

# A magyar geofizika eredményei és lehetőségei a szénhidrogén-kutatások területén

MOLNÁR KÁROLY – RUMPLER JÁNOS

Magyarországon a geofizikának szénhidrogén-kutatásra való felhasználása régebbi időszakra nyúlik vissza, s alapvetően Eötvös nevéhez fűződik. A torziós ingát később követte a graviméter, majd a mágneses, geoelektromos, valamint a legjelentősebb, a szeizmikus módszer.

Az ország gravitációs és mágneses felmérése, az adatok feldolgozása jelentős segítséget nyújtott a szénhidrogén perspektíváinak helyesebb megítéléséhez, s a későbbi szeizmikus kutatások területeinek kijelöléséhez.

A hazai olajipari szeizmikus kutatások két évtizede alatt közel 40 000 km összhosszúságú vonal-hálózat került bemérésre. E kutatások változatos földtani felépítésű, és felszíni adottságú területeken kerültek végrehajtásra. E nagyvolumenű szeizmikus kutatáshoz jelentős kőolaj- és földgázmezők felfedezése kapcsolódik.

A kutatások módszertani és műszeres fejlődése is jelentős. Napjainkra jellemző az analóg, mágneses jelrögzítés intenzív felhasználása, s a digitális technika gyakorlati bevezetése. A különböző műszergenerációhoz tartozó módszertani lehetőségek ugyancsak széles körű felhasználást nyernek.

Az ismertetett hazai eredmények, a modern műszerekkel és gyakorlott geofizikusokkal rendelkező kutatóbázis biztosítékot nyújtanak arra, hogy külföldön is megfelelő színvonalú mérésekre vállalkozhassunk.

*В Венгрии применение геофизики для поиска нефти имеет длинное прошлое и связано, в основном, с именем Этвеша. За вариометром следовал гравиметр, а затем стали постепенно применяться магнитометрический, электроразведочные и, как самые значительные, сейсморазведочные методы.*

*Грави- и магнитометрическая съемка всей страны для значительную помощь для уточнения перспективных на нефть и газ районов и для выделения участков для сейсморазведки.*

*За два десятилетия применения сейсморазведки в венгерской нефтяной промышленности была заснята сеть профилей общей протяженностью 40 000 км. Эти разведочные работы проводились в районах с различными геологическим строением и поверхностными условиями. С этим значительным объемом сейсморазведки связано выявление ряда месторождений нефти и газа.*

*Для рассматриваемых работ характерно значительное методическое и аппаратное развитие. Настоящий этап развития характеризуется широким применением аналоговой, магнитной записи и внедрением цифровой техники. Также широко используются методические возможности, связанные с применением различных видов аппаратуры.*

*Описанные результаты, достигнутые в нашей стране и существующая разведочная база с современными видами аппаратуры и с опытными геофизиками дают нам гарантию обоснованно взяться за проведение разведочных работ подобного высокого уровня и за границей.*

*Die Anwendung der Geophysik für die Kohlenwasserstofferkundung in Ungarn geht auf eine lange Zeitperiode zurück und ist grundlegend mit dem Namen Eötvös verknüpft. Der Torsionswaage folgte später das Gravimeter, dann die magnetische, geoelektrische, und als letzte, die höchst effektive seismische Methode.*

*Die gravimetrische und magnetische Vermessung des Landes, sowie die Bearbeitung der so gewonnenen Daten bot eine bedeutende Hilfe zur richtigen Beurteilung der Perspektiven der Kohlenwasserstoffe und zur Auswahl der Gebiete der später erfolgenden seismischen Erkundung.*

*In den zwei Jahrzehnten der einheimischen seismischen Forschungen der Erdölindustrie wurde ein Netz von nahe 40 000 km Gesamtlänge vermessen. Die Messungen wurden an Gebieten vollgeführt, wo recht variable geologische Struktur angetroffen wird und recht verschiedene Oberflächenverhältnisse herrschen. Diesen seismischen Forschungen grossen Volumens gesellte sich die Aufdeckung von bedeutenden Öl- und Gas-Feldern.*

*Die Erkundung zeitigte auch bedeutende methodische und instrumentalische Fortschritte. Für unsere Tage ist bezeichnend die intensive Anwendung der analogen, magnetischen Zeichenerfassung und die praktische Einführung der digitalen Technik. Gleichzeitig haben die zu verschiedenen Apparategenerationen gehörigen Möglichkeiten ein breites Anwendungsgebiet gewonnen.*

*Die vorgeführten einheimischen Erfolge, die mit modernen Instrumenten ausgestattete und über geübte Geophysiker verfügende Untersuchungsbasis sind eine Gewähr dafür, dass wir auch im Ausland Messungen entsprechenden Niveaus unternehmen können.*

A geofizikai eszköznek olajkutatásra történő felhasználására – tudomásunk szerint – először Magyarországon került sor. Az Eötvös Loránd által alkalmazott torziós inga volt az eszköz, amelyet a felszín alatti tömegeloszlás meghatározására lehetett alkalmazni. Az első gyakorlati eredmény 1916-ban mutatkozott, amikor a Morvaföldön, Egbell közelében a torziós inga mérések segítségével kimutatott anomálián lemélyített fúrás kőolajat eredményezett. Ez időszaktól kezdve a torziós inga kőolajkutatásra való alkalmazása világszerte fellendült. Az eszköz magyarországi alkalmazása a 20-as és 30-as években igen nagymértékű volt és értékes adatokat szolgáltatott az üledékes medence-területek földtani megismeréséhez.

Az Eötvös-féle torziós ingát később követte a graviméter, amely a gravitációs anomáliatér gyors és pontos feltérképezését tette lehetővé. Magyarország a gravitációs kutatások területén élenjáró volt, az ország területe kellő részletességgel fel van mérve. Új értelmezési eljárások kifejlesztésével igyekeztünk az adatokból a lehető legtöbb, a földtani következtetések levonására alkalmas információt nyerni.

A mérési adatok feldolgozásánál egyre nagyobb szerepet kapnak a matematikai módszerek, illetve a számítógépek. Programokat készítettünk:

1. különböző interpolációs számításokra;
2. 2 és 3 dimenziós hatószámítások elvégzésére;
3. térfüggvények spektrumának előállítására;
4. különböző térképtranszformációk gépi számítására.

Az utóbbi időkben különösen nagy súlyt helyeztünk a Bouguer-térképek szűrősorozatokkal történő átalakítására. Az átalakítással kapott térképek, tapasztalataink szerint, ugyanis célszerűen felhasználhatók a földtani értelmezésben, illetve a további szeizmikus kutatások tervezésében.

A gravitációs térképek átalakításában alkalmazott eljárások túlnyomó többsége lineáris és ezért matematikailag kétváltozós szűréssel egyenértékű. A lineáris átalakítások egyértelműen jellemezhetők átviteli függvényekkel.

Az általunk alkalmazott szűrősorozat alapvető tulajdonságait az alábbiak jellemzik:

1. irányfüggetlen átvitel;
2. zérus fáztolás;
3. lehető legkisebb együttható-mátrix.

Szeretnénk kihangsúlyozni, hogy tapasztalataink szerint az általunk alkalmazott szűrősorozat a Bouguer-térképek felbontásában kedvezőbbnek bizonyult az idevonatkozó irodalomból megismert szűrési eljárásoknál.

Az ország kőolajkutatásra alkalmas területének földtani felépítése lehetővé, a komplex értelmezési, továbbá a gazdaságossági szempontok szükségessé teszik a szeizmikus részletező kutatások előtt a geoelektromos módszerek alkalmazását. A hazai szénhidrogén-kutatásban a következő geoelektromos eljárásokat alkalmazzuk:

Tellurikus mérések. E módszernél a Föld változó mágneses terének elektromos vektorát, ennek két horizontális komponensét regisztráljuk az idő függvé-

nyében, a  $0,1-0,005$  cps frekvenciatartományban. A mérések eredményeit egy bázisállomásra vonatkoztatjuk, így a tellurikus áramerősség területi eloszlását kapjuk meg. Ezen adatokból az alapkőzet felett levő üledékes összlet vezetőképessége a bázisállomásra vonatkoztatva meghatározható. A mérési eredmények izoarea térképek formájában jeleníthetők meg.

A magnetotellurikus méréseknél az elektromos vektor két horizontális komponensén kívül a Föld mágneses terének két horizontális komponensét is regisztráljuk, ugyanabban a frekvenciatartományban. Ezen adatok segítségével az alapkőzet feletti üledékek vezetőképességének abszolút értéke is meghatározható. Mindezekon túlmenően az ellenállás ellipszisek tulajdonságaiból további adatok nyerhetők a medencealjzat dőlésére, csapására, s az előforduló tektonikai zónákra vonatkozóan is. Az eredmények általában vezetőképességi térképek és állomásellipszisek formájában nyernek ábrázolást. A következő egyre kiterjedtebben alkalmazott eljárás a magnetotellurikus frekvenciaszondázás. E mérésekhez a magnetotellurikus észlelésekhez alkalmazott műszer megfelelő. A kiválasztott szondázási pontokon hosszabb ideig regisztráljuk a földi mágneses tér két horizontális elektromos, ill. mágneses komponensét. A regisztrált  $0,1-0,002$  cps frekvenciatartomány  $10-12$  szűkebb sávjában meghatározzuk az ellipszisek sajátságait és a vezetőképesség értékeket. Ezekből az adatokból az üledékes képződmények elektromos sajátosságaira, továbbá – ami igen lényeges – az alapkőzetben levő ellenállásváltozásokra lehet következtetni.

A mesterséges áramterű dipol equatoriális mélyszondázással mintegy  $5000$  m-es mélységű üledékes medencék kutathatók. E módszer segítségével meghatározhatók, – egy bázispontra vonatkoztatva – az ellenállásértékek és a relatív rétegvastagságok az üledékes rétegsorban, továbbá az alapkőzet mélysége. Kedvező körülmények között az alaphegység mélysége térképezhető. Ugyancsak felhasználható a módszer egymástól távoli felderítő fúrások vezérhorizontjának azonosítására, nyomkövetésére is.

A felsorolt módszerekkel, ezek célszerű kombinációival gyorsan és olcsón nyerhetők információk az adott terület geológiai viszonyairól, a kiemelt szerkezeti helyzetben levő területrészek jól körvonalazhatók. Az így lehatárolt területen van csak szükség részletező szeizmikus vizsgálatokra. Ebben rejlik tehát a kockázat- és költségcsökkentő tényező a felderítő geoelektromos kutatások során. E módszerek alkalmazásának másik haszna a komplex értelmező munka területén mutatkozik meg, amikor a gravitációs, geoelektromos és szeizmikus mérések eredményeinek összevetése alapján a kutatott területről – több fizikai paraméter együttes vizsgálata alapján – teljesebb képet alkothatunk. A levont következtetések a szénhidrogén-perspektívák alaposabb megítéléséhez és a kutatófúrások helyének pontosabb kijelöléséhez segítenek hozzá.

A magyarországi állami kőolajipar saját kutatóbázist hozott létre, amely  $20$  éve rendszeresen végzi a felszíni geofizikai kutatásokat. Ezen időszakban évente átlagosan  $8-10$  csoporttal végezte a méréseket. Ez a hazai olajipari szeizmikus kutatás  $90\%$ -át teszi ki. Húsz év alatt a kőolajra reményteljes területeken mintegy  $40\,000$  szeizmikus vonalkilométert mértünk be. E tevékenységnek több mint  $3/4$  része reflexiós, a többi refrakciós medencealjzat-kutatás volt. A reflexiós méréseket  $1966$ -ig nem reprodukálható módon (fotoregisztrálás) végeztük. Az  $1966-70$ -ig terjedő időszak az analóg mágnesszalagos jel-

rögzítés intenzív alkalmazásának időszaka volt. Ez évtől kezdődik a digitális mágnesszalagos jelrögzítés és a számítógépes feldolgozás a hazai kutatásban.

A hagyományos fotoregisztrálásos szeizmikus mérésekkel szép sikereket értünk el a fiatal pliocén-korú antiklinálisok felkutatásában, mintegy 2000 m-es mélységig. Az ettől vastagabb üledékekkel kitöltött medencék, továbbá az ennél idősebb, bonyolultabb felépítésű földtani alakulatok kutatását ezzel a technikával nem lehetett megoldani.

Az analóg mágnesszalagos jelrögzítésű műszerek alkalmazása az ezzel együttjáró szélesebb módszertani lehetőségek lényeges előrelépését jelentették. A nagyobb regisztrálási dinamik tartomány, a *jel/zaj* viszony javulása, a lehatolás megnövekedése, a szeizmikus hullámkép időszelvényeken történő összefüggő áttekintési, értelmezési lehetősége mind olyan tényezők, amelyek jelentősen bővítették a megoldható feladatok körét. Világosabb képet tudunk kialakítani az egyes eltérő sajátosságú kutatási területek szeizmikus problémáiról is.

A legjelentősebb módszertani tényező, amelyet a reprodukálható jelrögzítés lehetővé tesz, a közös mélységpontú többszörös fedéses eljárás (*CDP*). Ezen eljárás magyarországi alkalmazása egyre inkább kiterjedtté válik, s jelenleg a szeizmikus mérések közel háromnegyed részét a *CDP*-nek az egyes területek sajátos szeizmikus tulajdonságaihoz illesztett észlelési rendszerével végezzük. A magyarországi kutatási problémák úgy földtani, mint szeizmikus szempontból tekintve sokrétűek. Itt csupán az utóbbira térnénk ki röviden. Az alapvető szeizmikus probléma a *jel/zaj* viszony megfelelő arányának biztosítása. Hazai viszonyok között a szabálytalan háttérzaj, a többszörös és szellemreflexiók, a gyenge reflexiós energia együttes jelenléte a megoldandó problémák igen széles skáláját szolgáltatja. Ma már elmondható, hogy ezekkel a módszertani problémákkal egyre sikeresebben tudunk megbirkózni. Rutinszerűen alkalmazható lövészi rendszereink megbízhatóak. Pontos statikus, dinamikus korrekció számítási elemzési módszereink vannak, amelyek segítségével igen jó minőségű összegszelvényeket tudunk előállítani.

Speciális reflexiós sebességmérésekkel tudjuk meghatározni az új területek sebességadatait. Gyors transzformálási eljárásunk van, amelynek segítségével az egyes időszinttérképeket mélységtérképekké tudjuk transzformálni a gyakorlati pontosságú igényeket kielégítő módon.

A földtani vonatkozásokról röviden:

A mélymedence területek kutatásában jelentős sikereket tarthatunk számon. Vannak olyan területeink, ahol 6–7000 m mélységben levő határfelületeket megbízhatóan tudunk nyomunkövetni, feltérképezni, analóg *CDP* eljárással. Hasonló módon a bonyolult töréses tektonikájú mészköves, dolomitos felépítésű szerkezeti viszonyok meghatározásában is jelentős előrehaladásról számolhatunk be.

Jelenleg kutatási tevékenységünk jellemzője az analóg technika lehetőségeinek maximális kihasználása, s a digitális jelrögzítés, valamint a számítógépes feldolgozás bevezetése. Néhány adat a kőolajipari geofizikai kutatóbázis műszerezettségéről, nagyságáról. Rendelkezünk Sharpe és Worden típusú graviméterekkel, különböző geoelektromos mérőműszerekkel. Van 4 db francia gyártmányú analóg, 5 db magyar gyártmányú analóg szeizmikus műszerünk. Ezek anyagát *Cs-621* típusú francia analóg centrumon dolgozzuk fel. Közelmúltban szereztünk be *DFS-III* típusú digitális műszereket, és *TIOPS* feldolgozó számítógépet. E dolgozat megjelenésekor már az utóbbiak is üzemel-

nek. A terepi mérések végrehajtásához szükséges géppark is rendelkezésünkre áll. Üzemünk összlétszáma több mint 1000 fő. Ebből: egyetemi végzettségű, nagy gyakorlattal rendelkező szakember közel 100 fő.

Mindezek alapján levonható az a következtetés, hogy a kőolajipari geofizikai kutató bázis modern geofizikai eszközökkel, és gyakorlott szakemberekkel egyaránt rendelkezik. Ezek biztosítékot szolgáltatnak arra, hogy megfelelő színvonalú kutatómunkát hajtsanak végre, belföldön és külföldön egyaránt. A hazai feladatok ellátása mellett a fejlődő országok számára a következő szolgáltatások elvégzésére lehet vállalkozni:

1. Modern graviméteres mérések végrehajtása az adatok gyors számítógépes feldolgozása, korszerű értelmezési munka.

2. Különböző, természetes és mesterséges áramterű geoelektromos (tellurikus, magnetotellurikus, ill. mélyszondázó) mérések, a kutatóterületek gyors felderítésére.

3. A szeizmikus módszerek közül:

- a) reflexiós mérések a CDP-technika különböző változataival, analóg és digitális terepi műszerekkel;
- b) a szeizmikus anyagok analóg vagy digitális számítógépes feldolgozása;
- c) szeizmikus kutatás refrakciós módszerrel;
- d) a szeizmikus adatfeldolgozáshoz szükséges összes járulékos mérések és számítások végrehajtása (statikus, dinamikus korrigálás, korrekciós mérések, sebességmérések).

4. Szakértői szolgáltatások:

- a) szaktanácsadók, értelmező geofizikusok küldése az érdekelt országokba;
- b) a fejlődő országokban korábban végrehajtott geofizikai mérések újraértékelése;
- c) a fejlődő országok olajkutató-geofizikusainak fogadása Magyarországon tapasztalatgyűjtés érdekében.

Végezetül a magyar geofizikusok nemzetközi kapcsolatairól szeretnénk említést tenni.

Az olajipar geofizikusai a Magyar Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet szakértőivel közösen több mint 5 éven át dolgoztak Kínában. A Kőolajipari Geofizikai Üzem mérnökeinek-technikusainak egy csoportja két éven át résztvett a Német Demokratikus Köztársaság olajkutató szeizmikus munkájában.

Gyümölcsöző együttműködés alakult ki Jugoszlávia olajiparának geofizikusaival a határmenti területek közös szeizmikus felmérése érdekében.

Szeizmikus anyag feldolgozását, reflexiós időszelvények készítését vállaltuk csehszlovák és lengyel geofizikai vállalatok számára. Az elvégzett munkával megrendelőink meg voltak elégedve, ezt mutatja az is, hogy további megrendeléseket helyeztek kilátásba.

A fentiekkel vázlatos képet kívántunk adni a kőolajipari geofizikai kutatóbázis munkájáról, eredményeiről, a vállalkozási lehetőségekről. Amennyiben ezt sikerült elérni, további gondolatokat ébreszteni a jövőbeni együttműködésre vonatkozóan tisztelt külföldi vendégeink körében, úgy fáradozásunk nem volt hiábavaló.