatabánya*
- SZABADVÁRY L., REZESSY G. 1976: Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli-középhegységben. *Az ELGI 1975. évi jelentése*, 11-22
- KOCH GY. 1978: A MÁELGI 1977. évi jelentése, 68-71
- FÁBIÁNCICS L., PAPP J., B. SZABÓ L. 1979: Magyarországi eocénkorú barnaköszén medencék komplex mélyfúrású geofizikai kutatása. *Magyar Geofizika XX*, 6
- BARÁTH I. 1980: A szén minőségi paramétereinek meghatározása mélyfúrású geofizikai adatok alapján. *Földtani Kutatás XXIII*, 4, 23-25
- FÁBIÁNCICS L. (Szerk.) 1980: Geofizikai módszerek alkalmazása a szénbányászatban. *Bányai Szakirodalmi Tájékoztató. NIMDOK 3-4*
- ORMOS T. 1980: Geofizikai módszerek alkalmazása a szénbányászatban. *NIMDOK 3-4*, 89-90
- SZABÓ I. 1980: Geofizikai módszerek alkalmazása a szénbányászatban. *NIMDOK 3-4*, 94-101
- TAMÁSY I. 1980: Geofizikai módszerek alkalmazása a szénbányászatban. *NIMDOK 3-4*, 9-10
- ÁDÁM O. 1981: Az eocénprogram szénbázisának földtani kutatása. *BKL Bányászat* 114, 842-844
- HOFFER E., MAJKUTH T., RÁNER G. 1981: Komplex geofizikai előkutatás Sümeg-Ukk-Gyepükaján, valamint Magyarpolány környékén. *Az ELGI 1980. évi jelentése*, 15-20
- BAKAI J. 1982: A kőzetösszetétel szeizmikus sebességének meghatározása bányabeli mérések alapján. *Magyar Geofizika XXII*, 4, 147-151
- BÁNHEGYI M. 1982: A tudományos kutatás eredményei. *BKL Bányászat* 115, 766-770
- HERMANN L., DIANISKA L., VERBÓCI J. 1982: Curved ray Algebraic Reconstruction Technique applied in mining geophysics. *Geophysical Transactions* 28, 34-46
- POSGAY K. 1982: A geofizika alkalmazása a szénbányászatban. *Az MTA 1982. évi közgyűléséhez kapcsolódó tudományos ülés előadásai*, 198-217
- SZALAY I., MAJKUTH T., PETROVICS I. 1982: Nagy felbontóképességű szeizmikus reflexiós mérés alkalmazása a szénkutatás termelési fázisában. *Az ELGI 1981. évi jelentése*, 17-19
- BAKAI J., BÁNHEGYI M., SZÜCS I., NYERS J., VERBÓCI J. 1983: Munkahelyi kőzetkörnyezet megfigyelő rendszerének kialakítása gázkötőrekes vágvegen lezajló dinamikai folyamatok előrejelzésére. *MTESZ tanulmány*
- VERBÓCI J. 1983: Bányageofizikai tevékenység a Mecseki Szénbányáknál. *Földtani Kutatás XXVI*, 2-3, 23-24
- BODOKY T., HERMANN L., DIANISKA L., BAKI GY. 1985: Processing of the in-seam seismic measurements. *XXX International Geophysical Symposium, Moscow*
- GYULAI Á. 1985: Three-dimensional geoelectric measurements in mines for determination of the protective layer. *Ann. Univ. Sci. Budapestensis de Rol. Eötvös Nom. Sect. Geoph. et Meteor. Tom I-II*, 167-181
- TÖRÖS E. 1985: Geofizika a nógrádi bányászat szolgálatában. *BKL Bányászat* 118, 7, 468-470

- BAKAI J., KLINCSIK M., SZÚCS I. 1986: Application of seismic and microseismic methods for mining control in Mecsek Coal Mining Company. XXXI International Geophysical Symposium, Gdansk
- CSÓKÁS J., DOBRÓKA M., GYULAI Á. 1986: Geoelectric determination of quality changes and tectonic disturbances in coal deposits. *Geophysical Prospecting* **34**, 1067-1081
- EGERSZEGI P., MOLNÁR D. 1986: A geofizika szerepe a borsodi szénbányászatban. *Bányászat* **119**, 8, 551-557
- FEJES I., DOBROVOLNI K. 1986: Mérnökgeofizikai szondázás módszertana. Az ELGI 1985. évi jelentése, 96-100
- KÖRMENDY A., BODOKY T., HERMANN L., DIANISKA L., KÁLMÁN T. 1986: Seismic measurements for safety in mines. *Geophysical Prospecting* **34**, 1022-1034
- KIRÁLY E., SZIGETI G. 1986: Bonyolult tektonikájú szilárd ásványi nyersanyagtelepek kutatásának új módszere. Az ELGI 1985. évi jelentése, 86-92
- BODOKY T., CSÓKÁS J., GERBER P., GONDOZÓ GY., GUTTMAN GY., SZABÓ J. 1987: A bányageofizika eredményei és feladatai az eocén szénbányászatban. *Bányageofizikai anket, Tatabánya*
- DOBRÓKA M. 1987: Love seam waves in a horizontally inhomogeneous three-layered medium. *Geophysical Prospecting* **35**, 502-516
- SZÚCS I., VÁRFALVI L. 1987: Szeizmoakusztikus emissziós megfigyelésen alapuló módszerek eredményei a bányabiztonságot szolgáló védekezési mechanizmusok kutatásában. *Bányabiztonsági konferencia, Pécs*
- ORMOS T. 1988: In-mine vertical seismic profiling. *Geophysical Transactions* **34**, 237-246
- ZSÁMBOKI L. 1988: A kőszén-ismeret és a kőszénfelhasználás kezdetei Magyarországon. *Közlemények a magyarországi ásványi nyersanyagok történetéből III. NME, Miskolc*, 5-24
- DOBRÓKA M., GYULAI Á., ORMOS T., TAKÁCS E. 1990: A hazai bányageofizikai mérések helyzete a szén- és bauxitbányászatban. *Földtani Kutatás XXXIII*, 1-2, 35-45
- DOBRÓKA M., DRESEN L., GELBKE C., RUTER H. 1992: Tomographic inversion of normalized data: double-trace tomography algorithms. *Geophysical Prospecting* **40**, 1-14

*Baráth István, Gyulai Ákos, Hermann László,  
Rezessy Géza*