

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1977. XVIII. ÉVFOLYAM, 3. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>25 éves a geofizikus és olajmérnökképzés</i>	81
<i>M. I. Plusznyin, B. I. Vilge, Baráth I.: A 6FV100 és 6FV40 alacsonyfrekvenciás indukciós szondák értelmezési görbeserei</i>	98
<i>Korvin G.: Két tanulmány a véletlen közegekben terjedő szeizmikus hullámok elméletéről I. Elnyelődés többkomponensű közegekben, az elnyelődési együttható és a heterogeneitás (kőzetentrópia) kapcsolata</i>	106
Egyesületi hírek	117
Személyi hírek	118
Könyvszemle	119
Lapszemle	97, 105, 118, 120

Főszerkesztő: Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

Szerkesztő bizottság: Dr. Bencze Pál, Dr. Bodoky Tamás, Czeglédi István, Deres János, Gerzson István, Hursán László, Lakatos Sándor, Dr. Posgay Károly, Rádler Béla, Tóth Géza, Dr. Tóth Péter

Szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. félem. 17. Postafiók 240.

25 éves a geofizikus- és olajmérnökképzés

Bevezető: H U R S Á N L Á S Z L Ó-tól*

A Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Kara Olajtermelési és Geofizikai Tanszékeinek 25 éves fennállása alkalmából az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztálya, Egyetemi Osztálya, valamint a Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportha a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 1976. szeptember 6–7-én jubileumi konferenciát rendezett.

Az 1976. szeptember 6-i plenáris ülésen *Dr. Gózon József, az OMBKE Egyetemi Osztályának alelnöke, Dr. Vándorfy Róbert, az MGE Alföldi Csoportjának elnöke, Rácz Dániel, az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízzakosztályának alelnöke, Dr. Simon Sándor, a NME rektora* üdvözölte a konferenciát, majd *Dr. Ing. W. Arnold professzor, a freibergi Bányászati Akadémia, Dr. V. N. Scselkacsov professzor, a moszkvai Gubkin Egyetem* nevében köszöntötte a jubiláló tanszékeket, melyek munkásságát *Dr. Takács Ernő, a Bányamérnöki Kar dékánja, Bese Vilmos, Egyesületünk elnöke* és *Dr. Kiss Ervin, az OMBKE alelnöke méltatta.*

A plenáris ülésen *Dr. Gyulay Zoltán ny. egy. tanár* az Olajtermelési és Geofizikai Tanszékek megalakulásának előzményeit, a hazai szénhidrogén-kutatás és -termelés, valamint a geofizikai kutatások történetét ismertette. *Dr. Csókás János egy. tanár, a Geofizikai Tanszék vezetője* a negyedszázados geofizikusmérnökképzésről, *Dr. Szilas A. Pál egy. tanár, az Olajtermelési Tanszék vezetője* az olajmérnökképzés 25 évéről emlékezett meg.

Szeptember 6-án délután és szeptember 7-én a konferencia szekcióülésekkel folytatódott. A Geofizikai szekcióban tartott előadások összefoglaló címe:

„A geofizikus-mérnökök 25 év alatt elért eredményei a hazai geofizikai intézmények munkájában” volt.

Az egyes intézmények részéről

Dr. Somogyi József igazgató (MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet, Sopron)

Honfi Ferenc igazgatóhelyettes (M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest)

Molnár Károly igazgató (OKGT Geofizikai Kutatási Üzem, Budapest)

Márhoffer József osztályvezető (OKGT Mélyfúrás Geofizikai Főosztály, Budapest)

Tirkala Ferenc üzemvezető (Mecseki Ércbányászati Vállalat, Pécs)

Papp Jenő főosztályvezető (Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat, Várpalota)

tartott előadást.

* *Hursán László*: NME Geofizikai Tanszék, Miskolc.

Dr. Csókás János egy. tanárnak a plenáris ülésen tartott előadását, valamint a Geofizikai Szekcióban elhangzott előadásokat az alábbiakban közöljük.**

Dr. Csókás János

tanszékvezető egyetemi tanár

(Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszék)

Hazánk háború utáni talpra állása során a Párt és a Kormány szükségesnek látta az ország ásványi-nyersanyag-kutatásának megszervezését és fejlesztését, ezen belül megfelelő szakemberek képzését is. Az energia- és a nyersanyag-, valamint a vízellátás fokozása érdekében sürgős volt a folyékony és a szilárd ásványi nyersanyagok kutatása, az ország földtani felépítésének pontosabb megismerése, ezért született meg az az elhatározás, hogy minél előbb meg kell szervezni a geofizikusmérnök-képzést.

Nagyon hasznosnak bizonyult a *Tárczy-Hornoch Antal akadémikustól származó gondolat*, hogy a Műszaki Egyetem Soproni Földmérőmérnöki Karán az 1949 – 50. tanévet kezdő földmérőmérnök-hallgatók egy részét az alaptárgyak elsajátítása után az 1951 – 52. tanévtől kezdődően geofizikusmérnökké képezék ki, ezzel két év időnyereségre lehetett szert tenni. *A hazai geofizikusmérnök-oktatás tehát 1951. szeptemberében kezdődött*, most 25 éve.

A tanulmányi idő akkor négy év volt; az első 14 geofizikusmérnöki oklevelet már 1953-ban át lehetett nyújtani.

Az első évben a Geofizikai Tanszék látta el a Bánya-, a Földmérő- és az Erdőmérnöki Karokra beiratkozott hallgatók „Fizika” c. tárgyának, továbbá a földmérő- és a bányakutatómérnök-hallgatók „Alkalmazott geofizika” c. tárgyának oktatását is.

A geofizikusmérnök-képzés első fontosabb szaktárgyai az 5. félévben: Ásvány- és kőzettan, Bevezetés az őslénytanba, Hidrológia, Alkalmazott geofizika; a 6. félévben: Matematika V., Elméleti fizika I., Geokémia, Robbantástechnika, Geofizikai mechanika és Alkalmazott geofizika voltak. A 7. és 8. félévben szerepelt az Elméleti fizika II., Teleptan, Szerkezeti földtan, Magyarország földtana, Mélyfúrás és kutatás, valamint az Országos geofizikai mérések és az Alkalmazott geofizika c. tárgy.

Az eltelt 25 év során az alkalmazott geofizika tudományág gyors fejlődésén és a tantervi reformok több fokozatán át jutott el az oktatás a jelenlegi formához. Ez idő szerint a geofizikai szaktárgyak alaptárgyakra és műszaki alapo- zó szaktárgyakra épülnek. Ezek közül a legfontosabbak a következők: *Geofizika négy féléven át*, *Geofizikai adatfeldolgozás*, *Geofizikai értelmezés*, *Geofizikai praktikum*, *Magyarország geofizikája*, *Geofizikai kutatások gazdaságtana*, *A Föld fizikája*. Ezek egészülnek ki a *nyári üzemi termelési gyakorlatokkal* és a *diplomater- velkészítésével*, melyeket a hallgatók az ipar támogatásával végeznek.

Az alkalmazott geofizika időközben a geológusmérnökök, az olajbányász- és a bányaművelő mérnökök tanrendjébe is bekerült és egyik szaktárgyukká vált. Ebből az is következik, hogy az elmúlt negyedszázad alatt nemcsak a ha- zai műszeres földtani és mérnökföldtani kutatás emelkedett korszerű szín- vonalra, hanem az energiahordozókat és a z ásványi nyersanyagokat feltáró

** A plenáris ülés és az Olajbányászati szekció előadásait a Bányászati és Kohászati Lapok Kőolaj- és Földgáz c. lap 9 (109) évf. 1976. 12. száma tartalmazza.

termelő mérnökök szakmai tudása, technikai látóköre és így munkájuk gazdagsága is nagymértékben fejlődött.

A 25 éves geofizikusmérnök-képzés eredményeképpen 149 geofizikusmérnök nyert diplomát és mintegy 99 olyan bányageológus-mérnök kapott olyan geofizikai oktatást, melynek alapján geofizikusmérnöki munkakör ellátására is alkalmasak, ez összesen 248 oklevél. Ezeken kívül több évfolyam szakmérnököt, több száz olajmérnököt, bányaművelő mérnököt, hidrogeológus- és geológus-mérnököt részesített a Geofizikai Tanszék szaktárgyi szinten az alkalmazott geofizika elméleti és gyakorlati kiképzésében.

Az említettek között számos külföldi állampolgár is volt különböző országból. Mindezekhez járult még több mérnöktovábbképző tanfolyam is.

Műszaki egyetemeken az oktatást szervesen egészíti ki az ipari kutatómunka. A Geofizikai Tanszék kutatómunkája eredményeképpen több geofizikai módszert vezettek be hazánkban. Ezek között felsorolható a tellurikus és magnetotellurikus eljárás, elsősorban a szénhidrogén-kutatásban; robbantások szeizmikus hatásainak szabatos meghatározása épület- és egyéb károk megelőzése céljából.

Ilyen a széntelegek tektonikai zavarainak felderítése bányavágatokban végzett geoelektromos mérések útján, vagy a rádiófrekvenciás eljárás hazai alkalmazása és a gravitációs és mágneses terek transzformációja mennyiségi számítások céljaira. Ilyenek még a felhagyott üregek, pincék talajfellelázások felderítésére kidolgozott és alkalmazott eljárás, archeológiai objektumok helyének meghatározása geofizikai módszerekkel és még mások. Mindezekről több tudományos fokozat, több száz tudományos publikáció tanúskodik hazai és külföldi szaklapokban.

A tudományos és szakmai közéleti tevékenység is további lendületet vett a geofizikusmérnök-képzés következtében. Az MTA tudományos bizottságaiban és az MTESZ földtudományi szakcsoportjaiban sok itt képzett mérnök és itteni oktató működött közre számos előadással és a vezetőségekben tisztség betöltésével. Kiemelkedő a Magyar Geofizikusok Egyesületével való együttműködés, mely egyrészt abban nyilvánult meg, hogy az egyesület mindig élénk figyelemmel kísérte a Geofizikai Tanszék életét, véleményt nyilvánított és tanácsokat adott mind az oktatást, mind a tantervi reformokat illetően, mind a tudományos és kutató munkánkról. Másrészt a Geofizikai Tanszék szervezésében alakult meg a Magyar Geofizikusok Alföldi Csoportja, magába foglalva a Nagyalföldön és Észak-Magyarországon működő geofizikus társadalmat. Az anyaegyesület ezen keresztül is számos utat talált az itt folyó oktatás és tudományos kutatás elősegítésére.

Vándorgyűlések – közöttük nemzetközi is – zajlottak le itt, fémjelezve a tanszék oktató-nevelő és tudományos eredményeit. Tudatosan szoros együttműködés folyik a rokon és felhasználó szakmák művelőivel egyesületi és ipari vonalon is.

Ma már korszerű geofizikai műszerek és számítástechnikai eszközök vannak a tanszék leltárában az oktatás és a tudományos munka céljaira. A negyedszázad alatt az egyetem beruházási és beszerzési keretei mellett az olajipar és több geofizikai intézmény is messzemenő anyagi támogatást nyújtott a geofizikusmérnök-képzéshez, és számos társadalmi ösztöndíjjal kötötte magához hallgatóinkat.

Az elmúlt 25 év alatt geofizikusmérnökeink képzettségük és rátermettségük által sok nemzetközi elismerést vívtak ki hazai és nemzetközi plénumok előtt

elhangzott előadásaiikkal, valamint szakcikkeikkel, sőt ezeken túlmenően itthon és külföldön ásványi-nyersanyag-lelőhelyek felkutatásával is.

Az elmondott rövid áttekintés csupán megemlékezés kíván lenni a magyar geofizikumérménők-képzés 25 éves jubileuma alkalmával, és tiszteletadás mindazok előtt, akik ezt a felsőoktatási formát és intézményt segítették, fejlesztették és eredményeihez juttatták.

Dr. Somogyi József

igazgató

(MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete, Sopron)

Az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézetének jogelődje, a Műszaki Egyetemi Karok Geodéziai és Geofizikai Munkaközössége is azok közé az intézmények közé tartozott, amely az első geofizikumérménőket alkalmazta. A Munkaközösség geofizikai részlegéből alakult MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumhoz az ötvenes évek második felében további, geofizikumérménökként végzett szakemberek kerültek. Ez a csoport képezte a Laboratórium kutató gárdájának gerincét és képezi ma is az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete Geofizikai Főosztályának magját. Így az Intézetünkben dolgozó geofizikumérménők a Műszaki Egyetemi Karok Geofizikai Tanszékén, a mai Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszékén ismerkedhettek meg először az általános és alkalmazott geofizika különböző területeivel. Többen végzés után is kapcsolatban maradtak a Tanszékkel és mint félállású oktatók vettek részt a Tanszék munkájában egészen addig, míg a Tanszék Sopronból való elköltözése után ezt a nagy távolság lehetetlenné nem tette.

Egy egyetemi tanszék munkájának eredményességét részben azon lehet lemérni, hogy az egyetemről kikerült, a tanszék szakterületén dolgozó szakemberek az életben mire vitték. Annak ellenére, hogy ebből a szempontból a kép nem lehet teljesen objektív, mivel az ilyen szakképesítéssel rendelkező szakemberek eleinte előnyben részesültek az addig rokon szakmában dolgozók által ellátott munkakörök betöltésénél, az ezen az alapon készített felmérés nagyon kedvező képet adna. A Tanszék oktató-nevelő munkájának erőssége a gyakorlati képzés, amely a végzett szakemberek nagy részét felvevő ipari vállalatok, üzemek szempontjából különösen előnyös ismeretekkel felvértezett utánpótlást biztosít. A jó képzés előfeltétele a megfelelő körültekintéssel, az egyetemről kikerülő fiatalokat alkalmazó intézmények tapasztalatainak figyelembevételével összeállított tanterv. A Tanszék oktatóinak sikerült olyan tantervet kialakítani, amely megfelelő szakemberek képzését biztosítja. Azonban a jó tanterv mit sem ér, ha nincs megfelelő tartalommal kitöltve. És ez az a pont, ahol a Tanszék minden egyes oktatójának oktató-nevelő munkája közvetlenül érvényesül. Az élet azt mutatja, hogy a Tanszék megfelelő tanterv kialakításával és annak áldozatos oktató-nevelő munkával való megvalósításával mindenkor a népgazdaság számára értékes szakembereket képzett.

Ami a Tanszék oktató-nevelő és kutató munkájának azon eredményeit illeti, amelyek az Intézet munkájában kamatoztak, ez elválaszthatatlan azoknak a geofizikumérménőknek a személyétől, akik geofizikai alapképzésüket a Tanszéken nyerték. A képzés mind az általános, mind az alkalmazott geofizikára kiterjedő, de a népgazdaság igényeinek megfelelően a földtani nyersanyagkutatásban potenciális jelentőségű alkalmazott geofizika nagyobb súlyt kapott

és kap. Ezért az Intézethez, illetve jogelődjéhez, mint geofizikai alapkutatót végző intézményhez került geofizikusmérnököknek elsősorban az általános geofizika területén kellett képzettségüket, rátermettségüket igazolni. Az, hogy a Tanszék által szervezett geofizikusmérnökképzés ebből a szempontból is megállta a helyét, az Intézet eredményeiben is tükröződik. A Tanszéken az oktatók segítőkészsége, a szakkönyvek, folyóiratok hozzáférhetősége már hallgató körökben arra csábította a jövő szakembereit, hogy szakirodalmi tanulmányokkal bővítsék ismereteiket, kiegészítsék az előadáson hallottakat, vagy egy választott témát dolgozzanak ki. Így már korán megismerkedhettek a kutatás örömeivel és csalódásaival. Rájöhettek arra, hogy szakmai fejlődésükhöz elengedhetetlen az idegen nyelvek ismerete és hogy a kutatás rendszeres, kitartó munkát követel. A kutató munkával való ismerkedést a Tanszéken folyó kutatások is lehetővé tették. A műszer- és módszerfejlesztéssel kapcsolatos terepi munkáknál gyakran működtek közre hallgatók, akik ily módon közelebbről ismerkedhettek meg egy mérési módszerrel, annak fejlesztési lehetőségeivel, vagy lehettek tanúi egy új műszer kipróbálásának.

Intézetünk geofizikai főosztályának egyik legnagyobb kutatási feladata a geoelektromos-geomágneses kutatások végzése. Nyugodtan állíthatjuk, hogy ezeknek a kutatásoknak a kezdetei Magyarországon a Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszékéhez kapcsolódnak. Az első magyarországi tellurikus méréseket a Tanszék dolgozói végezték, és ők ismertették meg Intézetünk mai kutatóit, akkor mint hallgatókat, ezzel és a többi geoelektromos módszerrel. Az ilyen módszerek felhasználásának iránya ugyan idővel a két kutatóhelyen eltávolodott egymástól, amennyiben a Tanszék elsősorban a bányászat közvetlen érdekeit kielégítő feladatok megoldásában vett részt, míg Intézetünk kutatásai a mélyszerkezeti vizsgálatok felé tolódtak el, mégis gyakori és szoros kapcsolat van a két intézmény között ezen a területen.

Még egy olyan terület van, ahol kutatóink sok indítást hoztak magukkal egyetemi éveikből, illetve későbbi, a Tanszékhez fűződő kapcsolataikból: ez a módszerek iránti érdeklődés, a műszerszerkesztéstől kezdve, a számítási problémákon, így a geodézia keretében megismert statisztikai-kiegyenlítő számítási kérdéseken át egészen az egyes eljárások alkalmazhatósági területének körülhatárolásáig és kiterjesztéséig. Ez a Tanszéken belül hagyományosnak nevezhető irány erősen befolyásolta Intézetünk kutatóinak beállítottságát is.

Végül külön meg kell említeni azt a baráti, közösségi légkört, amely a Tanszék dolgozói és hallgatói között uralkodott. Nemcsak az oktatót, hanem az idősebb kollégát, akihez baráti tanácsért, segítségért bármikor lehetett fordulni, láttuk a Tanszék dolgozóiban. Ez a szellem elkísérte kutatóinkat az Intézetbe is, ahol most is hasonló, meleg érzésekkel gondolnak vissza egykori Tanszékükre.

Honfi Ferenc

a MÁELGI igazgatóhelyettese

Örömmel teszek eleget annak a kötelességemnek, hogy az ELGI vezetőségének és minden dolgozójának nevében üdvözlöm a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem professzorait, tanárait és minden dolgozóját a 25 éves évforduló alkalmából. Az elmúlt 25 esztendő alatt megerősödött az Egyetem, s működését sok ezer mérnök képzése, nevelése, a népgazdaság rendelkezésére

bocsátása fémjelzi. A MÁELGI a geofizikus- és geológusmérnökök képzésében érdekelt közvetlenül, ezért a következőkben az itt elért eredményekről kívánok megemlékezni.

Népköztársaságunk nagy súlyt helyezett a tudományos alap kutatások fejlesztésére, a hasznosítható ásványi nyersanyagok rendszeres sokoldalú kutatására, a gyorsütemű fejlődésnek induló nehézipar hazai nyersanyaggal való ellátása érdekében. 1949-ig kb. 20 fő volt az Intézet létszáma. Ebben az időszakban a klasszikus geofizikai kutatások (gravitációs, földmágneses, kísérleti szeizmikus) jellemezték az Intézet kutatási tevékenységét. 1949-ben a MAORT keretében levő geofizikai csoport is az Intézethez kapcsolódott, s ezzel a lépéssel vette kezdetét az ELGI felmelkedésének korszaka. 1950-ben érkeztek meg a soproni Nehézipari Műszaki Egyetemről az első bányakutató mérnökök, majd azt követte 1953-ban az első geofizikus mérnökök népebb csoportja. A kutatómérnökök képzése folyamatosá vált, s ez tette lehetővé számunkra, hogy több, eddig még általunk nem alkalmazott geofizikai módszer- és műszerkutatást megindítsunk, s megkezdjük az ország átnézetes felmérését, résztvegyünk a hasznosítható ásványi nyersanyagok részletes kutatásában.

1954-ben készítettük el az E-54-es Eötvös ingát, és hoztuk létre a Tihanyi Földmágneses Observatóriumot.

Ugyancsak 1954-ben kezdte meg Intézetünk a mélyfúrású geofizika, a víz- és szilárdásványkutatás módszer- és műszertanának alapozását. Elmondhatjuk, hogy ez a kutatási ág az elmúlt több mint 20 év alatt oly mértékben fejlődött, hogy a hazai igényeken túl több szocialista ország műszerigényeit is eredményesen kielégíti.

Igen eredményesnek mondható a szeizmikus módszer- és műszerkutatásunk. Itt is először alapozó feladatokat kellett megoldani. Az analóg berendezések elkészítése és a földtani kutatásban való bevezetése után kiműveltük és elkészítettük a korszerű digitális SD-10 szeizmikus berendezést, melyet jó eredménnyel alkalmaz az OKGT szeizmikus kutatási Üzem és az ELGI is. Szeizmikus, geoelektromos, karotázs műszereink fejlesztésénél a terepi digitális jele rögzítés megoldását tartjuk legfontosabb feladatnak, hogy a sok manuális munkát igénylő feldolgozó munkát számítógépes feldolgozással helyettesíthessük, újszerű feldolgozásokat alkalmazhassunk.

Ez a rövid ünnepi megemlékezés nem hivatott arra, hogy az Intézet kutatási tevékenységét teljes keresztmetszetében ismertesse, viszont tényként kell megállapítani, hogy a Nehézipari Műszaki Egyetem kiváló oktatói tevékenysége nélkül nem tudtunk volna felzárkózni az élenjáró országok geofizikai színvonalához. A 25 éves fennállását ünneplő Egyetem eredményes munkáját dicséri az a kutatógárda, amely ma Intézetünkben a földtani kutatás gerincét képezi. Az Egyetem a korszerű kutatás szemléletével felfegyverzett kutatókat képez, oktatási munkájában helyes arányban alkalmazza az elméleti és gyakorlati tudományt, ezért a fiatal mérnökök néhány év elteltével önálló kutatókként ügymködnek a geofizikai kutatásban, módszer- és műszerfejlesztésben egyaránt.

Az Egyetem szoros kapcsolata a kutatóhelyekkel biztosítéka annak, hogy a jövő generációjának képzése lépést fog tartani a követelményekkel.

Engedjék meg, hogy az ünnepi ülés résztvevői előtt ismételten köszönetet mondjunk és gratuláljunk a mérnökképzés magas színvonaláért és kívánjuk, hogy jó egészségben újabb eredményeket érjenek el a jövő nemzedékének képzésében.

Még alig hallgattak el a második világháború halált és pusztulást hozó ágyúdörgéseit, amikor az újjáépítés és az új társadalmi rend felépítéséért felelős állami vezetők kiadták a „szemet, olajat, nyersanyagot az országnak” jelszót. E tömör megfogalmazás magába sűrítette korábbi monokulturális gazdasági szerkezetünk átalakításának szükségességét s ebből következően a földtani kutatás és bányászat különböző területein dolgozók előtt álló nagyívű feladatokat is.

Szűkebb szakmánkra, a geofizikára is a tennivalók özöne zúdult, szinte egyszerre kellett műszert és módszert fejleszteni, terepi méréseket végezni, szakembereket képezni, kutatási koncepciókat megfogalmazni.

A küldetésének és hivatásának tudatában levő geofizikus nem mondhatta a mélyfúrást végzőknek, hogy várjanak a fúrópont-telepítéssel, míg megfelelő geofizikai adathalmaz rendelkezésre nem áll, a geofizikai mérést végző intézmények nem háríthatták el feladataikat azzal, hogy nincs megfelelő számú és minőségű szakember és műszer, az oktatás sem hivatkozhatott arra, hogy magas színvonalú képzéshez megfelelő hazai kutatási háttér szükséges.

Forradalmi időszak volt ez, amelyre nem a lassú tépelődés, a hosszú fontolgatás, a nyugodt mérlegelés, hanem az aktív gyors cselekvés volt a jellemző.

Annak ellenére, hogy korunkra inkább a deheroizálás a jellemző, az ünnepi megemlékezés felemelő pillanataiban merjük bátor hittel és meggyőződéssel kimondani, hogy azok az úttörő geofizikusok, akik 25 évvel ezelőtt vállalták a geofizikus-képzés megindításával kapcsolatos nehézségeket, hősök voltak, akiknek szakma-szeretetét, kitartását a mai és eljövendő generációk elé példaképpül lehet és kell állítani.

25 év történelmi mércével mérve nem nagy idő. A jubileumoknak azonban a kerek évszámokon kívül van más kézzelfogható és érzékelhető értékrendje is, s ez az időszak alatt megtett fejlődés színvonala.

Úgy érzem, „alma máterünk”, ezen belül a geofizikai és a szakmához kapcsolódó tanszékek vezetői, tanárai, dolgozói nyugodt lelkiismerettel állhatnak a jubileumi ülés képzeletbeli ítélőszéke elé, mert bőven van mit tenniük megméretés céljából a mérleg serpenyőjébe, úgy is mint oktatóknak, nevelőknek, úgy is mint a szakma továbbfejlesztőinek. Büszkék lehetnek a szárnyaik alól kibocsátott egykori és mai tanítványaikra is, akik a kutató-, fejlesztő- és ipari munka területén valósítják meg azt, amit az egyetem padjaiban oktatóiktól elsajátítottak.

Szakmánk, amely a laikusok körében már kezdetben is tiszteletet váltott ki, az élet küzdőterén korántsem könnyű győzelmek árán tudta biztosítani azt az elismerést, amelyet a végzett munka alapján reálisan megérdemelt. Az oktatók, kutatók lelkiismeretét azonban a magára várható elismerés nem csökkentette, hanem még fokozottabb munkára serkentette. A figyelem megosztása oktatás, nevelés, kutatás és meggyőzés között nem az erők szétforgácsolását, hanem annak megsokszorozását jelentette.

A gyakorló geofizikus tevékenységét általában terepen, kis egység-, csoport-kötelékben végzi, megszokott környezettől távol, szakmai és emberi problémáival magára utaltan. Ilyen adottságok mellett munkáját csak akkor

tudja teljes mértékben ellátni és emberileg is eleget tenni feladatainak, ha a közösségi magatartást, az emberismeretet, az alkotó légkör feltételeinek megteremtését már hallgató korában magába szívta.

A nevelő munka fontosságát a tanszék már alakulása pillanatában felismerte. A hallgatók mint szüleikhez mehettek oktatóikhoz problémáikkal, mert tudták, hogy sosem kapnak elutasítást. De nem lehetett félrevezetni az éber oktatói szemeket akkor sem, ha a hallgató cselekedetei miatt éppen szívesen kerülte volna a tanszékkal való találkozást.

Az áldozatos oktatói munkát csak akkor lehet igazán elismeréssel méltatni, ha figyelembe vesszük, hogy felszereltség és műszerek tekintetében milyen nehézségekkel küzdött, és küzd jelenleg is a hazai geofizikusok zömét képző tanszék. A geofizikai mérés és adatszolgáltatás mindenkori meghatározója a mérőműszer és ez nemcsak a mérésre, hanem az oktatásra is igaz. Ezen a téren az egyetlen felettes szervei, de önkritikusan szólva az ipari intézmények is többet tehettek volna. A nehézségek áthidalására a Tanszék maga fejlesztett műszereket, amelyek közül több olajipari alkalmazásba is került.

Visszatérve az oktatói tevékenység elemzésére, kiemelkedő az a rugalmasság, amely a tanszéket a múltban az új módszerek mielőbbi oktatásbavétele vonalán jellemezte. Iparban dolgozók kaptak lehetőséget, hogy a hallgatókkal a modern mérési eljárásokat és kiértékelési módszereket megismertethessék.

Az oktatás színvonala, eredményessége kisebb áttételeken keresztül elsősorban a végzett növendékek gyakorlati tevékenységének hatékonyságával mérhető.

Mivel az elmúlt negyedszázadban minden kőolaj- és földgáztelep megtalálásában a geofizikai módszerek döntő szerepet vállaltak, egyértelműen állapíthatjuk meg, hogy a geofizikusképzés eleget tett azoknak a kívánalmaknak, amelyeket a földtani kutatás a geofizikus társadalomtól az elmúlt 25 évben elvárt.

Nem lenne azonban teljes a Geofizikai Tanszékről kialakított kép, ha nem emlékeznénk meg arról a segítségről, amelyet a kőolajipar felszíni geofizikája a Tanszéktől módszereinek fejlesztése terén kapott.

Konkrét területi kutatásokon kívül, amelyek közül Nagylengyelt és a Nyírséget említeném, különösen a geoelektromos módszerek olajipari alkalmazásbavételével kapcsolatos alap- és ipari jellegű kutatások kívánkoznak az első helyre. Új keletű és reméljük, a jövőben még eredményesebb lesz az a segítségnyújtás is, amelyet a Tanszék a geofizikusok továbbképzése területén nyújt a kőolajipar geofizikusainak.

A 25 éves jubileum azonban arra is kötelez, hogy az egyetemen végzettek is számot adjanak tevékenységükről, helytállásukról.

Az olajipar geofizikai részlege 1952-ben alakult szovjet geofizikusok segítségével, lelkiismeretes, de kevés szakmai ismerettel rendelkező hazai káderállománnyal. Az egyetemről elsők között kikerült mérnököknek ezért szakmai problémáik mellett még az őrsváltás nehézségeivel is meg kellett küzdeniök. A nehéz indulás, a szakma elismertetéséért vívott harc azonban nem széthúzó, hanem erős kollektív egységgé gyúrta össze a szénhidrogénipari geofizikusokat, akiknél lehetett probléma a korszerű műszerellátás az anyagi juttatás területén, de sosem volt baj a szakemberek kollektív érzületével, szakmai és emberi összetartásával.

Fejlődésünkhöz az alap mindenkör az a szellemi erő volt, amellyel szakembereink rendelkeztek, hiszen alkotó elme nélkül modern digitális műszere-

zetségünk és számítógépünk is csak holt, hasznavehetetlen tőke maradt volna.

1966-ban analóg, 1971 óta már digitális berendezések segítették munkánkat. Az utóbbi évek állami támogatásában, elismerésében már benne érezzük azt a bizalmat is, amit a geofizikusok széles tábora – oktató, kutató – együttesen érdemelt ki földtani kutatási tevékenysége során.

Az energiaválság a geofizikusok előtt álló feladatokat tovább növelte. A kutatási volumen növelésén túl az egyszerű, boltozattípusú szerkezetek elfogyásával előtérbe kerül a sztratigráfiai, litológiai olajkutatás, a jel amplitúdójának, frekvenciájának, a beérkezések sebességének vizsgálata, majd a közeljövőben a háromdimenziós kutatás, és kőolaj és földgáz direkt detektálása. Feladatok tehát még bőven vannak, lesz min tevékenykedni oktatónak, kutatónak, ipari geofizikusnak egyaránt.

Rövid megemlékezésemet csupán arra szántam, hogy képeket, pillanatokat villantsak fel a geofizikusképzés negyedszázadából, hogy egy – geofizikusokat foglalkoztató – intézmény nevében köszönetemet fejezzem ki mindazért, amit az olajkutatás a végzett geofizikusok és tanszéki fejlesztők tevékenysége révén immáron 25 esztende élvez, s végül mint egykori öregdiák a magam nevében is kinyilvánítsam hálámat azoknak az oktatóknak és nevelőknek, akik egyetemi éveim alatt oly sokat tettek emberré és szakemberré válásom érdekében. Kívánok intézményem valamennyi geofizikusa nevében a Tanszék vezetőjének, oktatóinak és valamennyi dolgozójának az elmúlt negyedszázad sikereihez hasonló újabb eredményes 25 esztendőt, erőt a munkához, egészséget az elképzelések valórváltásához.

Tirkala Ferenc

üzemvezető

(Mecseki Érbányászati Vállalat, Pécs)

1956. május 1-én az akkor végzett fiatal mérnökgenerációból, különböző szakmából több mint 40 mérnököt irányítottak a Bauxitkutató Vállalatnak nevezett – nevezzük úgy – expedíciós vállalathoz.

A kutatómunka akkor már két éve folyt, elsősorban szovjet szakemberek irányításával. A 40-nél több fiatal mérnök között volt 12 geofizikus is, az 1956-ban végzett évfolyam kb. 50%-a. Milyen feladatra szemelték ki ezeket a fiatal mérnököket? Egyértelmű volt az, hogy a szovjet szakemberek munkáját kell fokozatosan átvenniük. Ezek speciális szakterületek voltak, amelyeket az uránkutatás, uránbányászat, vegyi feldolgozás alkalmaz.

Egyrészt terepi geofizikai kutatást, terepi radiometriát kellett végezni, másrészt a külszíni fúrások karotázsvizsgálata volt a másik elsajátítandó munkaterület.

Ezek a módszerek legalább is nagy vonalakban ismertek voltak előttünk, természetesen gyakorlati tapasztalat nélkül. Meglepő volt a további szakterületek sora: ércosztályozás, bányageofizika, földalatti karotázs, bányarevizió, dozimetria, radiometrikus laboratóriumi munka. Nem az Egyetem hibája, hogy ezeken a területeken akkor nem voltunk alaposan kiképezve, de az Egyetem érdeme, hogy olyan általános műszaki, geofizikai intelligenciát adott, amelynek birtokában gyorsan, rugalmasan feltaláltuk magunkat akkor, amikor a történelmi események és ennek következtében a szovjet szakemberek váratlan távozása nagyfokú önállóságra kényszerített bennünket.

Tapasztalat, gyakorlott segítők, tanácsadók, útbaigazítók nélkül kellett egy új iparágban tevékenykedni. Legfőbb támaszunk néhány, 1–2 éve a Szovjetunióban végzett, következésképpen ugyanúgy gyakorlatlan, viszont Egyetemünkön speciális uránbányászat, uránkutatói képzést is nyert kollégánk volt.

Olyan gondjaink nem voltak, nem is lehettek, hogy nem férünk hozzá a szép és nehéz feladatokhoz. Későbbiekben az urániparhoz kerülő szakemberek természetesen alaposabb, konkrétabb képzést kaptak a Tanszéktől, de ezzel együtt részükre is maradt még elég olyan terület, ahol képességeiket, találékonyságukat kifejthették.

Az eddig elmondottakon túl csak röviden részletezném azokat a speciális feladatköröket, amelyekben a geofizikusok tevékenykedtek és tevékenykednek.

Amikor geofizikusokról beszélek, lényegében a Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszékének neveltjeiről kell beszélnem elsősorban, mert a vállalatunknál dolgozó, felsőfokú végzettségű geofizikusok zöme, valamivel több mint 75%-a került ki erről az egyetemről. Így, ha néhány mondattal az elvégzett munkákról beszélek, egyúttal a Tanszék oktató, nevelő munkáját is értékelem. Felszíni kutatásaink közül jelentős a magyar hegyvidék egészére kiterjedő légigamma- és légimágneses térképezés, a Délkelet-Dunántúl fedetlen földtani térképének elkészítése, a teljes magyar hegyvidék nagy méretarányú felszíni gamma-felvétele és jelentős részében részletező felvétele. Magyarországon az első, rutinmunkaként végzett bányageofizikai tevékenység vállalatunknál kezdődött. Ezt természetesen az indokolja, hogy az ércesedés tanulmányozása direkt mérési módszerekkel lehetséges; ez napjainkban már legfontosabb alapadata a felszíni, majd a bányabeli készletszámításoknak, bányatervezésnek, és nem utolsósorban a készletgazdálkodásnak, optimális bányaművelési paraméterek kialakításának. A direkt mérési módszert kiegészítve részint a természetes gamma-, részint a fúróluk-ellenállás-szelvényezés segít ahhoz, hogy a földalatti fúrásos kutatást, teljesszelvényű, nagy teljesítményű, olcsó kutatási módszerként, nagy tömegben, nagy hálósűrűséggel, így megbízható pontossággal végezhessük. Lényegében a geofizikai módszerek hathatós segítségével történő részletes, olcsó kutatás, így optimalizálható feltáró – előkészítő – jövesztő tevékenység tette és teszi jelenleg is műrevalóvá a mecseki ércesedést, miközben hasonló ércesedés, hasonló mélységben a világ más részein még csak napjainkban éri el a műrevalósági kondíciókat.

A geofizikusok tevékenysége, alkotó fantáziája vállalatunknál a bányageofizikában is további területeket keres. Egyik ilyen fontos kutatási téma a bányauregek környékének közetmechanikai tanulmányozása, amelynek célja egyrészt a maximális biztonság, másrészt a minimális biztosítási költségek optimumának megkeresése.

A bányából kikerülő érc geofizikusok kezén megy át, mielőtt vegyi feldolgozásra kerül. Minősítés, válogatás, kezdetben csillénként, majd a radiometrikus osztályozóban olyan tevékenység, amelyről – gondolom – nyugodtan állíthatjuk, hogy a legigazibb alkalmazása a geofizikának.

Feltétlenül beszélni kell még a radiometrikus műszerfejlesztési tevékenységről és a részint ehhez, részint a minőségi ellenőrzéshez kapcsolódó laboratóriumi tevékenységről, ahol szintén geofizikusok dolgoznak. Eléggé speciális területe a vállalati geofizikusok tevékenységének a dozimetriai munka, amely a bányabeli por, a bányalevegő radontartalmának, a bányabeli és felszíni

vizeknek és a művelés, vegyi feldolgozás környezetének tanulmányozását, megelőző intézkedések létrehozását szolgálja.

Az elmondottakhoz csatlakozik még az a tevékenység is, amelyet vállalatunk szakembergárdája az ércbányászatban, elsősorban a színesércbányászatban kifejt a bányageofizikai módszerek alkalmazásának, bevezetésének érdekében.

Igyekeztem ismertetni ezt a sokoldalú, sokirányú tevékenységet, amely nem mindig látványos, nem mindig reprezentálható cikkekben, tanulmányokban jelentkezik, hanem egy sikeres iparág mindennapos tevékenységének nagyon fontos része. A jubileum alkalmából, amikor mi, az urániparban dolgozó geofizikusok is évfordulót, a 20-ik évfordulóját mondhatjuk el annak, hogy az első Magyarországon tanult geofizikusok bekapcsolódtak az iparág munkájába, a vállalat vezetésének, kollégáimnak és magam nevében is meg kívánom köszönni a Geofizikai Tanszék és a többi egyetemi tanszéknek is azt a gyakorlatra, munkára nevelő tevékenységét, amelynek jelentős része van vállalatunk munkasikereiben és kérem azt, a jövőben hasonló szellemben neveljék utánpótlásukat.

Kívánok ehhez jó egészséget és jó szerencsét.

Márhoffer József

osztályvezető

(OKGT Mélyfúrási Geofizikai Főosztály, Budapest)

Az önálló magyar olajipari karotázs-szervezet — szovjet szakemberek segítségével — az 1949-es évben alakult meg, s így gyakorlatilag egyidős a Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszékének megszervezésével, a hazai geofizikus mérnökképzéssel. A Geofizikai Tanszék munkája születésétől kezdve elválaszthatatlanul összefonódott a szénhidrogén-bányászat fejlődésével. Így az elmúlt negyedszázad alatt elért eredmények közös erőfeszítéseink gyümölcsei.

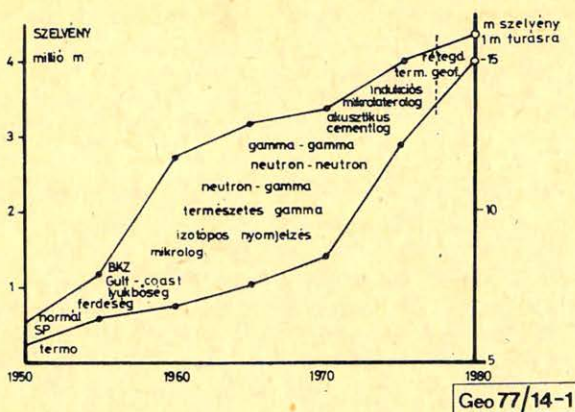
Kezdetben sokan még a mélyfúrási geofizika önálló szakmai létjogosultságát is vitatták. Lépésről-lépésre kellett igazolni, bizonyítani a geofizikai módszerek alkalmazásának célszerűségét, gazdaságosságát. Ennek a szakmai tudatosító, meggyőző munkának a Geofizikai Tanszék volt a bázisa, melynek segítségével elsősorban az iparba kerülő új műszaki generációk szakképzettségén keresztül sikerült alapvetően megváltoztatni, korszerűsíteni a földtani kutatás szemléletét és gyakorlatát.

Az elmúlt 25 év fejlődési ütemét az *1. ábra* érzékelteti.

Az alsó görbe — mely a lefúrt méterekre vetített mérés mennyiségét ábrázolja — jól jellemzi a szelvényezési munka volumenének dinamikus fejlődését. Míg az első 10 évben a mérés mennyiségének növekedését alapvetően a lefúrt méterek növekedése határozta meg, addig a 60-as évek közepétől intenzíven nő a fúrássra vetített mérés mennyisége, ami a geofizikai mérési módszerek egyre több irányú felhasználását bizonyítja.

A mennyiségi növekedésen túlmenően jelentősen változott a szelvényezés struktúrája is. 1950-ben csak 3–4 fajta mérésből állt a szelvényezési repertoár, jelenleg a teljes mérési komplexum már 16–18 fajta különböző mérést tartalmaz. Bővült a mélyfúrási geofizika által megoldott feladatok köre is.

Az első időben alkalmazott potenciál- és gradiens-ellenállás-görbék, valamint a PS mérés segítségével jól ki lehetett mutatni a Budafa–Lovászi



1. ábra. A fűrészelvényezési tevékenység alakulása 1950 és 1980 között

Рис. 1. Развитие деятельности по промышленной геофизике с 1950 по 1980 г.

Fig. 1. Development of well logging activity from 1950 to 1980.

típusú mezők nem nagymélységben elhelyezkedő, tiszta kifejlődésű szénhidrogéntároló homokköveit. Később a BKZ és a Gulf-Coast ellenállásmérő rendszerek alkalmazásával lehetőség nyílt a tároló homokkő porozitásának, illetve szénhidrogén-telítettségének becslésére is.

A bonyolult tárolók (erősen agyagos homokkövek és a másodlagos porozitású karbonát összletek) szükségszerűvé tették új geofizikai módszerek bevezetését. Már a nagylengyeli mező repedezett mészkőtárolóinak kutatása során alkalmaztuk a radioaktív módszerek közül a természetes- és neutron-gamma méréseket, és megkezdődött a laterológ mérési eljárás elméleti és gyakorlati kidolgozása, alkalmazásba vétele.

A mikro-ellenállásmérés üzemi bevezetésében a Geofizikai Tanszéktől jelentős metodikai segítséget kaptunk. Kidolgozták részünkre a mikromérések minőségét ellenőrző terepi hitelesítési eljárást, ami lehetővé tette a módszer széles körű ipari elterjesztését.

A szelvényezési komplexum bővítése mellett, elkezdődött a fűrészi magminták geofizikai paramétereinek laboratóriumi vizsgálata, az adott területre jellemző szelvények és magadatok közötti kapcsolatok meghatározására. E munka során a Geofizikai Tanszék munkatársai a fűrészi magminták természetes gamma-sugárzásának összetevőit mérték, megtervezték és kiviteleztek a szükséges mérőberendezést.

Ebben az időben a mélyfűrészi geofizika egyre inkább bekapcsolódott a fűrészi-műszaki tevékenység elősegítésébe. A fűrészi irányítására pontosítottuk a ferdeségmérő műszert, valamint az alkalmazott mérési és értékelési eljárást. A cementplaszt vizsgálatok végzésére bevezettük az izotópos karotázs műveleteket. Új, hatékonyabb eljárásokat alkalmaztunk a bélésű sérülési helyek kimutatására.

A hatvanas évek közepétől folyamatosan tovább bővült a mérési választék. Ipari szintre emelkedett először a gamma-gamma és a neutron-neutron mérés, majd az akusztikus cement- és az akusztikus sebességmérés. Jelentősen változott a szelvényezés belső szerkezete. A hagyományos ellenállásmérések rovására egyre nagyobb szerepet kaptak a különböző típusú laterológ és mikro-laterológ mérések. A mérésfajták bővülésével nőtt a geofizikai értelmezés biztonsága, hatékonysága. A kutak operatív geofizikai értékelésén túlmenően megkezdődött az egyes területek összesítő geofizikai feldolgozása.

A nagymélységű – 4000 m alatti – szintek karotázs-munkálataira való felkészülés a rendkívül kedvezőtlen földtani körülmények, elsősorban a geotermikus gradiens szélsőségesen magas értéke miatt intenzív műszaki fejlesztést igényelt.

Az algyői termelő mezőben a szénhidrogén-termelési feladatokat oldottuk meg a termelési geofizikai módszerekkel. A gáz-folyadék fázishatár rendszeres sellenőrzése mellett kísérletek folynak az olaj-víz-határ-változás megfigyelésére szolgáló módszer kidolgozására, valamint a kutak termelés közbeni vizsgálatára, a termelő szakaszok aktivitásának és a termelvény összetételének meghatározására.

A jelen időszak fő feladata a megbízható adatokat szolgáltató mennyiségi karotázs-interpretáció általánossá tétele, az alkalmazásban levő mérési eljárások (pl. a gamma-gamma, akusztikus, laterolog mérések) minőségi javítása, tökéletesítése, a közvetlen információt biztosító mag- és folyadék-mintavételező eljárások intenzitásának fokozása, a kísérleti stádiumban levő módszerek (pl. a termelésgeofizikai mérések, indukciós mérések) üzemeltetése, új eljárások (pl. a rétegdőlés mérés) bevezetése, a digitális technikában levő módszertani előnyök fokozott kiaknázása.

A 2. ábra a karotázs-berendezés- és eszközpark 25 év alatti gyors fejlődését érzékelteti. Látható, hogy a mélyfúrású geofizika alapvetően a hazai fejlesztésre, beszerzésre támaszkodik.

A nagymérvű fejlődést jól jellemzi a szelvényező berendezések gyors generációs változása. Az első 10 év alatt a félautomata kézivezérlésű potenciométeres szovjet szelvényező berendezést felváltotta az egy gépkocsira szerelt, Picard galvanométeres, megnövelt mélységkapacitású hazai karotázs-berendezés. A 60-as évek végére gyakorlati alkalmazásba vettük a 7000 m mélységkapacitású 10 galvanométeres elektronikus mérőberendezést. Jelenleg tevezés alatt van egy 8500 m mélységkapacitású, mikroprocesszorral vezérelt hidraulikus meghajtású, digitális szelvényező berendezés.

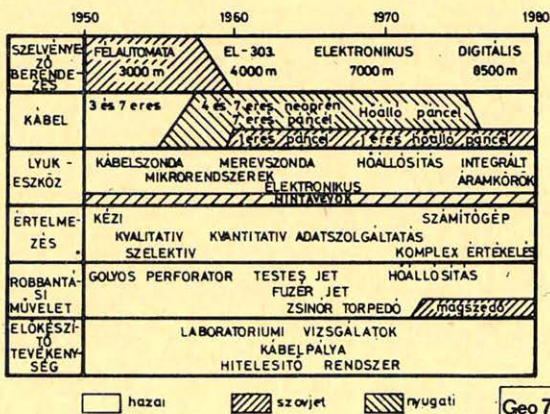
A mélyfúrású geofizika egyik fontos eszköze a karotázs-kábel. A Geofizikai Tanszék a különböző kábelek paramétereinek meghatározásával elméleti és módszertani útmutatót dolgozott ki számunkra.

Jelentősen fejlődtek a karotázs-lyukműszerek is, a legegyszerűbb kábel-szondától a különböző lyukelektronikák és lyukfalra szorító mechanizmusok

2. ábra. A fúróllyukszelvényezői technika fejlődésének lépései

Рис. 2. Ступени в развитии техники скважинных измерений.

Fig. 2. Steps in the development of well logging techniques.



kialakításán át ma már az integrált áramkörök beépítésének tervezése van folyamatban. Egyik legfőbb feladatunk a lyukműszerek megfelelő hő- és nyomásállóságának biztosítása.

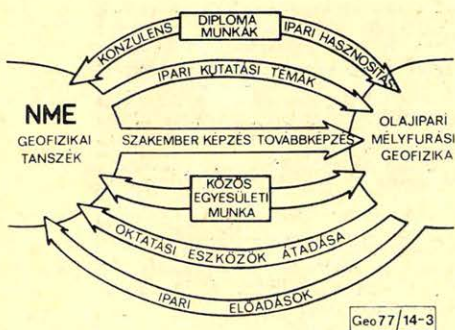
A 3. ábra a Geofizikai Tanszék és az olajipar sokoldalú szerteágazó kapcsolatait mutatja be leegyszerűsített módon.

Legfontosabbnak a Tanszék alapvető funkciójából fakadó szakemberképzést tartom. Felmérésünk szerint az olajipari mélyfúrási geofizika területére az elmúlt két és fél évtized alatt a vezető-irányító mérnökök döntő többsége, szám szerint 27 fő került ki a Tanszékről. Az elért eredmények mellett, figyelembe véve a további geofizikus utánpótlást is, erre a mérnök-szaktárgyára vár a jövő célkitűzéseinek megvalósítása. A továbbképzést illetően önkritikusan kell megjegyezni, hogy az ipari eredményekhez képest nem eléggé éltünk a Tanszék által kínált lehetőségekkel. Konkrétan, az elmúlt időszak alatt az igényektől messze elmaradó kevés karotázs-szaktárgy- és doktori disszertáció védeés történt. A jövőben tudatosan törekedni kell a magasabb képesítésű geofizikus szakemberek körének bővítésére.

A Geofizikai Tanszék által végzett ipari kutatási témák jelentőségére, ipari hasznosságára már utaltam. Ezek mellett fontos szerepet töltenek be az irányított diploma munkák, melyek többnyire az ipar egyes nyitott, megoldásra váró kérdéseivel foglalkoznak és közvetlenül vagy közvetve segítik elő a probléma megoldását.

Nagy jelentőségű a Magyar Geofizikusok Egyesületében végzett közös munka. Ezeken a rendezvényeken mindig szerencsésen ötvöződött az elméleti munka a gyakorlati tapasztalatokkal, melynek felhasználása az ipar aktuális problémáinak megoldásaiban realizálódott.

Végezetül remélhető, hogy a Geofizikai Tanszék és az olajipari geofizika között kialakult hatékony együttműködés az elkövetkezendő 25 évben még tovább fejlődik és biztosítéka lesz az előttünk álló jelentős gazdasági-szakmai feladatok sikeres megoldásának.



3. ábra. A NME Geofizikai Tanszéke és az OKGT kútgeofizikájának kapcsolata

Рис. 3. Отношения между Кафедрой геофизики Университета по тяжелой промышленности в г. Мишколц и Отделением промысловой геофизики Треста нефтяной и газовой промышленности.

Fig. 3. Relations between the Chair of Geophysics of the Technical University at Miskolc and the Geophysical Well Logging Section of the Hungarian Oil and Gas Trust.

Az Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat vezetősége megbízásából és a Vállalat geofizikus kollektívája nevében sok szeretettel és mély tisztelettel köszöntöm a jubiláló tanszék minden oktatóját és dolgozóját a Geofizikai Tanszék fennállásának és a geofizikus-mérnökképzés megindításának negyedszázados jubileuma alkalmából.

Napjainkban az egész világon, így hazánkban is, a nyersanyagkutatások volumene nagymértékben megnövekedett. A szerteágazó feladatokat csak úgy tudjuk megoldani, fejlesztési koncepcióinkat csak úgy tudjuk megvalósítani, ha még jobban támaszkodunk többek között a Tanszékre, annak szellemi kapacitására, még tovább szélesítjük hagyományosan jó együttműködésünket.

Geofizikusaink 2/3-a a jubiláló tanszék neveltje, ezért rövidesen ismertetem szakmai tevékenységünk főbb eredményeit.

Az 50-es évek közepén került sor az addig csak olajkutatásban alkalmazott mélyfúrási geofizika szénkutatásban való felhasználására.

Az OFF utasítására a MÁELGI 1956–58-as években a kutató vállalatok telephelyein létrehozta szénkutató karotázs-csoportjait. 1965-ben ezek a csoportok az iparági átszervezések során átkerültek az akkor már országos vállalattá szerveződött Földtani Kutató és Fúró Vállalathoz, s rövid időn belül geofizikai osztályokká fejlődtek ki.

Fejlődésünkre alapvetően két nagy irány jellemző: a profil bővítése és a mérés-komplexum növekedése.

1967-ig geofizikai részlegeink fő feladata a szén és a lignitkutatás volt. 1967-től kezdődően egyéb szilárd ásványkutatás (szulfidos érc, mangán, bauxit, építőanyag) és vízkutatás céljából mélyült fúrásokban végzünk geofizikai szelvényezést.

Vállalatunk geofizikai részlegei olyan szelvényanyagot szolgáltatnak, amely az említett kutatásoknál a következő feladatokat oldotta meg:

- az ásványi nyersanyagok komplex földtani kutatása elvének érvényesítését;
- a nyersanyag jelenlétének, települési mélységének, vastagságának pontos megállapítását;
- földtani-geofizikai korreláció, illetve rétegazonosítás végrehajtását.

Az általunk alkalmazott mérés-komplexum folyamatosan bővült, napjainkban 6–7 db geofizikai szelvény esik 1 fúrási folyóméterre.

15 év alatt – 1961-től – 1975 – végéig geofizikai részlegeink 65–70 fős kollektívája 10 500 db fúrásban 1 600 ezer folyóméteres szakaszon végeztek geofizikai vizsgálatokat és ennek során 8,5 millió fm különböző szelvényt vettek fel.

Karotázs vizsgálataink elvégzéséhez 2 csatornás hordozható, 3 csatornás nagy teherbírású gépkocsira telepített és korszerű 4 csatornás K–500-as szelvényező berendezéseket egyaránt alkalmazunk, melyek páncélkábelrel és gyors-csatlakozókkal vannak felszerelve.

Nukleáris műszeriparunk is nagy fejlődésen ment át: a GM csöves rendszereket teljesen a szcintillációs szondák váltották fel.

A szénnél és a ligniteknél a telepek pontos vastagságának megadásán túl a

szelvények alapján elvégezzük a meddő összeletek korrelációját a rétegazonosítás és tektonikai kérdések tisztázása céljából.

Az érckutató fúrásokban kontakt-potenciál, redox-potenciál és szelektív gamma-gamma mérések alapján az érces zónákat is megadjuk. A bauxit- és mangán-kutatásnál a nyersanyag kimutatására elsősorban a neutron-aktívációs és természetes-gamma szelvényeket használjuk fel.

Vízkutaknál szűrőzési javaslatot adunk, a működő előregedett vagy csökkenő hozamú kutaknál megadjuk a hozamcsökkenés okát, helyét; ún. „diagnosztizáló” módszerek segítségével adatokat szolgáltatunk a kútjavítási munkákhoz.

1968-tól a mélyfúrás geofizikai tevékenység mellett felszíni geofizikai mérések is végzők a komplex kutatási elvnek megfelelően előkutatásként a fúrólukak telepítéséhez.

Különböző építőanyagok (homok, kavics, bazalt, andezit, mészkő, agyag) kutatásánál alkalmazzuk a felszíni méréseket a haszonanyag kimutatása, fedővastagság meghatározása, a lelőhely lehatárolása, illetve tektonikai kérdések tisztázása céljából.

Vízkutatásnál a geoelektromos mérések segítségével víztároló kőzeteket mutatunk ki, javaslataink alapján tűzik ki a lemélyítendő kutak helyét.

1969-től geofizikusaink külföldön is tevékenykednek. Részt vettünk wolfram- és molibdén-kutatásban Mongóliában, 1972-től Libanonban vízkiutatás és mérnökgeológiai kérdések tisztázása céljából geoelektromos méréseket végeztünk, Szíriában pedig vállalatunk által mélyített kőszakutató fúrásokban a karotázs mérések elvégzése volt a feladatunk.

A rendelkezésemre álló idő rövidsége miatt eredményeinket csak vázlatosan tudtam ismertetni. Szakembereink a vállalati jelentésekben, publikációkban, illetve előadásokban egy-egy témáról részletesen is beszámoltak.

Az elmondottakból látszik, hogy vállalatunk nagyon színes, rendkívül sokoldalú ipari geofizikai kutatást végez. Ennek szakember-ellátottságát és utánpótlását túlnyomóan, mint már említettem, a jubiláló Geofizikai Tanszék biztosítja. Amikor tehát eredményeinkről szóltam, a geofizikus-mérnök képzés magas színvonalát, a Tanszék által végzett negyedszázados oktató és nevelő munka eredményességét is kiemelttem.

A Tanszék segítségével és közreműködésével elsajátítottuk és üzemszerűen alkalmazzuk a geoelektromos méréseket és a rádiófrekvenciás módszert; új karotázs módszerek bevezetését az érckutatóban elméleti és laboratóriumi vizsgálatok előzték meg, amelyeket a Tanszéken végeztek el.

Vállalatunk szakemberei és a Tanszék munkatársai permanens baráti- és munka-kapcsolatot tartanak fenn. Együttműködünk bizonyos kutatások tervezésében, kivitelezésében, s jelentések összeállításában.

Szakirodalmi tevékenységünket nagyban segíti az előttünk bármikor nyitva álló gazdag tanszéki könyvtárón kívül az a lehetőség, hogy a tanszéki oktatói bármikor segítenek szakmai problémáink megoldásában.

Az elkövetkezendő években Vállalatunknál a földtani kutatások volumene 1,5-szeresére növekszik. Éves szinten több mint 100 ezer folyóméter fúrás hosszra kell végeznünk karotázs vizsgálatokat különböző nyersanyagok kutatása céljából mélyült fúrásokban. A szerkezetkutató fúrások talpmélysége meghaladhatja az 1500 m-t, a befejező átmérő 59 mm, vagy még kisebb lesz. A teljes szelvényvel lemélyült szakaszok dokumentálása geofizikai mérések alapján alapvető feladatokat ró a mélyfúrás geofizikára.

Ezek a tények új, korszerűbb geofizikai eszközök és módszerek bevezetését teszik szükségessé, előtérbe helyezik a mérési komplexum további bővítését „finomítását”, differenciált alkalmazását. Előbbre kívánunk lépni a kvantitatív értelmezés témájában (pl. hamutartalom, éretartalom, porozitás, térfogatsúly). A szilárd ásványkutatók során a terepi digitális adatrögzítést és gépi feldolgozást már nemcsak módszertani célkitűzések indokolják.

Ebből a felsorolásból is látszik, hogy milyen bonyolult és összetett módszertani és eszközfejlesztési feladatokkal kell megbirkózni, illetve milyen technikai és technológiai kérdéseket kell megoldani, hogy a célkitűzések megvalósuljanak. Természetesen ebből a felsorolásból nem maradhat ki a megfelelő elméleti kutatások elvégzése sem, az egyes mérési eljárások, módszerek fizikai-kémiai alapjainak tisztázása céljából. Világos, hogy e feladatok megoldása különböző intézmények közötti együttműködés, kooperáció és munkamegosztás útján érhető el.

Mi továbbra is igényeljük a jubiláló Tanszék sokoldalú segítségét, munkánk során számításba vesszük az elméleti kutatások eredményeit, számos területen tovább kívánjuk bővíteni együttműködésünket. Szakember utánpótlásban, a mérnöktovábbképzésben továbbra is számítunk a Tanszékre.

A jubiláló Tanszék oktatóinak, minden dolgozójának az oktató-nevelő munkához, a tudományos kutatásokhoz sok sikert, jó erőt és egészséget kívánok.

Lapszemle

Geofizikai tárgyú szabadalom-bejelentést olvashatunk a Szabadalmi Közlöny és Védjegy-értesítő 82. évf. (1977) 1. számában. A bejelentés tárgya:

„Eljárás és berendezés földalakzatok porozitásának impulzusjellegű neutron-forrással történő mérésére”. Feltaláló: Dan Mc. Cay fizikus, Houston, Texas (US).

Az eljárás a neutron-impulzust követő lecsengés vizsgálatát oldja meg gamma-sugárzás legalább két időkapuban való mérésével, képleteket közöl a gyorsneutron fékezési-idő kiszámítására, mely a környezet H indexének függvénye. Az eljárás kivitelezésére szolgáló berendezés is tárgya a bejelentésnek.

Egy másik geofizikai tárgyú bejelentést is olvashatunk a Szabadalmi Közlöny és Védjegy-értesítő ugyanezen számának „G szekció Fizika” részében.

„Eljárás és berendezés fúróluk környezetében levő talajrétegek radiológiai vizsgálatára”. Feltaláló: Pitts Robert William villamosmérnök, Houston, Texas (US).

A bejelentés impulzus-neutrongenerátoros vizsgálati módot ír le. A rugalmatlan neutron-befogás impulzus-számát kívánja megállapítani az impulzus időtartama alatti, illetve az impulzus-szünetben mért gamma-sugárzás intenzitásának különbségét képezve.

Az eljárás megvalósítására szolgáló berendezés és részben a földtani feladat is szerepel a leírásban.

A Szabadalmi Közlöny és Védjegy-értesítő 1977. februári számában olvashatjuk az alábbi bejelentést:

„G. szekció, fizika”

Rajzoló berendezés célszerűen geofizikai mérésekből eredő információk megjelenítésére. (Szolg. Talál-mány) Feltalálók: Triff T., Gohár F., Mészáros J., Sédly L., Bulyovszky M., Kaszás M., Korvin G. Petrovics Ilona.

Geofizikai mérési eredmények több színű rajzolását oldja meg a berendezés. Terepen a méréssel egyidőben, vagy tárolt információs anyag megjelenítésére alkalmas.

(Folytatás a 105. oldalon)

A 6FV100 és 6FV40 alacsonyfrekvenciás indukciós szondák értelmezési görbeseregei

PLUSZNYIN M. I., VILGE B. I., BARÁTH ISTVÁN

Az értelmezési görbesereg kidolgozását a Moszkvai Geológiai Kutató Egyetem Geofizikai Kutató Módszerek Tanszéke segítségével végeztük el. Az alacsonyfrekvencia lehetővé tette az egyszerű algoritmus alkalmazását.

A választott földtani modellre BESZM-6 számítógéppel végeztük el a számítást, s eredményeképpen került sor az értelmezési görbesereg összeállítására.

A görbeseregek alkalmasak a 6FV100 és 6FV40 típusú alacsonyfrekvenciás indukciós mérések anyagának értelmezésére.

Разработка комплекта палеток для интерпретации данных, полученных зондами 6FV100 и 6FV40 низкочастотного индукционного каротажа осуществлялась с помощью Кафедры общих геофизических методов МГРИ.

Применение низкой частоты дало возможность составить сравнительно простой алгоритм. Расчеты проведены на ЭВМ БЭСМ-6 для установленной геологической модели. На основе расчетных данных составлены палетки для интерпретации из которых несколько приложено к данной работе.

Составленные палетки пригодны для интерпретации данных, полученных зондами 6FV100 и 6FV40 низкочастотного индукционного каротажа.

We have worked out the interpretation master curves with the assistance of the Department of Geophysical Prospecting Methods of the Moscow University for Geological Investigation. The low frequency allowed the application of the simple algorithm.

For the selected geological model, the calculations were performed with BESZM-6 computer and, as a result of them, we made up the interpretation master curves.

The master curves are suitable for the interpretation of the results of 6FV100 and 6FV40 type low-frequency induction measurements.

Az értelmezési görbesereg kidolgozásában segítséget nyújtott a Plusznjin M. I. professzor vezette Moszkvai Geológiai Kutató Egyetem (MGR I) Geofizikai Kutatómódszerek Tanszéke. Ezt a lehetőséget célszerű volt felhasználni, mivel

- a Tanszék rendelkezett kipróbált, jó programcsomaggal, amelyet a 6F1 indukciós szonda számításánál használtak;
- az alacsonyfrekvencia folytán lehetőségessé vált az algoritmus lényeges egyszerűsítése, gyors gépre vitele és eredményes számítások elvégzése;
- az ipari követelmények ma már megkívánják, hogy a kifejlesztett geofizikai szondák módszertani segédlettel, s ezen belül megfelelő értelmezési segédlettel legyenek ellátva, amelyek miatt meg kellett gyorsítani a munkákat és élni a Tanszék nyújtotta lehetőségekkel.

A számításokat a következőképpen végeztük el:

Az [1, 2, 3]-nak megfelelően

$$\sigma_a = \sigma_m \cdot G_m + \sigma_i \cdot G_i + \sigma_t \cdot G_t \quad (1)$$

ahol

σ – vezetőképesség,

G – geometriai tényező,

a, m, i, t indexek – a látszólagos, fúróiszap, elárasztott zóna és réteg értékeket jelölik.

A látszólagos vezetőképesség (σ_a) és a mágneses tér összegezett vertikális aktív összetevője, amely a tér levegőbeni értékére normált (h_z), a következő kapcsolatban áll:

$$\sigma_a = \frac{2h_z}{\mu \omega L^3}. \quad (2)$$

A h_z -t a hattekerceses 6FV100 és 6FV40 típusú alacsonyfrekvenciás indukciós szondákra az alábbiak szerint kapjuk [4,6]:

$$\begin{aligned} h_z &= \frac{\mu \omega L_1^2}{2} \left[\sum_{j=0}^m \sigma_j G_j(L_1) + \frac{M_{A_2}}{M_{A_1}} \cdot \frac{L_1}{L_2} \sum_{j=0}^m \sigma_j G_j(L_2) + \right. \\ &\quad \left. + \dots + \frac{M_{A_9}}{M_{A_1}} \cdot \frac{L_1}{L_9} \sum_{j=0}^m \sigma_j G_j(L_9) \right] = \\ &= \frac{\mu \omega}{2} \left[L_1^2 \cdot K_1 \cdot \sum_{j=0}^m \sigma_j G_j(L_1) + L_2^2 \cdot K_2 \sum_{j=0}^m \sigma_j G_j(L_2) + \right. \\ &\quad \left. + \dots + L_9^2 \cdot K_9 \sum_{j=0}^m \sigma_j G_j(L_9) = K_1 \cdot h_{z_1} + K_2 \cdot h_{z_2} + \dots + K_g \cdot h_{z_g} \right], \quad (3) \end{aligned}$$

ahol

L_1, L_2, \dots, L_9 – a hattekerceses szonda kéttekerces szondapárjai,
 M_{A_n} – az adótekerces mágneses momentuma,

$$K_n = \frac{M_{A_1}}{M_{A_n}} \cdot \frac{L_1}{L_n};$$

h_{z_n} – az „ n ”-edik kéttekerceses szonda tere,

$n = 1, 2, \dots, 9$,

$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 4 \cdot 10^3$ [Hz],

$\mu = 4\pi \cdot 10^{-7}$ [H/m],

$G_j(L_n)$ = a j -szakasz geometriai tényezője az „ n ”-edik kéttekerceses szondára.

Az (1) egyenlet megoldásához szükséges a fúróluk (G_m), elárasztott zóna (G_i) és réteg (G_t) geometriai tényezőinek ismerete.

A fúróluk geometriai tényezője:

A fúróluk geometriai tényezője a következőképpen számítható [2]:

$$G_m(\alpha) = 1 - \frac{\alpha}{\sqrt{1+\alpha^2}} + \frac{2\alpha}{\pi} \int_0^\infty F(m) \cos \alpha m dm, \quad (4)$$

ahol

$$\alpha = \frac{L}{\frac{d}{2}}$$

$\frac{d}{2}$ – a fúróluk sugara,

$$F(m) = K_0(m) - \frac{m}{2} \{2K_0(m) K_1(m) - m [K_1^2(m) - K_0^2(m)]\},$$

$K_0(m), K_1(m)$ – Mac Donald-függvények.

Ha $m \rightarrow 0$, akkor

$$K_0(m) \approx -1nm - \frac{m^2}{4} \cdot 1nm + \frac{m^2}{2} - C + \dots,$$

$$K_1(m) \approx \frac{1}{m} + \frac{m}{2} \cdot 1nm - \frac{m}{4} + \dots,$$

$$F(m) = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} m^2 \cdot 1nm,$$

$$F(0) = \frac{1}{2}.$$

A $d/2$ sugarú fúrással harántolt réteg geometriai tényezője (G_t):

A $d/2$ sugarú fúrással harántolt elemi réteg geometriai tényezője [1, 2, 3, 6]:

$$G_z = \frac{L}{2} \int_{d/2}^{\infty} \frac{r^3 dr}{\left\{ r^2 + \left[(z - z_c) + \frac{L}{2} \right]^2 \right\}^{3/2} \left\{ r^2 \left[(z - z_c) - \frac{L}{2} \right]^2 \right\}^{3/2}}, \quad (5)$$

ahol

z_c = az „L” hosszúságú kétkerces szonda központjának z -tengely menti koordinátája,

$$G_z = \frac{1}{8L} \cdot \left[2 + \frac{L^2}{2(z - z_c)^2} - \frac{2(z - z_c)^4 + \left(\frac{d^2}{2} - L^2 \right) (z - z_c)^2 + \frac{L^2}{2} \left(\frac{d^2 + L^2}{4} \right)}{(z - z_c)^2 \sqrt{\left((z - z_c)^4 + \left(\frac{d^2 - L^2}{2} \right) (z - z_c)^2 + \left(\frac{d^2 + L^2}{4} \right)^2 \right)}} \right]. \quad (6)$$

Ha a (6) egyenletet a réteg alsó z_1 és felső z_2 határai között integráljuk, akkor megkapjuk a véges vastagságú réteg geometriai tényezőjét (G_t).

$$G_t = \frac{1}{8L} \int_{z_1}^{z_2} G_z(z - z_c) dz = \frac{1}{8L} \int_{z_1 - z_c}^{z_2 - z_c} G_z(z) dz, \quad (7)$$

ahol

$$G_z = 2 + \frac{L^2}{2z^2} - \frac{2z^4 + \left(\frac{d^2}{2} - L^2 \right) \cdot z^2 + \frac{L^2 (d^2 + L^2)}{8}}{z^2 \cdot \sqrt{z^4 + \frac{d^2 - L^2}{2} \cdot z^2 + \left(\frac{d^2 + L^2}{4} \right)^2}}.$$

Az elárasztott zóna geometriai tényezője (G_i);

Legyen a következő modellünk, (1. ábra),

ahol

$D/2$ – az elárasztott zóna sugara,

$G_{s_1} \cdot G_{s_2}$ – az ágyazó kőzetek geometriai tényezője.

A véges vastagságú réteg elárasztott zónájának geometriai tényezőjét megkapjuk, ha az egész tér geometriai tényezőjéből kivonjuk a fúróluk (G_m), a $D/2$ sugarú „fúrólukkal” harántolt réteg (G_t) és a $d/2$ sugarú fúrólukkal harántolt ágyazó kőzetek geometriai tényezőjét (G_{s_1} , G_{s_2}) valamennyi – a hattekereszes szondához tartozó – kéttekereszes párra:

$$G_i = 1 - G_m(d/2) - G_t(D/2) - G_{s_1}(d/2) - G_{s_2}(d/2). \quad (8)$$

Az ágyazó kőzetek geometriai tényezőjét a (7) szerint számoltuk ki:

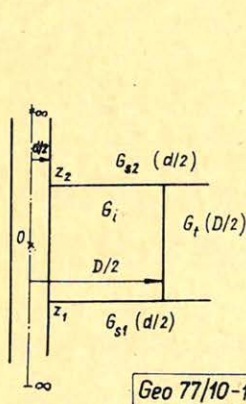
$$G_{s_1} = \frac{1}{8L} \int_{z_1}^{-\infty} G_z(z - z_c) dz$$

és

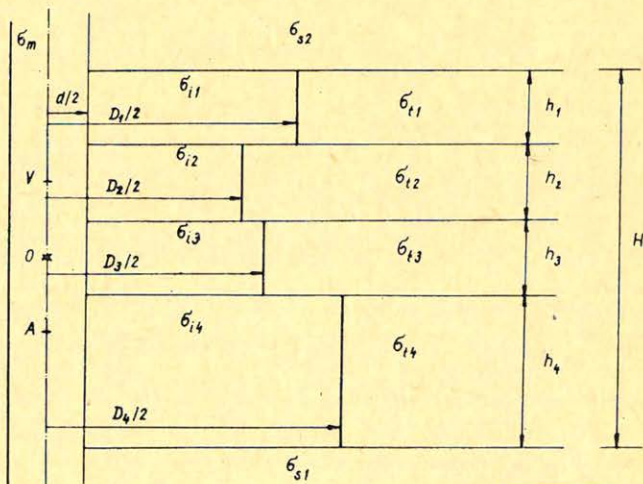
$$G_{s_2} = \frac{1}{8L} \int_{z_2}^{\infty} G_z(z - z_c) dz.$$

A görbesereg számítása:

A görbesereg számításánál az alábbi földtani modelltől indultunk ki. (2. ábra) [6],



1. ábra
Puc. 1
Fig. 1



2. ábra

Puc. 2

Fig. 2

ahol

A, V	– a generátor, ill. mérőtekercs,
„0”	– a kéttekercses szonda középpontja,
$\sigma_{i1} - \sigma_{i4}$	– az elárasztott zóna vezetőképessége,
$\sigma_{t1} - \sigma_{t4}$	– a réteg vezetőképessége,
$\sigma_{s1} - \sigma_{s2}$	– az ágyazó kőzetek vezetőképessége,
σ_m	– a fúróiszap vezetőképessége,
$h_1 - h_4$	– a rétegek vastagsága,
$\frac{D_1}{2} - \frac{D_4}{2}$	– az elárasztott zóna sugarai.

A tényleges számításokat az alábbi paraméterkombinációkra végeztük el:

$$\frac{\sigma_t}{\sigma_m}; \quad \frac{D}{d}; \quad \frac{\sigma_s}{\sigma_m}; \quad \frac{\sigma_i}{\sigma_m} \quad \text{és} \quad \frac{H}{L},$$

ahol

$$\sigma_n = \frac{1}{R_n} \quad \text{és} \quad H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4.$$

A fenti paraméterek értékei a következő határok között változtak:

$$\frac{R_t}{R_m} = 0,1; 0,5; 1; 2,5; 5; 10; 20; 40; 100.$$

$$\frac{D}{d} = 1; 2; 4; 8.$$

$$d = 100; 150; 214; 252; 300 \text{ mm}$$

$$\frac{R_s}{R_m} = 1; 5; 20; 100.$$

$$\frac{R_i}{R_m} = 2,5; 5; 10; 20; 40; 100.$$

$$\frac{H}{L=1} = 1; 2; 4; 8 = \frac{H}{L=0,4}.$$

A számítás eredményét a mélyfúrési geofizikában elfogadott módon ábráztuk, azaz $R_t/R_m = f(R_a/R_m)$.

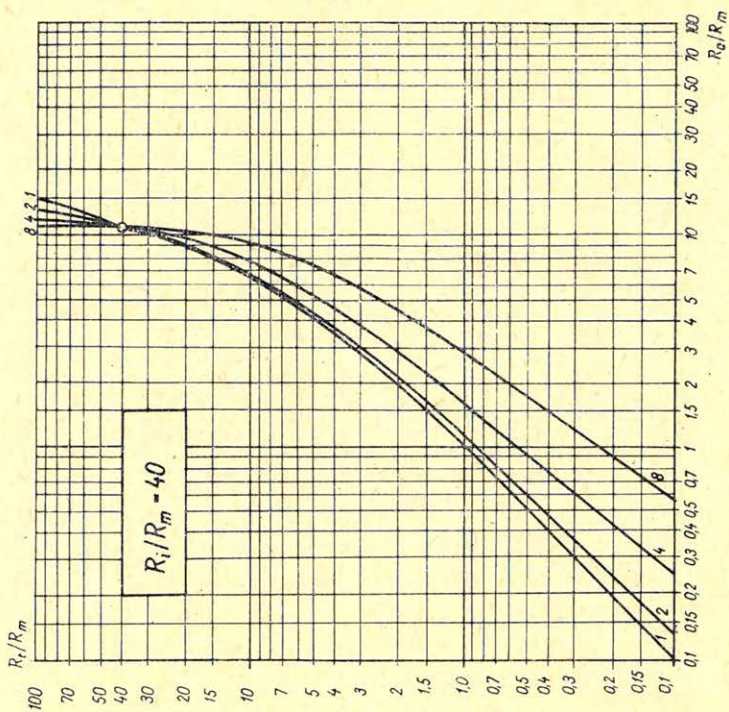
A megszerkesztett görbeseregekből mutatunk be néhányat a 3–6. ábrákon.

Következtetések:

1. A kidolgozott értelmezési görbesereg alkalmas a 6FV100 és 6FV40 típusú alacsonyfrekvenciás indukciós szondák mérési adatainak értelmezésére.
2. A kisebb behatolású 6FV40 típusú szonda $R_t/R_m = 2,5$ -nél (3. ábra) $D/d \leq 4$ esetén a látszólagos fajlagos ellenállás nem tér el lényegesen a ténylegestől, ha $R_t < R_i$; $R_t > R_i$ esetén az elárasztás növekedésével ($D/d \rightarrow 8$) a görbék úgy tolnának el balra, hogy a látszólagos fajlagos ellenállás értéke jelentősen csökken a ténylegeshez viszonyítva és $D/d > 8$ -nál gyakorlatilag az elárasztott zóna fajlagos ellenállását kapjuk.

PALETKA N°-9
(Szonda 6FV40)

A paletka paramétere
 $R_1/R_m = 40$
A görbe paramétere
 $D/d = 1,2, 4,8$



Geo 77/10-4

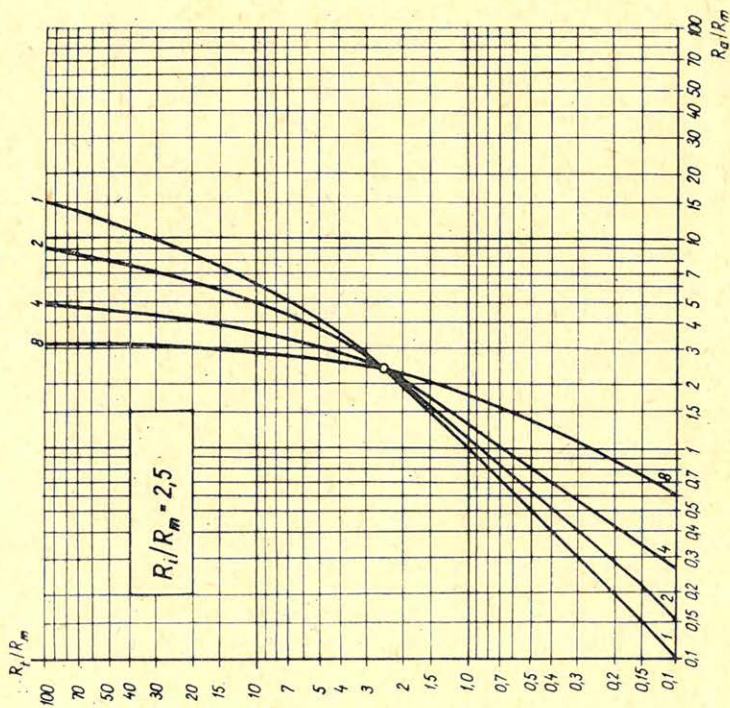
Fig. 4

Puc. 4

4. ábra

PALETKA N°-5
(Szonda 6FV40)

A paletka paramétere
 $R_1/R_m = 2,5$
A görbe paramétere
 $D/d = 1,2, 4,8$



Geo 77/10-3

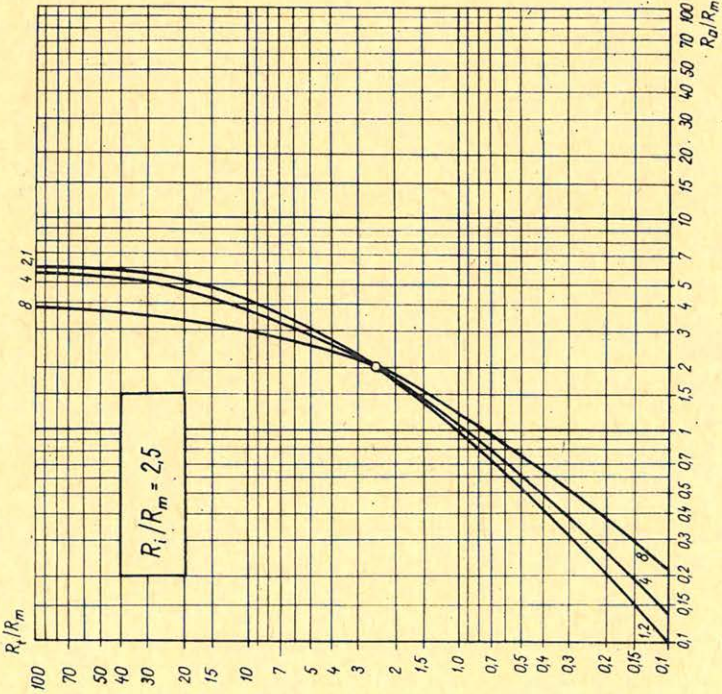
Fig. 3

Puc. 3

3. ábra

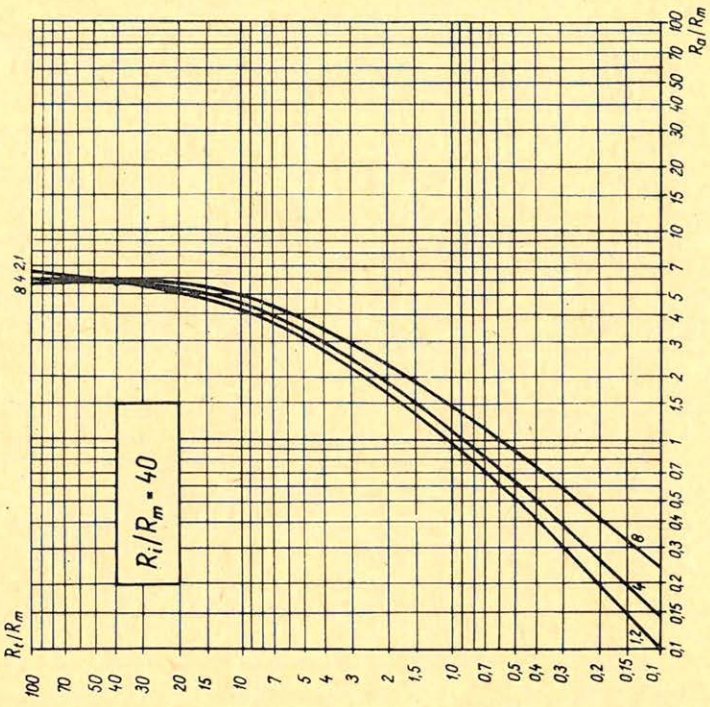
PALETKA N°-20
(Szonda 6FV100)

A paletka paramétere
 $R_i/R_m = 2,5$
 A görbe paramétere
 $D/d = 1, 2, 4, 8$



Geo 77/10-5

5. ábra Fig. 5



Geo 77/10-6

6. ábra Fig. 6

3. Növekvő elárasztásnál ($R_t/R_m = 40$), amint a 4. ábrán látható a szondával kapott látszólagos értékek – az e tanulmányban nem ismertetett korrekció után – nem térnek el lényegesen a valódi fajlagos ellenállás értékektől a szonda reális mérési tartományában [5, 6].
4. Az 5. és 6. ábrán látható, hogy a nagybehatalású 6FV100-as indukciós szondára $D/d \leq 2$ esetén gyakorlatilag nincs hatással az elárasztás akár növelő, akár csökkenő elárasztásnál.
5. $R_t/R_m = 2,5$ -nél (5. ábra) $R_i/R_m \geq R_t/R_m$ esetén az ábrán mutatott elárasztási viszonyok mellett a látszólagos és tényleges fajlagos ellenállás értékek elég jó egyezést mutatnak.
6. Növelő elárasztásnál, ha R_t/R_m és D/d nagy, vagy csökkenő elárasztásnál a látszólagos és tényleges fajlagos ellenállás értékek között lényeges eltérés van a 6FV100 alacsonyfrekvenciás indukciós szonda reális mérési tartományban [5, 6].

IRODALOM

1. *M. I. Plusznyin*: Indukcionnűj karotázs, Izd. Nyedra 1968.
2. *A. A. Kaufmann*: Teorija indukcionnovo karotazsa, Izd. Nauka Novoszibirszk 1965.
3. *H. G. Doll*: Introduction to induction logging and application to logging of wells drilled with oil base mud. J. of Petroleum Technology, Vol. 1 No. 6, June 1949.
4. *B. I. Vülge – Baráth István*: A 6FV100 és 6FV40 szondák interpretációs görbéinek számítási eredményei BESZM – 6 számítógépen. Kézirat 1976.
5. *Baráth István*: A 6FV100 és 6FV40 típusú indukciós szondák homogén közegben. Magyar Geofizika, 1976. XVII. évf. 3. szám.
6. *Baráth István*: Az alacsonyfrekvenciás indukciós karotázs módszertana. Kandidátusi disszertáció 1976.

Lapszemle

(Folytatás a 97. oldalról)

Számos szabadalom rövid ismertetését adja a Geophysics 1976. decemberi száma.

Szeizmikus kutatási körből valók:

US No. 3,944,019 PAULETICH:

Deep water sound imploder

Főleg a tengerfenék vizsgálatát célozza ércutatási feladatokkal.

US No. 3,952,283 R. A. BRODING:

Group Recorder Alarm

geofoncsoportok csatlakozásának jelzésére szolgál.

US No. 3,952,833 D. H. REED et al.

Method and Apparatus for Generating Pressure Waves in Water by Implosion.

Tengeri szeizmikus mérések céljait szolgáló impulzuskeltő berendezést ismertet.

US No. 3,958,661 C. D. DRANSFIELD et al.:

Method and Apparatus for Generating Seismic Waves

Szárazföldi szeizmikus rezgéskeltőt ír le.

Ugyancsak szeizmikus rezgéskeltésről szól az

US No. 3,968,855 J. C. Mollere:

Seismic Marine Gun Assembly című szabadalom.

Piezoelektromosh idrofonokat ismertet két további szabadalom:

US No. 3,961,304 H. P. BACKWELL jr. és

US No. 3,970,878 C. O. BERGLUND

Szeizmikus jelek regisztrálására vonatkozik az

US No. 3,961,306 N. A. ANSTEY:

Method of Forming Color Graphic Displays from Input Data és a

Canada No. 987,397 C. F. HADLEY:

Digital Seismic Recording megnevezésű szabadalom.

(Folytatás a 118. oldalon)

Két tanulmány a véletlen közegekben terjedő szeizmikus hullámok elméletéről

I. Elnyelődés többkomponensű közegekben, az elnyelődési együttható és a heterogeneitás (kőzetentrópia) kapcsolata*

KORVIN GÁBOR**

A véletlenül inhomogén közegekben terjedő hullámok az inhomogeneitásokon szóródnak, ez a terjedő hullám energiájának elnyelődéséhez vezet. Megmutatom, hogy az elnyelődési együttható arányos a közeg rendezetlenségével, melyet a heterogeneitási faktorról vagy az entrópiával mérhetünk. Információelméleti megfontolások azt a hipotézist sugallják, hogy egy rétegsoron elnyelődött energia arányos (pontosabban: korrelációt mutat) a rétegsorról nyert információ-mennyiséggel.

Распространяющиеся в случайно неоднородных средах волны рассеиваются на неоднородностях, что приводит к поглощению энергии распространяющейся волны. В работе показывается, что коэффициент поглощения является пропорциональным неупорядоченности среды, которая измеряется фактором неоднородности или энтропией. Соображения по теории информации показывают, что поглощенная на данной толще энергия является пропорциональной (точнее: показывает прямую корреляцию) количеству информации, полученной с этой толще.

Waves propagating through randomly inhomogeneous media are scattered on the inhomogeneities, this leads to the attenuation of the energy of the wave. The coefficient of attenuation is shown to be proportional to the degree of disorder of the medium, measured by its heterogeneity factor or entropy.

Information-theoretical considerations suggest to adopt as a hypothesis that the fraction lost during scattering on a series of layers is proportional to (or, more exactly correlated with) the amount of information gained about the same series of layers.

Bevezetés

Több dolgozatomban (Korvin 1973, 1976a, 1977) megmutattam, hogy a véletlenül inhomogén közegekben terjedő hullámok az inhomogeneitásokon szóródnak, ez az észlelt hullámparaméterek (fázis és amplitúdó) fluktuációjához és a hullám energiájának frekvencia-függő elnyelődéséhez vezet. Az elnyelődési együttható frekvenciafüggése kifejezhető az inhomogeneitások térbeli eloszlásának teljesítményspektrumával.

1976-os szimpóziumi előadásomban bizonyítás nélkül megemlítettem, hogy az elnyelődési együttható arányos a közeg heterogeneitásával, melyet a közeg heterogeneitási faktorával vagy entrópiájával mérhetünk. Jelen közleményben a fenti állítás (pontosabban: hipotézis) heurisztikus levezetését adom.

Néhány terminológiai megjegyzés. A szovjet irodalom az „inhomogeneitást” a *nyeodnorodnoszty* és a *mutnoszty* terminus technicussal fejezi ki. *Nikolaev* 1973 a „nyeodnorodnoszty” kifejezést a determinisztikus (lassan változó, *a priori* ismert) inhomogeneitásokra, a „mutnoszty”-ot (a magyar „zavarosság, homá-

* A tanulmány a 21. Geofizikai Szimpóziumon (Lipese, 1976) elhangzott előadásom egyik tézisének részletesebb kifejtése.

** Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest.

lyosság”) a fizikai paraméterek véletlenszerű, kis fluktuációira alkalmazza. Munkáinak angol fordításaiban (pl. *Nikolaev és Averyanov* 1970) a „mutnoszty” szót „heterogeneity”-ként fordítják.

Jelen tanulmányban a fizikai paraméterek véletlen fluktuációira kizárólag az *inhomogeneitás* kifejezést alkalmazom. A szereplő *heterogeneitás* fogalom az inhomogeneitások rendezetlenségének kvantitatív jellemzője.

A *véletlen* közegek, *véletlen* sebességinhomogeneitások, *véletlen* rétegsorok stb. fogalma a tanulmányban (és idézett dolgozataimban) alapvető szerepet játszik. Használatuk nem jelenti azt, hogy a Föld belseje, a geológiai képződmények jelenlegi állapota és egész fejlődéstörténetük ne lett volna szigorúan determinisztikus. A felszíni geofizikai méréseket véges frekvenciasávban, véges időintervallumban, adott dinamikartomány felhasználásával, a sík néhány véges számú pontján, valamint zaj jelenlétében végezzük. Mindez meghatározza a méréssel nyerhető maximális információmennyiséget (*Halfin* 1958, *Maginness* 1972, *Nikolaev* 1973, *Korvin és Petrovics* 1975). Ha a kutatandó képződmény információtartalma ennél nagyobb, a képződmény egyes jellemzőiről csak statisztikus kijelentéseket tehetünk (átlagértékek, az ettől való eltérések szórásai, kovarianciái stb.).

A nagy szabadságfokú bonyolult közegek véletlen modellel való leírása egyszerűbb matematikai tárgyalást tesz lehetővé, a közelítés jogosságát a kapott eredmények tapasztalattal megegyező volta igazolja.

*Elnyelődés többkomponensű*** véletlen közegekben*

Tekintsünk egy n komponensből álló véletlen közeget, melynek sebesség-eloszlását a

$$c(\mathbf{r}) = c_0 + \varepsilon(\mathbf{r}) \quad (1)$$

törvényszerűség írja le, ahol \mathbf{r} a közeg tetszőleges pontja. Tételezzük fel, hogy az $\varepsilon(\mathbf{r})$ véletlen sebességfluktuáció homogén és izotróp (vö. *Korvin* 1973, pp 10–19), vegyük fel egy – a közegen áthaladó – véletlen egyenesen az x futó koordinátát és vizsgáljuk ε változását az egyenes mentén.

Legyen

$$\varepsilon(x) = c_i - c_0 = \varepsilon_i$$

ha x az i -ik komponensben van, $i = 1, 2, \dots, n$, ahol

$$c_0 = p_1 c_1 + p_2 c_2 + \dots + p_n c_n;$$

p_i az i -ik komponens valószínűsége (térfogataránya),

$$\sum_1^n p_i = 1;$$

c_i az i -ik komponensben a terjedési sebesség.

Az $\varepsilon(x)$ értéke egy adott x pontban p_i valószínűséggel ε_i ($i = 1, \dots, n$); feltételezzük, hogy a váltási helyek λ paraméterű Poisson eloszlást követnek,

*** A 2-komponensű véletlen közegek részletes tárgyalása 1977-es dolgozatomban található (10. fejezet).

és hogy az átmeneteket a

$$P(\varepsilon_i \rightarrow \varepsilon_j) = p_{ij} \quad (2)$$

átmeneti-valószínűség mátrix írja le.

A p_{ij} számok eleget tesznek a

$$\sum_{j=1}^n p_{ij} = 1 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

relációnak, az ergodicitás miatt

$$p_i = \sum_{j=1}^n p_i p_{ji} \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (4)$$

Bevezetve a

$$\mathbf{T} = (p_{ij}) \quad (5)$$

$$\mathbf{T}^m = (p_{ij}^{(m)}) \quad (6)$$

átmeneti-valószínűség mátrixokat, a *Markov* láncok elméletéből ismert (*Jaglom et al.* 1959), hogy $p_{ij}^{(m)}$ éppen az

$$\varepsilon_i \xrightarrow{(m)} \varepsilon_j$$

m -lépéses átmenet valószínűsége.

Korábbi dolgozataimban (1973, 1977) megmutattam, hogy az (1) sebesség-eloszlású véletlen közeg elnyelődési együtthatója:

$$\alpha(\omega) = \frac{\pi \omega^2}{c_0^4} W_{\varepsilon\varepsilon}(2k_0) \quad (7)$$

ahol

$$k_0 = \frac{\omega}{c_0}; \quad (8)$$

$W_{\varepsilon\varepsilon}$ pedig az inhomogeneitások teljesítményspektruma (vagyis a tér $R_{\varepsilon\varepsilon}$ autokorrelációs függvényének Fourier transzformáltja).

A (7) formula alkalmazásához az ε véletlen tér

$$R_{\varepsilon\varepsilon}(x) = \langle \varepsilon(x_1) \varepsilon(x_2) \rangle \quad (|x_1 - x_2| = x) \quad (9)$$

autokorrelációs függvényének**** becslésére lesz szükség. Figyeljük meg, hogy a (9)-ben szereplő $\varepsilon(x_1) \varepsilon(x_2)$ szorzat értéke akkor $\varepsilon_i \varepsilon_j$, ha

a) $\varepsilon(x_1) = \varepsilon_i$ (ennek valószínűsége p_i);

b) az x_1 és x_2 pontok között éppen m ($m = 0, 1, 2, \dots$) váltás van ennek valószínűsége

$$e^{-\lambda x} \frac{(\lambda x)^m}{m!}; \quad (10)$$

**** A $\langle \dots \rangle$ jelölés a sztohasztikus folyamat összes realizációjára vett várható-érték képzésre utal.

c) az m -ik váltás utáni ε érték éppen ε_j (ennek valószínűsége $p_{ij}^{(m)}$, ahol definíció szerint

$$p_{ij}^{(0)} = \delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ha } i = j \\ 0 & \text{ha } i \neq j \end{cases}$$

Így

$$\begin{aligned} R_{\varepsilon\varepsilon}(x) &= \langle \varepsilon(x_1) \varepsilon(x_2) \rangle |_{|x_1 - x_2| = x} = e^{-\lambda x} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(\lambda x)^m}{m!} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i \varepsilon_i p_{ij}^{(m)} \varepsilon_j = \\ &= e^{-\lambda x} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i \varepsilon_i \varepsilon_j \left(\sum_{m=0}^{\infty} p_{ij}^{(m)} \frac{(\lambda x)^m}{m!} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

vagyis, (6) szerint és felidézve az analitikus mátrixfüggvények definícióját (Rózsa 1974):

$$R_{\varepsilon\varepsilon}(x) = e^{-\lambda x} [p_1 \varepsilon_1, p_2 \varepsilon_2, \dots, p_n \varepsilon_n] e^{\lambda x \mathbf{T}} \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}. \quad (12)$$

Könnyebben áttekinthető eredményt kapunk, ha a $\mathbf{T} = (p_{ij})$ átmeneti-valószínűség-mátrixszal jellemzett Markov lánc helyett rögzített p_i -k mellett a

$$\left. \begin{aligned} p_i &= \sum_{j=1}^n p_j p_{ji} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \\ \sum_{j=1}^n p_{ij} &= 1 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

feltételnek eleget tevő, *legvalószínűbb* Markov láncot vizsgáljuk. Mivel a legvalószínűbb lánc az, melynek *entrópiája* a legnagyobb, így a (p_{ij}) számok meghatározásához az alábbi feltételek szélsőértékfeladatát kell megoldanunk:

$$\left. \begin{aligned} E &= - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_{ij} \log p_{ij} = \max \\ \sum_{j=1}^n p_{ij} &= 1 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \\ p_i &= \sum_{j=1}^n p_j p_{ji} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Bevezetve a probléma Lagrange függvényét, egyszerű számolással (14) megoldásaként a

$$p_{ij} \equiv p_j \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (15)$$

átmeneti-valószínűség mátrix adódik.

Tekintsük újra az

$$R_{\varepsilon\varepsilon}(x) = \langle \varepsilon(x_1) \varepsilon(x_2) \rangle \quad (|x_1 - x_2| = x) \quad (16)$$

autokorrelációs függvényét. A $\sum p_i = 1$ feltétel miatt a legvalószínűbb

$$\mathbf{T} = (p_{ij}) = (p_j) = \begin{pmatrix} p_1 p_2 \cdots p_n \\ p_1 p_2 \cdots p_n \\ \vdots \\ p_1 p_2 \cdots p_n \end{pmatrix}$$

mátrix valamennyi hatványa azonos:

$$\mathbf{T} = \mathbf{T}^2 = \mathbf{T}^3 = \dots$$

így (16) egyszerűen számítható.

Ha $\varepsilon(x_1) = \varepsilon_i$ (ennek valószínűsége p_i), akkor $e^{-\lambda x}$ valószínűséggel nincs váltás x_1 és x_2 között, tehát $\varepsilon(x_1) \varepsilon(x_2) = \varepsilon_i^2$; $(1 - e^{-\lambda x})$ valószínűséggel van váltás és $\varepsilon(x_1) \varepsilon(x_2)$ értéke $p_i p_j$ valószínűséggel $\varepsilon_i \varepsilon_j$. Figyelembe véve, hogy

$$p_1 \varepsilon_1 + p_2 \varepsilon_2 + \dots + p_n \varepsilon_n = \langle \varepsilon \rangle = 0,$$

(l. a köv. 1. Segédtelet),

$$\begin{aligned} \langle \varepsilon(x_1) \varepsilon(x_2) \rangle &= R_{\varepsilon\varepsilon}(x) = e^{-\lambda x} \left(\sum_{i=1}^n p_i \varepsilon_i^2 \right) + (1 - e^{-\lambda x}) \sum_{i=1}^n p_i \varepsilon_i \left(\sum_{j=1}^n p_j \varepsilon_j \right) = \\ &= \left(\sum_{i=1}^n p_i \varepsilon_i^2 \right) e^{-\lambda x} = \langle \varepsilon^2 \rangle e^{-\lambda x} \end{aligned} \quad (17)$$

(17)-ből, a (7) felhasználásával, az elnyelődési együttható számítható:

$$\alpha(k_0) = \frac{\lambda \langle \varepsilon^2 \rangle}{2} \frac{k_0^2}{k_0^2 + (\lambda/2)^2}. \quad (18)$$

Hogy az elnyelődési együtthatót a közeg heterogeneitásával összefüggésbe hozzassuk, két egyszerű segédteletre lesz szükségünk:

1. *Segédtelet.* Legyenek c_i ($i = 1, 2, \dots, n$) tetszőleges valós számok;

$$p_i \geq 0, \quad \sum_1^n p_i = 1$$

pozitív számok, legyen

$$c_0 = \sum_{i=1}^n p_i c_i$$

és legyen

$$\varepsilon_i = c_i - c_0 \quad (i = 1, \dots, n).$$

Ekkor

$$\sum_{i=1}^n p_i \varepsilon_i = 0. \quad (19)$$

2. *Segédtelet.* Az 1. Segédtelet feltételei mellett

$$\sum_{i=1}^n p_i \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i < j}}^n (c_i - c_j)^2 p_i p_j. \quad (20)$$

(Az 1. Segédteétel triviális, a 2. Segédteétel bizonyítása a Függelékben található.)
A segédteételek alapján (17) a következő alakban írható:

$$R_{\varepsilon\varepsilon}(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ i < j}}^n p_i p_j (c_i - c_j)^2 e^{-\lambda x}, \quad (21)$$

tehát az abszorpciós együttható arányos az

$$\langle \varepsilon^2 \rangle = \sum_{i=1}^n \sum_{i < j} p_i p_j (c_i - c_j)^2 \quad (22)$$

kifejezéssel.

Tételezzük most fel, hogy a $\{c_i\}$ -k valamely $[c_{\min}, c_{\max}]$ sebességintervallumban egyenletes eloszlású független véletlen változók. Bevezetve a

$$\Delta = c_{\max} - c_{\min}$$

jelölést:

$$\langle (c_i - c_j)^2 \rangle = \frac{1}{\Delta^2} \int_{c_{\min}}^{c_{\max}} \int_{c_{\min}}^{c_{\max}} (c_i - c_j)^2 dc_i dc_j = C^2. \quad (23)$$

A (21) kifejezés várható értéke a $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ sebességeloszlásra nézve:

$$\begin{aligned} \langle R_{\varepsilon\varepsilon}(x) \rangle &= C^2 \sum_{i < j} p_i p_j e^{-\lambda x} = \frac{C^2}{2} e^{-\lambda x} \sum_{i \neq j} p_i p_j = \\ &= \frac{C^2}{2} e^{-\lambda x} \sum_{i=1}^n p_i (1 - p_i) \end{aligned} \quad (24)$$

ahol C^2 a (23) képletből számítható konstans.

A (7) alapvető formula szerint az abszorpciós együttható arányos az inhomogeneitások teljesítményspektrumával, ez utóbbi arányos az autokorrelációs függvénnyel, így – (24) szerint – az abszorpciós együttható arányos a közeg heterogeneitását kifejező

$$H = \sum_{i=1}^n p_i (1 - p_i) \quad (25)$$

menyiséggel.

Nyilván $H = 0$, ha valamelyik $p_i = 1$; H maximumát a

$$p_1 = p_2 = \dots = p_n = \frac{1}{n}$$

eloszlásnál veszi fel, a maximum értéke

$$H_{\max} = \frac{n-1}{n}. \quad (26)$$

A (25) kifejezéssel definiált heterogeneitási faktort érdemes összehasonlítani a közeg entrópiájával:

$$E = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad (27)$$

melyet *Byryakovsky* (1968) javasolt a kőzet heterogeneitásának jellemzésére. Az entrópiára is érvényes, hogy $E = 0$, ha valamelyik $p_i = 1$; maximumát a

$$p_1 = p_2 = \dots = p_n = \frac{1}{n}$$

eloszlásnál veszi fel,

$$E_{\max} = \log n. \quad (28)$$

Felhasználva az

$$\left| x - \frac{1}{n} \right| \ll 1$$

esetén érvényes

$$-x \log x \approx \frac{1}{n} \log n + \left(x - \frac{1}{n} \right) (\log n - 1) - \frac{\left(x - \frac{1}{n} \right)^2}{2} n \quad (29)$$

sorfejtést, és a

$$\sum_{i=1}^n \left(p_i - \frac{1}{n} \right)^2 = \frac{n-1}{n} - \left(1 - \sum_{i=1}^n p_i^2 \right) = \frac{n-1}{n} - \sum_{i=1}^n p_i(1-p_i) \quad (30)$$

azonosságot,

$$\sum_1^n \left| p_i - \frac{1}{n} \right|^2 \ll 1$$

esetén

$$\begin{aligned} E &= - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \approx \log n - \frac{n}{2} \sum_{i=1}^n \left(p_i - \frac{1}{n} \right)^2 = \\ &= \log n - \frac{1}{2} (n-1) + \frac{n}{2} \sum_{i=1}^n p_i(1-p_i), \end{aligned}$$

vagyis, ha a p_i számok közel vannak $1/n$ -hez,

$$H = \sum_{i=1}^n p_i(1-p_i) = \frac{2}{n} E - \frac{2 \log n}{n} + \frac{n-1}{n}$$

vagy – figyelembe véve (26)-ot és (28)-at:

$$H_{\max} - H = \frac{2}{n} (E_{\max} - E). \quad (31)$$

Így a maximum környékén a heterogeneitási faktor (H), additív konstansból eltekintve, arányos az entrópiával (E). Az 1. ábrán a relatív heterogeneitás (H/H_{\max}) és a relatív entrópia (E/E_{\max}) görbéje látható $n = 2$ esetén. ($n = 3$ -ra 1. *Harris és McCammon* 1969, Fig. 1C. Az idézett szerzők a $100 E/E_{\max}$ és a $100 H/H_{\max}$ kifejezéseket hasonlítják össze, ez utóbbit a $\{p_i\}$ eloszlás *variancia függvényének* nevezik.)

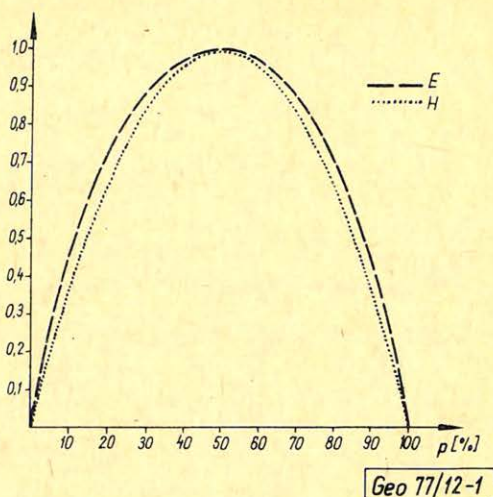
A H és az E görbék hasonlósága folytán (24) alapján, a fent vizsgált modellekre, az abszorpciók együttható arányos a kőzet heterogeneitásával, melyet a

$$H = \sum p_i(1-p_i)$$

1. ábra. Relatív entrópia és relatív heterogenitás $n = 2$ esetén.

Рис. 1. Относительная энтропия и относительная неоднородность при $n = 2$.

Fig. 1. Relative entropy and relative heterogeneity factor for $n = 2$



heterogenitási faktoral, ill. az

$$E = - \sum p_i \log p_i$$

entrópiával fejezhetünk ki.

Vegyük észre, hogy az $E = - \sum p_i \log p_i$ entrópia a vizsgált modell esetében megegyezik a (15) átmeneti-valószínűség mátrixszal definiált Markov lánc entrópiájával.

Valóban a (15) Markov láncra

$$E = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_{ij} \log p_{ij} = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_j \log p_j = - \sum_{j=1}^n p_j \log p_j.$$

Hipotézisként feltételezhetjük, hogy a rétegsort, ill. kőzetet leíró Markov folyamat, ill. Markov lánc (Miller és Kahn 1962; Allegre 1964; Dowds 1969; Haralick és Shanmugan 1973) információelméleti entrópiája és az összletre jellemző elnyelődési együttható között erős pozitív korreláció van.

(Hogy a hipotézist plauzibilissé tegyem, emlékeztetek a nagy entrópiájú, ciklikus üledékes rétegsorokban tapasztalható nagy energiaelnyelődésre, l. 2. ábra, Schoenberger és Levin 1974 nyomán.)

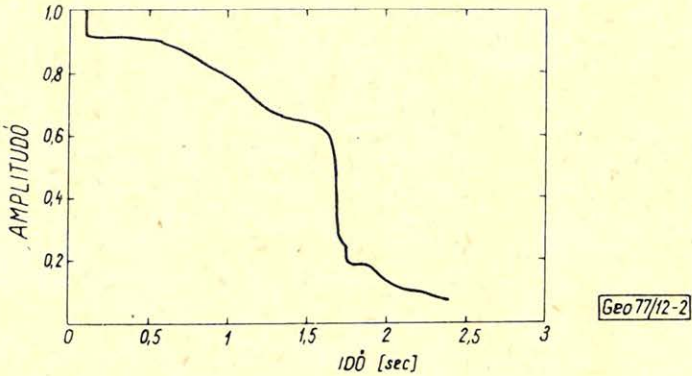
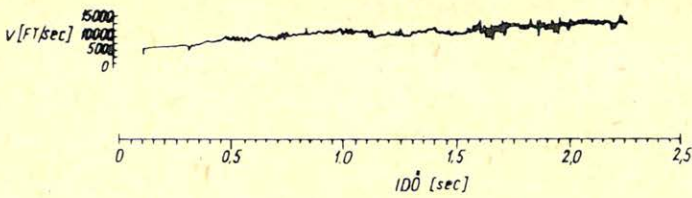
A hipotézissel kapcsolatban felhívom a figyelmet, hogy az elnyelődési együttható, és a kőzet (vagy rétegsor) mint Markov lánc entrópiája között csak pozitív korrelációról beszélhetünk, nem arányosságról.

Valóban, 1-dimenziós sebességinhomogenitások esetén az L öszsvastagságú rétegsor megadásához

$$I = I_1 + I_2 \quad (32)$$

információmennyiség szükséges, ahol I_1 a határfelületek helyzetét leíró (λ sűrűségű) Poisson folyamat entrópiája:

$$I_1 = L \lambda \log \frac{e}{\lambda} \quad (33)$$



2. ábra. Nagy entrópiájú ciklikus rétegsor által okozott anomálsan nagy energiaelnyelés (Schoenberger és Levin nyomán)

Рис. 2. Аномально высокое поглощение энергии, вызванное циклической толщиной с высокой энтропией (По Шёнбергер и Левин).

Fig. 2. Anomalously high energy-attenuation due to a high-entropy cyclic series of layers (after Schoenberger and Levin)

(l. Rudemo 1964; Fritz 1967); I_2 pedig a reflexiós együtthatók sorozatának entrópiája. 1973-as dolgozatomban megmutattam (op. cit. 56. képlet), hogy a reflexiós együtthatók négyzetének várható értéke

$$\langle r^2 \rangle = \frac{\varepsilon^2}{c_0^2 h_0} \Delta h \quad (34)$$

ahol ε^2 az inhomogeneitások szórásnégyzete, h_0 az inhomogeneitások korrelációs távolsága, Δh az átlagos rétegvastagság. A $\Delta h = h_0 = 1/\lambda \ll 1$ választással $\langle r^2 \rangle = \varepsilon^2/c_0^2$. Felhasználva a reflexiós együtthatók normális eloszlását (Agard és Grau 1961, Gogonenkov és Aszrijanc 1969) és feltételezve azok függetlenségét:

$$\begin{aligned} I_2 &= \sum_{s=0}^{\infty} \left[s \cdot \log \sqrt{2\pi e \langle r^2 \rangle} \cdot \exp(-\lambda L) \frac{(\lambda L)^s}{s!} \right] = \\ &= \lambda L \log \sqrt{2\pi e \langle r^2 \rangle} = \frac{\lambda L}{2} \log \left(2\pi e \frac{\varepsilon^2}{c_0^2} \right). \end{aligned} \quad (35)$$

Így a rétegsor entrópiája

$$I = I_1 + I_2 = L\lambda \left\{ \log \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{2} \log \left(2\pi e \frac{\varepsilon^2}{c_0^2} \right) \right\} = \frac{L\lambda}{2} \log \frac{2\pi e^3 \varepsilon^2}{c_0^2 \lambda^2}. \quad (36)$$

A rétegsor-entrópia (36) alakját összevetve az elnyelődési együttható (18) kifejezésének alacsony-frekvenciás értékével, nyilvánvaló a két formula hasonlósága.

1973. 77-es dolgozataimban megmutattam az elnyelődési együttható (7) kifejezésének és az *O'Doherty-Anstey* (1971) féle „more up–less down” formulának hasonlóságát. A fenti eredmények a „more up–less down” elv mélyebb magyarázatát sugallják: *a rétegsoron elnyelt energia arányos (pontosabban: pozitív korrelációt mutat) a rétegsorról nyert információmennyiséggel.*

A kérdés részletesebb tárgyalása elvezetne az *információ-megmaradás* hipotézisekhez (*Rényi* 1976, *Casti* és *Tse* 1972) és mélyebb matematikai segéd-eszközöket igényelne (a Markov folyamatok dimenziójának és entrópiájának *Rudemo* 1964 féle elmélete), így ettől – ezen a helyen – el kell tekintenem.

A cikksorozat II. részében***** esettanulmányt ismertetek a közeg inhomogeneitásainak a mért szeizmikus anyag fluktuációiból való becslésére.

Függelék

A (20) formula levezetése

Vegyük a (20) formula jobb oldalán levő kifejezés kétszeresét:

$$\begin{aligned} 2 \sum_{i < j} \sum p_i p_j (c_i - c_j)^2 &= \sum_{i \neq j} \sum p_i p_j (c_i - c_j)^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_j (c_i - c_j)^2 = \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_j (\varepsilon_i - \varepsilon_j)^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_j \varepsilon_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_j \varepsilon_j^2 - 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_j \varepsilon_i \varepsilon_j. \end{aligned}$$

De

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_j \varepsilon_i^2 = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^n p_i \varepsilon_i^2 \right) p_j = \sum_{i=1}^n p_i \varepsilon_i^2.$$

Ugyanígy

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_j \varepsilon_j^2 = \sum_{j=1}^n p_j \varepsilon_j^2.$$

A harmadik szumma

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_i p_j \varepsilon_i \varepsilon_j = \left(\sum_{i=1}^n p_i \varepsilon_i \right)^2 = 0 \quad (\text{vö. 19})$$

így

$$2 \sum_{i < j} \sum p_i p_j (c_i - c_j)^2 = 2 \sum_{i=1}^n p_i \varepsilon_i^2$$

amivel a (20) formulát bizonyítottuk.

***** A tanulmány a Magyar Geofizika következő számában fog megjelenni.

- Agard, J. — Grau, G. 1961: Etudes statistiques de sismogrammes. *Geoph. Prosp.* 9 No 4 pp 503 — 525.
- Allegre, C. 1964: Towards a mathematical logic for sedimentary series. *Bull. Soc. Geol. de France* 7 No 6 pp. 214 — 218. Angol fordítás: *Geocom Bull.* 1968 GS7 pp. 194 — 196; GS8 pp. 226 — 228
- Byryakovskiy, L. A. 1968: Entropy as criterion of heterogeneity of rocks. *Soviet Geol.* No 3 pp. 135 — 138. Angol fordítás: *Internat. Geol. Rev.* 10 No 7.
- Casti, J. — Tse, E. 1972: Optimal linear filtering theory and radiative transfer: comparisons and interconnections. *Journal Math. Anal. Appl.* 40. pp. 45 — 54.
- O'Doherty, R. F. — Anstey, N. A. 1971: Reflections on amplitudes. *Geoph. Prosp.* 19 No 3. pp. 430 — 458.
- Dowds, J. P. 1969: Oil rocks: information theory: Markov chains: entropy. *Colorado School of Mines Quart.* 51 No 3 pp. 275 — 293.
- Fritz, J. 1967: A new deduction of Boltzmann's law for the distribution of particles in an external gravitational field. *Colloquium on Inf. Theory*, Debrecen, 1967. Sept. 19 — 24.
- Gogonenkov, G. N. — Aszrijanc, L. Já. 1969: Sztatisticeszkie kharakterisztiki raszpregyeleniya koefficienta otrazseniya uprugih voln v reálnoj szrede. *Izv. AN SSSR Fiz. Zemli* 12 pp. 57 — 61.
- Halfin, L. A. 1958: Informacionnaja tyeorija interpretacii geofiziceszkih iszszledovanyi. *Dokl. AN SSSR* 122 No 6 pp. 1007 — 1010.
- Haralick, N. M. — Shanmugam, K. 1973: Computer classification of sandstones. *IEEE Trans. Geosci. Electronics* GE — 11 No 4. pp. 171 — 177.
- Harris, M. H. — McCammon, R. B. 1969: A computer oriented generalized porosity-lithology interpretation of neutron, density and sonic logs. *SPE Paper No 2523*.
- Jaglom, A. M. — Jaglom, I. M. — Hincsin, A. Ja. 1959: *Az információelmélet matematikai alapjai.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Korvin, G. 1973: Certain problems of seismic and ultrasonic wave propagation in a medium with inhomogeneities of random distribution. *Geof. Közl.* 21 Nos 1 — 4 pp. 5 — 34.
- Korvin, G. 1976: Seismic wave propagation in media of randomly inhomogeneous velocity distribution. *21. Geof. Szimp.*, Lipse.
- Korvin, G. 1976a: Correlation properties of source-generated seismic noise. *Acta Geoph. Geod. Mont.* (megjelenőben)
- Korvin, G. 1977: Certain problems of seismic and ultrasonic wave propagation in a medium with inhomogeneities of random distribution. II. Wave attenuation and scattering on random inhomogeneities. *Geof. Közl.* 24, 2. pótfüzet pp. 3 — 38.
- Korvin, G. — Petrovics, I. 1975: Seismic data processing using a reduced number of bits. *Geof. Közl.* 23 pp. 47 — 69.
- Maginness, M. G. 1972: The reconstruction of elastic wave fields from measurements over a transducer array. *J. Sound Vibr.* 20 No 2 pp. 219 — 240.
- Miller, R. L. — Kahn, J. S. 1962: *Sstatistical Analysis in the Geological Sciences.* John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Nikolaev, A. V. 1973: *Szeizmika nyeodnorodnüh i mutnüh szred.* Nauka, Moszkva.
- Nikolayev, A. V. — Averyanov, A. G. 1970: A study of longitudinal wave amplitudes in a plane model of a medium with random fluctuations of the absorption coefficient. *Izv. Earth Phys.* No 10 pp. 22 — 30.
- Rényi, A. 1976: *Napló az információ-elméletről.* Gondolat, Budapest.
- Rózsa, P. 1974: *Lineáris algebra és alkalmazásai.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Rudemo, M. 1964: Dimension and entropy for a class of stochastic processes. *MTA Mat. Kut. Int. Közl.* IX. A. Nos 1 — 2 pp. 73 — 87.
- Schoenberger, M. — Levin, F. K. 1974: Apparent attenuation due to intrabed multiples. *Geophysics* 39 No 3 pp. 278 — 291.

Egyesületi hírek

Az MGE közgyűlése 1977. április 15-én

Egyesületünk f. év április 15-én tartotta évváró közgyűlését. Az Elnökségben Bese Vilmos egyesületi elnökön kívül Dr. Sebestyén Károly társelnök, Deres János főtitkár, valamint a METESZ elnöksége képviselőjében Turi Istvánné MTESZ főtitkárhelyettes foglalt helyet.

Az elnöki megnyitó után Deres János főtitkár betérjesztette az 1976. évi munkáról szóló jelentést. Utána Miklós Gergely olvasta fel a Gazdasági Bizottság beszámolóját. A hozzászólások után Dr. Posgay Károly, a háromévenként adományozásra kerülő Eötvös Emlékérem kiadása tárgyában kiküldött Emlékérembizottság elnöke jelentést tett arról, hogy a Bizottság a kitüntetésre Dr. Sebestyén Károly társelnökünket javasolta a hazai geoelektromos kutatás és a mélyfúrás geofizika megalapozása és fejlesztése és művelése terén kifejtett több évtizedes eredményes működéséért. A kitüntetést Bese Vilmos elnök adta át az ünnepeltnek, aki meghatott szavakban mondott köszönetet.

Ezután a főtitkár ismertette az 1977. évi tervet, melyhez Turi Istvánné, valamint Dr. Jántsky Béla szolt hozzá, aki a Magyarhoni Földtani Társulat üdvözlét és szerencsekívánatait tolmácsolta. A közgyűlés mind az 1976. évi beszámolót, mind az 1977. évi tervet egyhangú szavazattal elfogadta.

A továbbiakban Molnár Károly, az ezideig csak elnökségi megbízás alapján működő Gazdasági Bizottság működésének rendszeressé tételéhez szükségessé vált alapszabálmódosítás megfogalmazására kiküldött Bizottság vezetője betérjesztette a javasolt alapszabálmódosítást, melyet az Országos Elnökség már előzően megtárgyalt és jóváhagyott. A Közgyűlés a javaslatot elfogadta.

A zárzó után a közgyűlést baráti vacsora követte.

Személyi hírek

Gauss emlékérem Dr. Barta Györgynek

A világhírű matematikus, Carl Friedrich Gauss születésének 200-ik évfordulója alkalmából az NDK Tudományos Akadémiájának Gauss-Bizottsága ünnepi emlékülést rendezett április 21 – 22-én Berlinben. Az ülésen résztvevő meghívott vendégek – közöttük Dr. Barta György – megkapták az erre az alkalomra kiadott Gauss-emlékérmeket.

Eötvös emlékérem Dr. Sebestyén Károlynak

A háromévenként kiadásra kerülő Eötvös emlékérmeket az idén a Posgay Károly vezetése alatt összeült Emlékérembizottság javaslatára Dr. Sebestyén Károlynak, Egyesületünk társelnökének adományozták a hazai geoelektromos kutatás és mélyfúrás geofizika megalapozásában és művelésében hosszú évtizedeken keresztül kifejtett tevékenységéért. Az érmet az MGE április 15-én tartott közgyűlésén Bese Vilmos elnök adta át az ünnepeltnek.

MTESZ díj Dr. Bencze Pálnak

A MTESZ ezidei XII. közgyűlésén f. év április 23-án Dr. Bencze Pálnak, az MGE soproni csoportja titkárnak az 1976. év folyamán kifejtett kiváló társadalmi munkája elismeréséül MTESZ díjat adtak át.

Lapszemle

(Folytatás a 112. oldalról)

Fúrólyuk-geofizikai témákra vonatkoznak az alábbi szabadalmak:

US No. 3,944,910 R. N. RAU:

Method and Apparatus Utilising Microwave Electromagnetic Energy for Investigating Earth Formations.

A rétegek dielektromos állandóját kívánja meghatározni 1GHz-es mikrohullámok csillapodásából

US No. 3,959,648 R. W. PITTS:

Dual Spectra Well-Logging System and Method.

Két-detektoros (egyeres) nukleáris szondát ír le, mely mintavételezési technikával üzemel és spektrumfelvételt tesz lehetővé.

US No. 3,962,674 E. P. HOWELL:

Acoustic Logging Using Ultrasonic Frequencies, 100 KHz-es frekvenciával dolgozó akusztikus szondát ír le.

Az ismertettekén kívül még számos szabadalom rövid leírása található a hivatkozott lapban.

Mit olvashatunk a *Geophysical Prospecting* 1976. decemberi számában ?

O. Koefoed: Közelítő módszer ellenállás-szondázások interpretálására.

(Közelítő eljárást ismertet, mely az egzakt kiértékelési eljárás erős leegyszerűsítése. Kiértékelési hibája elérheti a 25%-ot is.)

B. K. Bhattacharyya – M. E. Navolto: Gyors Fourier-transzformációs módszer tetszőleges testek gravitációs és mágneses hatásának kiszámítására.

(Folytatás a 120. oldalon)

Könyvszemle

A Föld és fejlődéstörténete: a Gondolat kiadása; felelős szerkesztő: Szalai Tibor. A VEB F. A. Brockhaus Verlag, Leipzig kiadónál: Die Entwicklungsgeschichte der Erde c. 1970-ben megjelent mű fordítása a 4. kiadás alapján. Fordították: Bertalan Mária, Horusitzky Ferenc, Jaskó Sándor, Szalai Tibor. Lektorálta és a fordítást átnézte: Bogsch László. 1008 old., mintegy 250 szöveggközi ábrával, 54 táblázattal, 48 (részben színes) műmelléklet-táblával és külön földtörténeti tagolóds-táblázattal, valamint a Föld és Európa tektonikai térképével.

A híres Brockhaus-féle kézikönyv már hosszú idő óta nélkülözhetetlen segédeszköze és ki-meríthetetlen adattára mindazoknak, akik bármiféle irányú földtani, illetve földtörténeti feladat megoldásán fáradoznak. A gyors egymásutánban megjelenő kiadásokban a szerkesztők gondos-kodtak arról, hogy a könyv tartalma a haladó igényeknek megfelelően bővüljön, módosuljon. Így a jelen fordítás számára alapul szolgáló negyedik kiadás erősebben alkalmazkodott az alkalmazott, illetve gyakorlati földtan igényeihez és egész sor ilyen irányú új fejezetet tartalmaz (ércföldtan, gazdasági földtan, mérnökgeológia stb.).

A Szalai Tibor által szerkesztett magyar kiadás nem az eredeti egyszerű fordítása, hanem annak jelentékeny mértékű kiegészítését is tartalmazza. Felöleli egyrészt külön fejezetekben a magyarországi lelőhelyek tárgyalását, másrészt megadja a meghatározásokban és szabvány-jelölésmódokban mutatkozó eltéréseket is. A szakirodalom jegyzékébe felvették az egyes fejeze-tekre vonatkozó legfőbb magyar és külföldi munkák címét, hogy így növeljék a kézikönyv hasz-nálhatóságát. Ezekben a helyeken az olvasó bővebb adatokat is találhat az egyes részlettemákra vonatkozóan.

Ismeretésünknek nem lehet célja az eredeti könyv anyagának részletes áttekintése és méltatása, inkább csak a fentebb említett, a magyar kiadás számára készült kiegészítésekre fordítjuk figyelmünket. Ezek ui. nemcsak a mi regionális vonatkozásaink figyelembevételre szempontjából fontosak, hanem jelentékeny általános korszerűsítő tényezőként is szerepelnek. Mert bizony az 1970-es eredeti kiadás komoly hiányosságokat mutat fel ebben a tekintetben: mintegy „csipke-rózsika-szerű” álomba ringatottan nem igen vesz tudomást a legutóbbi két évtized alatt a tektonika területén bekövetkezett, valóban forradalmi jelentőségű átalakulásról, mely a klasszikus tektonikától – bár ez igyekezett fizikai megfontolásokat alkalmazni, mégis alapjában „geológia” maradt –, új, fizikai megalapozottságú elméletekkel felépülő tudományt teremtett. Teljességgel érthetetlen számunkra, hogy 1970 táján a Rudolf Hohl által írott: Földszerkezeti elméletek c. fejezet hogyan jelenhetett meg abban az alakban és azzal a felfogással, amelyben megjelent. „Klasszikusság” még nem mindig jelent „kiválóságot” és a haladás előtt nem lehet egyszerűen földbe dugni fejünket. A fejezet jóakarató „lekezeléssel” megemlíti ugyan Wegenert, a kontinen-svándorlást, az újabb geofizikai kutatásokat, a paleomágnességet, az óceán-fenék-terjeszkedést stb. anélkül azonban, hogy ezek jelentőségére akár csak rá is mutatna.

Mindeme hiányosságok jelenlétét maga a magyar kiadás szerkesztője is érezte, és hogy a helyzetet megmentse, rövid külön fejezetet iktatott be „Az új globális tektonika” címmel (356 – 358 oldal), ez azonban véleményünk szerint nem elegendő arra, hogy az új, forradalmasító fel-fogások jelentőségét, lényegét szemléltesse. Ha pl. terjedelmét összehasonlítjuk a röviddel utána levő „A földszerkezeti elméletek összefoglalásának kísérlete” c. fejezetével (362 – 366 oldal), ak-kor szembetűnik az aránytalanság, mert hiszen eme utóbbi fejezet valósággal „múmiális” jel-legűnek minősíthető. Pedig ez a fejezet szolgáltatott volna utolsó alkalmat Hohl számára egy kis „modern szél” érvényesítésére a könyvben.

Le kell szögeznünk, hogy ez a kritika nem von le semmit a könyv használhatóságából: mint adatforrás és a klasszikus földtani ismeretek tárháza, nélkülözhetetlen. Le kell azonban szögeznünk azt is, hogy a mai rohanó fejlődés korában az ismeretek, és főként az összefoglaló jellegű könyvek, melyek összeállítása hosszabb időt vesz igénybe, elavulhatnak, még mielőtt a kinyomtatásig eljutnának. Arra azonban vigyázni kellene, hogy ez ne a megírásnál, vagy a nyom-dába adás előtt következze be.

Ismételen hangsúlyozzuk, hogy a „Föld és fejlődéstörténete” előttünk fekvő magyar kiadása – elsősorban a magyar munkatársak érdemének betudhatóan – igen hasznos könyv és nagy olvasó és alkalmazó táborra számíthat. Reméljük, hogy a mihamarabb megjelenő újabb kiadásnál jobban figyelembe lehet majd venni a fentebb hangoztatott szempontokat is.

T. G.

Lapszemle

(folytatás a 118. oldalról)

J. W. Sattlegger—P. K. Stiller—J. A. Echterhoff: Dőlésszelektív migráció-sebesség meghatározása.

I. R. Qureshi—A. Kumar: Kétdimenziós tömegeloszlás gravitációs anomáliájának automatikus interpretációja.

A. C. R. Ketelaar—C. P. De Vente: Interpretációs nomogram függőleges vezetőkre az elektromágneses tér vonalmenti hajlásszögének méréséhez.

P. F. Worthington: A Britt-Triász egy részének hidrogeofizikai tulajdonságai.

P. Bois: Szeizmikus horizontok felismerése diszkriminációs faktor-analízis segítségével.

P. Hubral: Néhány megjegyzés rétegezett sík közegben történő útidő-számításhoz.

B. N. Satpathy—D. N. Kanungo: Talajvízkutatás kemény kőzetből álló terepen (Case History).

D. J. Wirkham—E. Poggiagliolmi: Hosszú periódusú statikusok meghatározása inverz szűréssel.

M. H. Safar: Légágyú által keltett akusztikus hullámok terjedése.

M. H. Safar: Légágyú-berendezések hatékony elhelyezése.

P. C. Jaiss: Hozzászólás az „Elméleti ellenállás-szondázási eredmények átmeneti zónával rendelkező modellen” ... cikkhez.

A *Geophysics* 1976. decemberi számában az alábbiakat olvashatjuk:

H. B. Sawatzky: Két — valószínűleg késő kréta kori — meteorit Nyugat Kanadában (EAGLE BUTTE, ALBERTA és DUMAS, SASKATCHEWAN).

J. A. Mair és J. A. Lyons: Szeizmikus reflexiós technika kéregszerkezeti vizsgálatokhoz.

P. L. Goupillaud: Jelalak a „Vibro seis”-technikában.

M. Schoenberger és F. K. Levin: Reflektáló és átvivő szűrőfüggvények egyszerű felszín alatt alakzatokra.

L. A. Le Schack és N. K. Del Grande: Két hullámhosszas infravörös detektor, mint lehetséges légi geofizikai kutató-eszköz.

A. R. Fraser—F. J. Moss és A. Turpie: Ausztrália átnézetes gravitációs felmérése.

S. Hamner: Gradiensek topografikus korrekciója légi gravitációs mérésekben.

C. T. Barnett: Tetszőleges alakú háromdimenziós test mágneses és gravitációs hatásának elméleti modellezése.

J. Crabb: Az általánosított lineáris inverzió alkalmazása statikus potenciálok inverziójára.

J. M. Stanley és R. Green: Nehézségi gradiensek és a csonka síklap értelmezése.

G. Bolondi—F. Rocca és S. Zanoletti: Törésszerű felszín alatti szerkezetek automatikus kontúrozása.

A geoelektromos kutatásokkal foglalkozó szakemberek különleges érdeklődésére tarthat számot a *Geophysics* 1976. december SUPPLEMENT cím alatt megjelent kiegészítő kötete. Ebben ismertetést találhatnak a modern geoelektromos kutatási módszerekről és eszközökről kiváló szakemberek tollából.

A mélyfúrásai geofizikai szakemberek számára érdekes lehet:

The Log Analyst 1976. szept.—okt. számából:

H. W. Kaling: Horizontális áramlásmérő; új termelési szelvényező technika.

O. G. Rivero: Gyakorlati módszer a cementációs kitévőnek és néhány más paraméternek a meghatározására; segédeszköz a fúrólukszelvények analízisében.

R. E. Pilkington: Nagyfrekvenciás cementkötés-szelvényező eszköz vizsgálata.

The Log Analyst 1976. nov.—dec. számából:

B. Salamon: A scintillációs számlálási technika jelen állása a nukleáris fúróluk-szelvényezésben.

C. Chavier—D. H. Rust: A „Mid Plot”: egy új lithológia-technika (Mid = Matrix Identification).

P. A. Wichmann—E. C. Hopkinson—V. C. Mc. Whirter: A karbon/oxigén szelvényezési mérések.

A. E. Beck: Javasolt módszer folyadékkal töltött üledékes kőzetek hővezetőképességének meghatározására. (A *Geophysics*-ből átvett cikk.)

K. S.-né

СОДЕРЖАНИЕ

<i>25 лет образованию инженеров-геофизиков и инженеров-нефтяников</i>	81
<i>М. И. Плюснин, Б. И. Вильге, И. Барат: Интерпретационные палетки для зондов 6FV100 и 6FV40 низкочастотного индукционного каротажа</i>	98
<i>Г. Корвин: Две работы по теории сейсмических волн, распространяющихся в случайно неоднородных средах</i>	106
Новости в общества венгерских геофизиков	117
Персональные новости	118
Обзор книг	119
Обзор журналов	97, 105, 118, 120

CONTENTS

<i>25 years of training of geophysicists and oil field engineers</i>	81
<i>Plusznyin M. I., Völge B. I., Baráth I.: Interpretation master curves of 6FV100 and 6FV40 low-frequency induction probes</i>	98
<i>Korvin G.: Seismic Wave Attenuation in Multicomponent Media: Connections between the Attenuation Coefficient and Rock Heterogeneity (or Rock Entropy)</i>	106
News of the Association	117
Personal news	118
Book review	119
Review of periodicals	97, 105, 118, 120

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

A szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 221-285. Levélcím: 1906 Budapest Pf. 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

77.369. Állami Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Boskovitz A. Gyula

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Megjelenik évente hatszor

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Index: 26 507

