

TISZTELT KOLLÉGÁK!

Gratulálunk Mártonné dr. Szalay Emőkének — Évzáró statisztika 121

MGE

A Magyar Geofizikusokért Alapítvány Kuratóriumának beszámolója —
Megkíséreltük, nem sikerült ... — Még egy zöngé 123

SZAKCIKK

Pontforrás potenciáljának számítása kétdimenziós modell esetén
Prácser Ernő 126

CIKK

Geofizikai kutatások Mongóliában I.–II. rész 132

HÍREK, BESZÁMOLÓK

Stegena Lajos-émléknapp 150

39. évfolyam 4. szám



1998

CONTENTS

Foreword of the Editors.....	121
MGE (Association of Hungarian Geophysicists)	
News.....	123
Geophysical Papers	
Calculation of the potential of a point source for two-dimensional models <i>E. Prácser</i>	126
Papers	
Geophysical investigations in Mongolia.....	132
News and Reports	150

A szerkesztőség a szakcikkeket szaklektorálás után közli. A szaklektorok névsora az évfűző kötetben jelenik meg.
A lapban megjelenő cikkek adatainak és állításainak helyességéért, ill. közölhetőségéért a felelősséget kizárólag a szerzők viselik.

MAGYAR GEOFIZIKA

Kiadja: Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.
Telefon: (1)252-4999
Felelős kiadó: dr. Bodoky Tamás igazgató
Lombos Nyomda Kft., Budapest — Felelős vezető: Juhász Péter



Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél: 1371 Budapest, Pf. 433, tel.: (1)201-9815,
egyesületi tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évente négyszer

A 39. évfolyamban közölt szakcikk lektorainak névsora ABC szerint:

ÁDÁM Oszkár
BÁNNÉ GYÓRI Erzsébet
BODOKY Tamás
DRAHOS Dezső
GYULAI Ákos
HEGYBÍRÓ Zsuzsanna
HERMANN László
NYÁRI Zsuzsanna
POSGAY Károly
PRÁCSER Ernő
SALÁT Péter
VERŐ László

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztő: Tóth Lajos

Szerkesztőbizottság: dr. Aczél Etelka, dr. Ferenczy László, Kakas Kristóf, dr. Szarka László,
dr. Várhegyi András, Verő László

A szerkesztőség címe: Budapest, II., Fő u. 68. (1371 Budapest, Pf. 433)

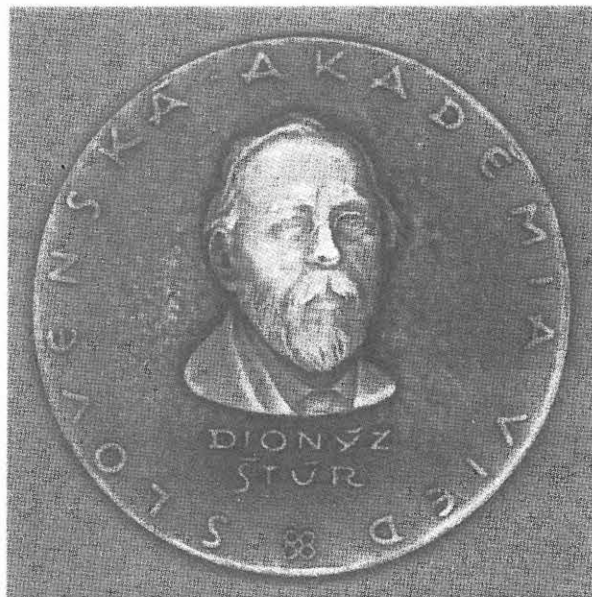
Telefon: (1)201-9815

Tisztelt Kollégák!

GRATULÁLUNK MÁRTONNÉ DR. SZALAY EMŐKÉNEK

MÁRTONNÉ dr. SZALAY Emőke tagtársunk a Szlovák Tudományos Akadémia DIONÝZ ŠTÚR Emlékérmét kapta a természettudományokban tett szolgálataiért. Az érem átadására 1998. november 11-én került sor Pozsonyban.

Gratulálunk!



Emő Márton, D.Sc.

*Slovenská akadémia vied
Vám udeluje*

Striebornú

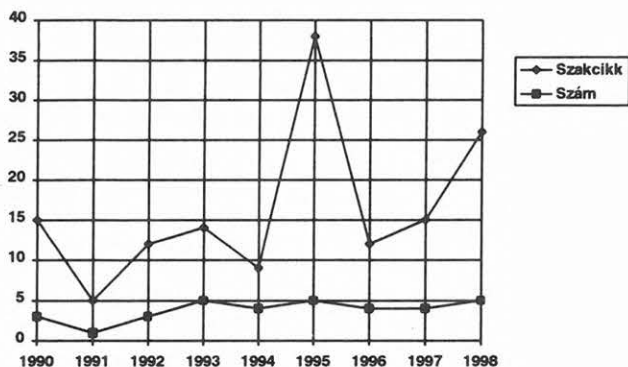
*čestnú plaketu Dionýza Štúra
za zásluhy v prírodných vedách*

*Bratislava
október 1998*

*Peter Luk
Predseda*

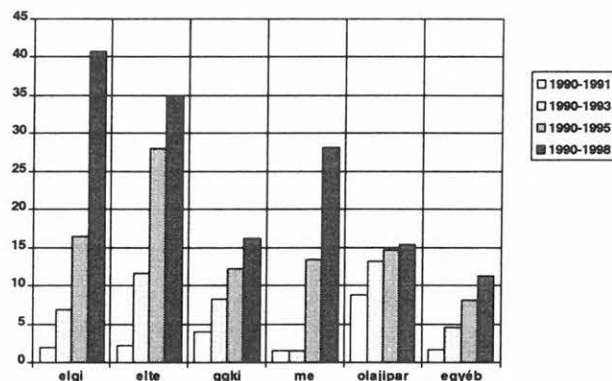
Tisztelt Kollégák, a szakcikkek számának éves alakulását bemutató és immár hagyománnyá vált évről-évre statisztikánkat az 1998-as év lezárásaként is elkészítettük.

Az 1. ábra a Magyar Geofizika 1998. évi füzetének, illetve a bennük megjelent szakcikkeknek a számát mutatja be. 1998 a szakcikkek számát illetően ismét kiugró értékkel zárul, 1995-höz hasonlóan, az OTKA különszámnak köszönhetően.



1. ábra

A 2. ábra a cikkek származás szerinti statisztikáját tartalmazza.



2. ábra

Az 1998-as évvel kapcsolatban meg kell még említeni, hogy a szakcikkek lektorálásának az Oktatási Bizottság által javasolt szigorítása — amint ez várható is volt — növelte a cikkek átfutási idejét, ami, persze, más lapokkal összehasonlítva, még így is igen jónak tekinthető. Ez az ára annak, hogy a lap az egyetemek számára is elfogadható legyen, és a szerkesztőbizottság azt gondolja, hogy ennyit igazán érdemes az egyetemekről jövő cikkekért vállalni.

Az év végén, sajnos, a szerkesztőségi számítógép összeomlása miatt az utolsó szám jelentősen megcsúszott. Ezért, a szerkesztőség nevében is, elnézést kérek. Az esetből tanultunk és igyekszünk olyan biztonsági megoldásokat bevezetni, amelyek egy újabb hasonló esetben lehetővé teszik a munka sokkal gyorsabb újraindíthatóságát.

Bodoky Tamás

A MAGYAR GEOFIZIKUSOKÉRT ALAPÍTVÁNY KURATÓRIUMÁNAK BESZÁMOLÓJA AZ 1998. ÉVI GAZDÁLKODÁSRÓL ÉS AZ 1999. ÉVI TERVEKRŐL

Kedves Kollégák!

Alapítványunk fennállásának tizedik évét kezdi meg.

Egyesületünk 1990 áprilisában 300 000 Ft-os alaptőkével létrehozott Alapítványa 1996-ra 15 millióra növelte törzstőkéjét, miközben az alapító szándékának megfelelően évente mintegy 40 rászoruló tagtársunkat részesítette szociális segélyben. Évente tucatnyi ifjú kutatónk tanulmányi útját, rangos nemzetközi konferencián való részvételét segítette. Rendszeresen támogattuk a hazai folyóiratokban megjelenő (a Tudományos és Oktatási Bizottság által kiválasztott) legjobb tudományos cikkeket, az Ifjúsági Ankétot, az évenkénti, nagy érdeklődésre számot tartó nyugdíjas-kirándulásokat és alkalmilag tankönyvkiadást, szakmai múzeum létesítését stb. is.

Az elmúlt években az alaptőkének jelentősen emelkedett, egészen 1997-ig. Ennek egyik oka a rendszeres támogatás volt az Egyesület, a geofizikusokat foglalkoztató intézmények és magánemberek részéről, de 1997 előtt sohasem fogyott el az előző év kamatbevétele és az alaptőkét a maradvánnyal is növeltük.

Az 1997-es esztendő eredményeinek elemzésekor attól tartottunk, hogy fordulat, tartós változás állt be az alaptőke, és főként annak hozadéka növekedésében. Egyrészt csökkentek a kamatbevételek, másrészt, talán a doktorandusz-képzés bevezetésével, megnőtt az igény a külföldi tanulmányutak iránt.

Az 1997-es esztendő volt az első, amikor a kamat- és egyéb bevételek, valamint a kiadások közel egyenlők voltak. 1998-ban mégis 1,4 M Ft-os aktívummal zártunk. A következőkben részletezett bevételeket és kiadásokat elemezve azonban megállapíthatjuk, hogy a jobb eredmény egyrészt annak tudható be, hogy az ifjú kollégák tanulmányútjaira kevesebbet költöttünk, mert ezek 1998-ban elsősorban európai utak voltak. (Az előző években néhány ázsiai, amerikai utat is támogattunk). *Elutasított kérelem ebben a kategóriában nem volt.*

A pozitív eredmény másrészt annak köszönhető, hogy az MGE 1997. évi nyereségéből az Alapítvány javára átutalt pénz is, és az 1998-as nyereségből származó is 1998-ban érkezett a számlánkra. (Ez kereken 1 M Ft).

Az 1998. évi bevételeink és kiadásaink részletezése:

Bevételek:

Magyar Geofizikusok Egyesülete	1 060 000 Ft
Kamatbevételek: értékpapírok után	2 685 343 Ft
bankszámla után	100 190 Ft
USD-számla után	213 Ft

Összesen: 3 845 746 Ft.

Kiadások:

Ifjú Szakemberek Ankétja	190 000 Ft
Szenior-klubdelután	59 770 Ft
Szenior-kirándulás	75 529 Ft
Szociális támogatás	1 100 000 Ft
Legjobb cikkekért	100 000 Ft
Ösztöndíjak	501 000 Ft
Eötvös Múzeum és Valéta Bizottság	170 000 Ft
Egyéb költségek	225 484 Ft

Összesen: 2 421 783 Ft

Az ösztöndíjban részesülők közül KOVÁCS Péter, TÓTH Tamás, VIDA Róbert, BADA Gábor EGS-konferencián vett részt és tartott előadást, GRENERCZY Gyula és NYÁRI Zsuzsanna doktorandusz-képzésével összefüggő tanulmányútjainak költségeihez járultunk hozzá, míg OSZKÓ László a sienai konferencián vett részt és tartott előadást. Konferencián történő részvételt még soha sem támogattunk, ha a kérelmező nem tudta igazolni a konferencia szervezőbizottságának dokumentumával, hogy előadását elfogadták.

A szociális segélyben részesített mintegy 40 fő nevének teljes nyilvánosság előtti felsorolásától, a kedvezményezettekkel való tekintettel, kérem, hogy tekintsenek el. Azonban a Magyar Geofizikusok Egyesületében bárki megnézheti a listát. (A kifizetett teljes összeg valamivel több, mint 1997-ben. Az egy főre eső éves átlag 27 500 Ft, a legtöbb 40 000 Ft, a legkevesebb 10 000 Ft volt).

Ezzel kapcsolatban a Kuratórium szeretné a tagtársak figyelmét felhívni arra, hogy az adózatlan és TB-járadék-mentes jövedelmek körének szűkülésével a jövőben csak akkor lehet adó- és járulékmentes az Alapítványtól kapott szociális segély, ha megkapjuk a *közhasznú szervezet* besorolást. Ennek érdekében a megújított alapító okiratot az illetékes bírósághoz a Magyar Geofizikusok Egyesülete mint alapító benyújtotta, de végzés még nincs. Az azonban már most is látszik, hogy még kedvező elbírálás esetén is a segélyben részesülőkötől újabb adatok beszerzésére (pl. adóazonosító jel, születési hely és dátum, anyja neve stb.) kényszerülünk. Ezzel kapcsolatban megértésüket előre is köszönjük.

Az „egyéb költségek” sor a nyomtatvány-, posta-, bank-költségeket és az adminisztráció költségeit tartalmazza.

Az Alapítvány pénzeszközei az 1999. február 12-i állapot szerint:

Diszkont Kincstárjegyben elhelyezve	15 495 206 Ft
(ebből kerekén 14 M Ft 6 hónapra, a többi 3 hónapra lekötvé),	
az ABN AMRO banknál vezetett számlán van	1 071 786 Ft
a pénztárban van	34 181 Ft
Összesen:	16 601 173 Ft

A Kuratórium jóváhagyta az 1999. évi költségvetést, amely a következő:

Ifjú szakemberek ösztöndíjára, konferencia-támogatása	1 000 000 Ft
Ifjúsági Ankétra	200 000 Ft
Szociális támogatásra	1 200 000 Ft
Szenior klubdelutánra és kirándulásra	200 000 Ft
Tudományos cikkek díjazására	166 500 Ft
Egyéb kiadásokra	334 500 Ft
Az 1999-re tervezett kiadás összesen:	3 100 000 Ft

A korábbi évek gyakorlatához képest a tudományos cikkek díjazásával kapcsolatos összeg szorult magyarázatra. Ezt az összeget a Kuratórium a korábbi 100 E Ft-ról 150 E Ft-ra emelte, de a jövőben ezt is 11% egészségbiztosítási járulék terheli.

Másrészt, most is, mint a korábbiakban is, az MGE Tudományos Bizottsága dönt arról, hogy a hazai folyóiratokban megjelent tudományos cikkek közül melyeket tart juttalmazásra érdemesnek. Az összeg túl nem léphető, de a Tudományos Bizottság dönthet úgy is, hogy nem használja fel a rendelkezésére álló keretet.

További megszorítás az új alapító okiratból következik: sem a Kuratórium, sem a Kuratóriumot felügyelő bizottság tagjai nem részesülhetnek az Alapítvány pénzéből, még ilyen feltételek mellett sem.

A Kuratórium mindenképp szeretné megköszönni a Magyar Geofizikusok Egyesületének és minden támogatónak a segítségét, köztük azokat a jövedelemadó 1%-okat is, amelyet tagtársaink (ez irányú kérésünknek megfelelően) az adminisztráció egyszerűsítése céljából az Egyesület bankszámlájára utaltattak. Az így befolyt összeget az Egyesület Elnökségének döntése értelmében az Ifjúsági Ankétr részvételi díjainak és más költségeinek fedezetére használja fel. Támogatásban az előadást tartó egyetemisták, doktoranduszok részesülhetnek, az Alapítvány Kuratóriumának javaslata alapján.

Itt említem meg, hogy a személyi jövedelemadó 1%-ára Alapítványunk az elmúlt évben jogosult volt (az idén csak akkor, ha közhasznúvá minősítenek), de 1998-ban a számlánkra érkezett mintegy 800 Ft-hoz csak abban az esetben juthattunk volna hozzá, ha igazolni tudjuk, hogy nincsenek köztartozásaink. Az ehhez szükséges igazolások kiadásához több ezer Ft okmánybélyeget kellett volna felragasztanunk a kérelmekre.

Az Alapítvány jövőjét érintő leglényegesebb probléma jelenleg is az 1997. évi CLVI. törvény, amelyet az Országgyűlés 1997. december 15-én fogadott el, és amely a közhasznú szervezetekről szól.

Mint előző évi beszámolóban részletesen leírtuk, a közhasznúvá váláshoz meg kellett újítani az Alapító

Okiratot. Ennek elbírálása a bíróság túlterheltsége miatt még nem történt meg. Ha kedvező elbírálásban részesülünk, akkor mind a támogatók, mind a támogatottak továbbra is adókedvezményekben részesülnek, de adminisztrációjuk bonyolultabbá válik. Úgy gondoljuk, ezt vállalni kell.

Fel kell hívnom szíves figyelmüket, hogy az új törvény szellemében a Kuratórium tagjai nem választhatók meg határozott időre. E tisztségtől megválni (általában) csak lemondással, vagy az Alapító részéről történő felmentéssel lehet. A megüresedett helyet 30 napon belül be kell tölteni. Ha a Magyar Geofizikusok Egyesületének Közgyűlése ennyi időn belül megvalósul, akkor a Közgyűlés választhat új tagot, ha nem, akkor az Országos Elnökség jelöl a Kuratóriumba.

Mint bizonyára emlékeznek, eddig a Kuratórium tagjait a Közgyűléseken, illetve az ehhez kapcsolódó levélzávarásokon 3 évre választották, amely most éppen lejárna. Az új Alapító Okirat elkészítésekor a jelenlegi Kuratórium tagjait már az új szellemben, meghatározatlan időre jegyzték be. A megváltozott helyzetben azonban nem kívánunk visszaélni az Önök 3 évre szóló bizalmával, ezért valamennyien megírtuk az MGE elnökének címzett lemondó levelünket.

Végül tehát megköszönve bizalmukat, szeretnénk lehetővé tenni, hogy ismét választhassanak, de most már abban a tudatban, hogy a megbízás meghatározatlan időre szól.

Az új Kuratórium eredményes működéséhez a Tagtársak segítsége is szükséges. Különösen fontosnak érezzük ezt a szociálisan rászoruló, ugyanakkor szerény tagtársaink felkutatásában, akik közül még soha, senki sem keresett meg minket kérelemmel. Sokan a kiküldött kérdőíveket is csak munkatársaik ösztönzésére töltik ki és küldik vissza, ami az eddigi gyakorlatunkban a segély kiutalásának alapfeltétele volt. Kérem, hogy amikor új kuratóriumot választanak, legyenek tekintettel arra, hogy az igazi szociális problémát csak a környezetben élő és dolgozó munkatárs tudhatja — aki az ország másik felében, más intézményrendszerben él, az aligha.

Ugyanakkor a fiatal kutatók, egyetemisták, doktoranduszok tanulmányútjainak, konferencián történő részvételüknek a támogatását (a munkáikat, körülményeiket, lehetőségeiket ismerő) egyetemi oktatók nélkül aligha lehet igazságosan elbírálni, pedig kiadásaink másik felét az ilyen „ösztöndíj” jellegű támogatások képezik.

Segítségüket kérjük abban is, hogy a tehetősebb munkáltatók anyagilag is támogassák Alapítványunkat, mert az infláció csökkenése a kamatok csökkenésével is együtt jár, ami ebben a vonatkozásban sajnos azt jelenti, hogy a jövőben még névértékben is kevesebb támogatást tudunk nyújtani, ha az alaptőke nem növelhető jelentősen.

Egy jól választott kuratóriumban a fentiek személyi feltételei, garanciái is benne vannak.

Budapest, 1999. március 3.¹

Nemesi László
a leköszönő Kuratórium elnöke

¹ A beszámoló az MGE 1999. áprilisi közgyűlésére készült.

Mindez a MTESZ Szövetségi Tanácsának december 11-i tisztújító ülésén derült ki. Megkíséreltük, hogy a Magyar Geofizikusok Egyesületének története során először képviselőket bejuttassuk a MTESZ elnökségébe, azaz az alelnökök egyike Egyesületünk tagja legyen. Az első fordulót, a jelölést még sikerrel vette jelöltünk — VERŐ László — a hét alelnöki posztra jelölt 12 személy között az ő neve is szerepelt.

Nem hiszem, hogy van olyan ember, akit bármely megmérettetés sikertelensége örömmel töltene el, én sem örültem annak, hogy nem sikerült. Mégsem ez mondatja el velem a választás történetét. Volt ennek a választásnak néhány olyan mozzanata, amely elgondolkodtatott. Kezdjük egy olyannal, amelyről kevesen tudnak. A jelölés során a jelölőbizottság mindenki neve mellett feltüntetett egy tevékenységi kört, amelynek ellátását az elnökségen belül az illetőtől várnák el. Legalább is én ezt így értelmeztem és mivel nevem mellett a „környezetvédelem” szó jelent meg, nem tiltakoztam. Röviddel az ülés előtt életrajzot kértek tőlem, ebben természetesen megemlítettem a környezetvédelem terén végzett munkámat. Ezek után némiképp meglepett, hogy az ülésre kiadott anyagban, a Jelölő Bizottság hivatalos anyagában már „szervezés” szerepelt. Ha már ennyiszor szóba került a jelölőbizottság, azt is megemlítem, hogy eléggé egyedülálló módon a bizottság tagjai között voltak olyanok is, akik tulajdonképpen magukat jelölték.

Ezután jött a szavazás. A MTESZ alapszabálya szerint az elnökség tagjait a szavazásra jogosultak kétharmadának kell megválasztania. Mivel összesen 49 személy rendelkezett mandátummal, legalább 33 fő szavazatára volt szükség. Mivel negyvenen voltak jelen — igaz, néhányan meghatalmazásukat csak utólag tudták bemutatni — az ülés határozatképes volt. A titkos szavazás első fordulójában csak az új elnök, MICHELBERGER Pál és a leköszönő elnök, HAVASS Miklós kapta meg a szükséges számú szavazatot, a többi alelnökjelölt közül egyik sem, így második fordulóra került sor. Közben azonban eltelt egy kis idő és többen távoztak. A második fordulóban már csak 23 érvényes szavazatot adtak le és azokat nyilvánították az elnökség tagjaivá, akik a tizenegy jelölt közül az első hat helyre

kerültek az elnyert szavazatok alapján. Így állt össze az új elnökség, amelyben a Gépipari Tudományos Egyesület (elnök) mellett az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, a Közlekedéstudományi Egyesület, a Magyar Agrártudományi Egyesület, a Magyar Biológiai Társaság, a Neumann János Számítógéptudományi Társaság, valamint az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület van képviselve. Csak érdekességként említem meg, hogy a szervezési feladatok megoldására kiszemelt két jelölt közül egyik sem jutott be az elnökségbe, remélhetőleg ez nem fog fennakadást okozni munkájukban.

Természetesen az ülésen más is történt. Az ellenőrzőbizottságot sikerült már az első fordulóban megválasztani. Felmerült az alapszabály-módosítás szükségességének kérdése és visszatérő, még mindig megoldatlan probléma az állami támogatás elosztása és az úgynevezett mozgó tagdíj. Ezekkel már az új elnökség fog foglalkozni, illetve a Szövetségi Tanács. Nem könnyű és egymáshoz kapcsolódó kérdések. Az állami támogatás nagyobb részét eleve a jelenleg 247 főből álló központi adminisztráció kapja és a mozgó tagdíj révén az egyesületek a nekik juttatott támogatásnál többnyire lényegesen többet fizetnek be. Új feladatot jelent az immár a MTESZ tulajdonában lévő technika házak működtetése

Bár az ülésen is felvetették, hogy a második forduló érvénytelen, hiszen nem volt határozatképes a Szövetségi Tanács, nem hiszem, hogy bárki kétségbe fogja vonni az új elnökség legitimitását. Annál is inkább, hiszen a Szövetségi Tanács állított ki magáról nem éppen kedvező bizonyítványt. A nem túlságosan gyakori tisztújításra sem volt elegendő ideje az erre hivatottnak, a kezdeti negyvenből tizenhatan a második forduló előtt távoztak.

Új év, új elnökség, új és régi feladatok. Sem a MTESZ, sem egyesületünk számára nem lesz könnyű az 1999-es esztendő. Csak abban reménykedünk, hogy nem úgynevezett közepes év lesz, azaz rosszabb, mint az 1998-es, de jobb, mint a 2000-es.

Verő László

MÉG EGY UTÓZÖNGE

Vegyes érzelmekkel fogadtam a *Magyar Geofizika* 1998/3. számában a legutóbbi MGE-vándorgyűlés E21 előadása kapcsán kibontakozott vitát. Örültem, mert a lap rendszeres olvasójaként nem igazán szoktam hozzá, hogy ott *bármiről* vita bontakozna ki, jóllehet a szakmában az elmúlt tíz évben történt egy rendszerváltás, egy, a geofizikus társadalom jó részét érintő átstrukturálódás, megszámíthatatlan technikai váltás, miközben a szakma enyhén szólva nem igazán tudományközpontú társadalmi környezetbe került, és — elvileg — nap mint nap meg kell(ene) küzdenie a közvéleményben kiváló táptalajon tenyésző legképtelenebb áltudományos zagyvaságokkal.

És igen szomorú voltam, mert ez a vita nem szakmai kérdésben robbant ki, sőt nem is a fenti körülmények kap-

csán, hanem egy — nézetem szerint — fölösleges filozófiai kérdésen.

Előrebocsátom, hogy azon a bizonyos rendezvényen nem voltam jelen. Ennek előnye, hogy az „előadás agymosó bája” sem pozitív, sem negatív értelemben nem hatott rám, így nyugodtan koncentrálnék a vitában megfogalmazott gondolatokra.

Az nekem a fő problémám, hogy ez a vita úgy tesz, mintha a geofizika nálunk egy sokak által művelt „nagy” szakma lenne. Mintha, maradvá a mosópornál, megtehetnénk azt, hogy *külön* fórumokat létesítsünk a mosóporok fejlesztésének, a mosóporgyártás technológiájának, a technológia kereskedelmének, és magának a mosópor reklámzásának. Esetleg külön a mosóporreklám pszichológiájának.

Nem így van. Nálunk az MGE tagsága jó hatszáz fő, tekintélyes hányada nyugdíjas. Ráadásul kedvenc ágazatunknak van *természetes* szétágazódása is (módszerek szerint, alkalmazási terület szerint stb.). Ez a *természetes* szakosodás amúgy is oda vezet, hogy sok esetben az előadók abban a biztos tudatban állhatnak ki a pódiumra, hogy előadásuk a hallgatóságban *senkit* nem érdekel igazán. Főlöszlegesen tűnik tehát a tevékenységet továbbosztályozni alapkutatásra, alkalmazott kutatásra, termelésre, marketingre, különösen, ha ilyen felosztásra nincs külső kényszer. Ezzel csak azt lehet elérni, hogy mindenki garantáltan csak saját magának beszélhessen.

„Termékbemutatóra” egyébiránt igen nagy szükség van, ugyanis az ember könnyen elvész a mai információáradatban. Humoristák kedvenc témája ugyan a sok szárnyasbetét-reklám, de kíváncsi vagyok rá, hogy ebben az országban hány nő ismerné a „tisztább és könnyebb érzést” nélkülük. Ne áltassuk magunkat azzal, hogy mi aztán ismerjük a szakirodalmat, tegyük szívünkre a kezünket, és legalább magunknak valljuk be, hogy szakmai múltunkban hányszor sikerült már feltalálnunk a spanyolviaszt, és hányszor töltöttünk heteket, hónapokat olyan programok fejlesztésével, amelyet tizedannyi költséggel meg lehetett volna vásárolni, vagy éppen letölteni arról az átkos hálózatról.

Ha tehát úgy merül fel a kérdés, hogy mi mehet „vándorgyűlésre” és mi nem, akkor sürgősen meg kell szüntetni a vándorgyűléseket. Legyenek helyette Geofizikai Napok, happening, vagy dzsembori, de maradjon meg egy olyan rendezvény, ahol *mindennek* helye van, ami geofizika.

Nem igazán értem aztán a könyv és az Internet szembeállítását. Mindkettő az információ terjesztésének *eszköze*. Marhaságot ugyanúgy ki lehet nyomtatni, mint ahogy a hálóra fel lehet tenni. Nyomtattak is bőven, nyomtatnak is bőven. Mellesleg a világhálóról elérhető információtenger jó része pontosan az, ami nyomtatásban már megjelent.

Jó, jó, lehetne mondani, de hát a hálózaton keresztül mégiscsak könnyebben terjesztheti bárki a rögeszméit, míg egy könyv kiadásához rengeteg pénz kell. Jó, jó, mondom én, de ezt mi ugyanolyan könnyen megtehetjük, és tessék megmondani, hogy hány magyar nyelvű geofizika-tankönyv érhető el a hálózatról, vagy hány, a közvéleményt foglalkoztató álgeofizikai témában szólal meg igazi geofizikus? A Heuréka például nekem 180 találatot jelzett a „földszugárzás” szóra. Bevallom, hogy nem olvastam végig

figyelmesen mindet, tehát nem kizárt, hogy valamely újságcikk a sugárzó szakértő mellett igazi fizikust, geofizikust is megszólaltatott. De biztos, hogy nem volt olyan találat, amiből egyértelműen kiderült volna, hogy itt, kérem, azt lehet elolvasni, hogy mi a *tudomány* álláspontja erről a kérdésről.

A találatok nagy részét egyébként a sugárzásmérők és mentesítők reklámja, „szakszövegei”, illetve a sugárzástól való önvallomásai tették ki. Elgondolkoztató azonban, hogy megyei könyvtár, művelődési ház programjaiban is szerepel neves geotronicusok előadása, és egy jó nevű budapesti gimnázium honlapjáról is közvetlenül elérhető minden, ide vonatkozó áltudományos információ....

És itt kell visszautalnom a lila tehén esetére az osztrák gyerekekkel. Igen kényelmes álláspont ugyanis ezért leszedni a keresztvizet a csokoládé-reklámról. Meggyőződésem szerint ugyanis a baj nem az, hogy a gyerek lila tehenet lát a reklámban, hanem az, hogy nem lát *igazit* — mert szülei nem viszik el kirándulni, mert nem tanul az *igaziról*, a jó ég tudja, hogy milyen modern pedagógiai megfontolásból (ne áltassuk magunkat, egy magyar gimnazistának is cefetül sokat kell tudnia a tehén működéséről szerv szinten, sejt szinten, meg biokémiai szinten, de azt nem kell tudnia, hogy az a szimentáli-magyar-tarka-fajta, az nem UTE-színekben pompázik). Lehet, persze, hogy úgy *elméletileg* nincs igazam, és nagyon káros az a reklám, de *gyakorlatban* azért jó, ha tisztában vagyunk azzal, hogy egy szabad országban a lila tehenet nem lehet csak úgy lezavarni a képernyőről. Itt bizony fáradságos munkával nekünk kell erről is felvilágosítanunk csemeténket.

Jó ez a tehenes hasonlat. Rávilágít ugyanis a lényegre. Hogy fel lehet ugyan tární a mai világ kóros és káros jelenségeinek teljes sztratiográfiáját, csak éppen úgy önmagában az nem vezet sehova. A rétegekkel együtt kell élni, legyen szó akár reklámról, akár Internetről. Amit fel tudunk használni, azt felhasználni kell, és nem kicikizni a világból. Az agymosás ellen meg ki kell fejleszteni a védekező reflexeket, a geofizikai agymosásnak ugyanúgy nem kell bedőlni, ahogy annak se dőlünk be, hogy az én mosóporom sokkal jobb, mint az összes „másik”.

A soron következő Geofizikai Party-n meg arról beszéljünk, hogy ki mit mondott, és ne arról, hogy *hogyan* mondta, meg *mér* mondta....

Kovácsvölgyi Sándor

Pontforrás potenciáljának számítása kétdimenziós modell esetén¹

PRÁCSER ERNŐ²

A különböző egyenáramú mérések feldolgozása során egyre gyakrabban alkalmazzák a kétdimenziós matematikai modellezést. Tekintettel arra, hogy valamennyi egyenáramú mérés visszavezethető a pontforrás potenciáljára, ebben a cikkben kizárólag ezzel foglalkozunk. Összehasonlítjuk a modellezéshez használatos két legelterjedtebb módszert, a véges különbségek és a véges elemek módszerét, elsősorban a pontosság szempontjából.

E. PRÁCSER: Calculation of the potential of a point source for two-dimensional models

Two-dimensional mathematical modelling is more and more frequently applied in processing of data obtained from direct current measurement. Considering, that all direct current methods can be reduced from the potential of a point source, only this will be discussed. The two most widely used methods of modelling, finite differences and finite elements, are compared, primarily from the point of view of accuracy.

Bevezetés

A két-, ill. a két és fél dimenziós egyenáramú direkt feladat megoldását három fő lépésre lehet bontani. Ezek: a potenciált meghatározó parciális differenciálegyenlet felírása, a differenciálegyenlet diszkrétizálása, végül az így kapott lineáris egyenletrendszer megoldása. A potenciált meghatározó parciális differenciálegyenlet a Maxwell-egyenletekből vezethető le, ez a geofizikai szakirodalomból már évtizedek óta ismert. Itt az egyik eldöntendő kérdés az, hogy a teljes potenciálra írjuk-e fel a differenciálegyenletet, vagy pedig különítsük el az elsődleges és a másodlagos potenciált. Azt is el kell dönteni, hogy a tartomány peremén milyen peremfeltételeket adjunk meg. A feladat diszkrétizálására két fő módszer terjedt el: a véges különbségek, és a véges elemek módszere. A lineáris egyenletrendszer megoldására is számos eljárás létezik, ezek lehetnek direkt, vagy iterációs módszerek [SZAMARSZKIJ 1989]. Ebben a cikkben ezeket a választási lehetőségeket hasonlítjuk össze. Csak egyetlen pontforrás potenciáljának a számításával foglalkozunk, a több forrást alkalmazó módszereket modellező számítások ugyanis visszavezethetők erre az esetre.

Pontforrás potenciáljának a számítása

A pontforrás által keltett elektromos térerősség értékét egy $\sigma(x, z)$ vezetőképességű féltérben keressük. Mivel az elektromágneses tér az idővel nem változik, a Maxwell-egyenletekből következik, hogy az \mathbf{E} elektromos térerősség vektor rotációja $\mathbf{0}$. Ezért \mathbf{E} előállítható mint az U skalárpotenciál gradiense:

$$\mathbf{E}(x, y, z) = -\text{grad}U(x, y, z)$$

Ebből $\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$, és $\text{div} \mathbf{J} = I \delta(x_0, 0, z_0)$ figyelembevételével következik, hogy az U potenciál eleget tesz a következő parciális differenciálegyenletnek:

$$\text{div}(\sigma(x, z) \text{grad}U(x, y, z)) = -I\delta(x_0, 0, z_0) \quad (1)$$

ahol a

z koordinátatengely lefelé mutat,
 x_0, z_0 a pontforrás koordinátái,
 $\sigma(x, z)$ a vezetőképesség-függvény, $z \geq 0$,
 I a betáplált áram erőssége,
 \mathbf{J} az áramsűrűség vektor,
 δ a Dirac-függvény.

A $z=0$ síkon az U potenciálfüggvény eleget tesz az

$$\mathbf{n} \text{grad}U = \frac{\partial}{\partial z} U = 0$$

peremfeltételnek, ahol \mathbf{n} a tartomány határára merőleges egységvektor. A $\sigma(x, z)$ vezetőképesség-függvény nem függ y -től. Az U potenciálfüggvény viszont mindhárom koordinátától függ, azaz (1) egy háromdimenziós differenciálegyenlet. Ezért ezt a fajta feladatot két és fél dimenziósnek nevezzük. Az (1) egyenlet megoldását a Fourier-transzformáció alkalmazásával kétdimenziós egyenletek megoldására vezetjük vissza. Tekintettel arra, hogy az U függvény valós és y -ra nézve szimmetrikus, a Fourier-transzformáció helyettesíthető a koszinusz transzformációval. Az $U(y)$ függvény koszinusz transzformáltja az $\tilde{U}(\tilde{y})$ függvény:

$$\begin{aligned} \tilde{U}(\tilde{y}) &= \int_0^{\infty} U(y) \cos(\tilde{y}y) dy \\ U(y) &= \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \tilde{U}(\tilde{y}) \cos(\tilde{y}y) d\tilde{y} \end{aligned} \quad (3)$$

Az (1) egyenlet a koszinusz transzformáció után:

$$\begin{aligned} \text{div}(\sigma(x, z) \text{grad}\tilde{U}(x, \tilde{y}, z)) - \\ - \tilde{y}^2 \sigma(x, z) \tilde{U}(x, \tilde{y}, z) = -\frac{I}{2} \delta(x_0, z_0) \end{aligned} \quad (4)$$

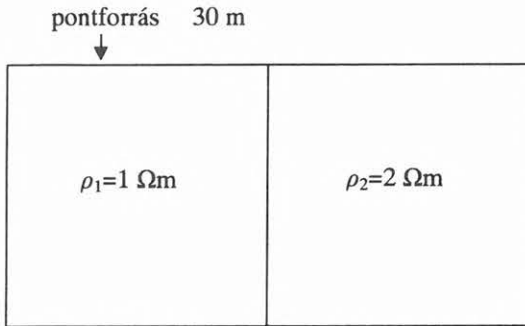
Ezt a differenciálegyenletet kell megoldani az \tilde{y} értékek egy sorozatára, majd az \tilde{U} függvényre alkalmazva az inverz koszinusz transzformációt, megkapjuk a háromdimen-

¹ Beérkezett: 1998. augusztus 10-én

² Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.

ziós U potenciálfüggvényt. Itt most a forrás és az észlelés helye is az $y=0$ síkban van, ezért az inverz koszinusz transzformált egy integrálással egyszerűsödik. A továbbiakban a rövidség kedvéért a σ és az \tilde{U} függvények argumentumait nem írjuk ki.

A számításokat egy olyan kétdimenziós modellen teszteljük, amelynek ismert az analitikus megoldása (1. ábra).



1. ábra. Kétdimenziós modell a számítások teszteléséhez

Fig 1. Two dimensional model for the test of the calculation

A modell egy függőleges síkkal kettéosztott féltér, a sík két oldalán különböző fajlagos ellenállásokkal, és a síktól balra eső pontforrással. Erre a modellre a potenciált az (x, y, z) koordinátájú pontban a következő analitikus képlet adja meg:

$$U = \begin{cases} \frac{I\rho_1}{2\pi} \left(\frac{1}{r} + \frac{k_{1,2}}{r_1} \right) & \text{ha } x \leq 0 \\ \frac{I\rho_2}{2\pi} \frac{1-k_{1,2}}{r} & \text{ha } x > 0 \end{cases} \quad (5)$$

ahol

ρ_1, ρ_2 — a fajlagos ellenállások,

$$k_{1,2} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1},$$

$$r = \sqrt{(x+l)^2 + y^2 + z^2},$$

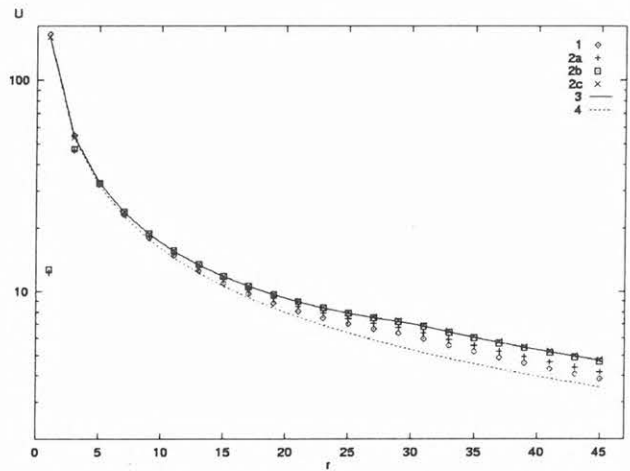
$$r_1 = \sqrt{(x-l)^2 + y^2 + z^2},$$

I — a tápáram erőssége,

l — a forrás távolsága a határsíktól.

A koordináta rendszer origója a határsíkra esik a felszínen.

A 2. ábra 3-as görbéje az (5) képlettel számított potenciál értékek alapján készült. Ehhez fogjuk hasonlítani a numerikusan számolt potenciál értékeket. A modell paramétereit: $l = 30$ m, $\rho_1 = 1 \Omega\text{m}$ és $\rho_2 = 2 \Omega\text{m}$. Az ábrán a 4-es görbe a homogén féltérhez tartozó potenciálgörbe. Tekintettel arra, hogy az ábrázolt adatok egy részénél a különböző számításokhoz tartozó értékek teljesen egybeesnek, annak érdekében, hogy különböző módszerek pontosságát jobban meg tudjuk ítélni, az adatokat táblázatos formában is közöljük (1. táblázat). Az eredmények mV-ban értendők $I = 1\text{A}$ tápáram esetére.



2. ábra. Különböző módszerekkel számolt potenciálgörbék
Fig. 2. Potential curves calculated with different methods

r	véges diff.	véges elemek			(5) képlettel	homogén féltér
		a	b	c	számolt	
1	165,09	12,29	12,76	160,09	160,05	159,15
3	54,84	46,80	47,26	53,98	53,98	53,05
5	32,44	32,05	32,50	32,80	32,80	31,83
7	23,11	23,42	23,86	23,74	23,74	22,74
9	18,00	18,42	18,87	18,72	18,72	17,68
11	14,77	15,23	15,67	15,55	15,55	14,47
13	12,56	13,03	13,47	13,37	13,37	12,24
15	10,96	11,42	11,86	11,79	11,79	10,61
17	9,76	10,21	10,65	10,60	10,60	9,36
19	8,82	9,27	9,70	9,67	9,67	8,38
21	8,08	8,52	8,96	8,94	8,94	7,58
23	7,49	7,92	8,36	8,35	8,35	6,92
25	7,02	7,43	7,88	7,88	7,88	6,37
27	6,63	7,04	7,49	7,50	7,50	5,89
29	6,33	6,73	7,18	7,20	7,20	5,49
31	5,97	6,37	6,82	6,85	6,85	5,13
33	5,56	5,94	6,40	6,43	6,43	4,82
35	5,20	5,56	6,03	6,06	6,06	4,55
37	4,87	5,22	5,69	5,74	5,74	4,30
39	4,58	4,92	5,39	5,44	5,44	4,08
41	4,31	4,64	5,13	5,18	5,18	3,88
43	4,07	4,39	4,88	4,94	4,94	3,70
45	3,86	4,16	4,66	4,72	4,72	3,54

1. táblázat. Különböző módon számított potenciál értékek
Table 1. Potential values calculated with different methods

Megoldás a véges különbségek módszerével

A (4) differenciálegyenlet diszkrétizálásának egyik módja a véges különbségek módszere. Ehhez az (x, z) síkon felvesszünk egy véges kiterjedésű rácsot és az \tilde{U} skalár potenciált ezekben a rácpontokban számítjuk ki. A rács egyes elemeinek a mérete különböző lehet. A módszer lényege az, hogy a potenciál egy adott rácpontban és a vele szomszédos rácpontokban felvett értékei között lineáris kapcsolatot határozunk meg, amelyek együttesen egy

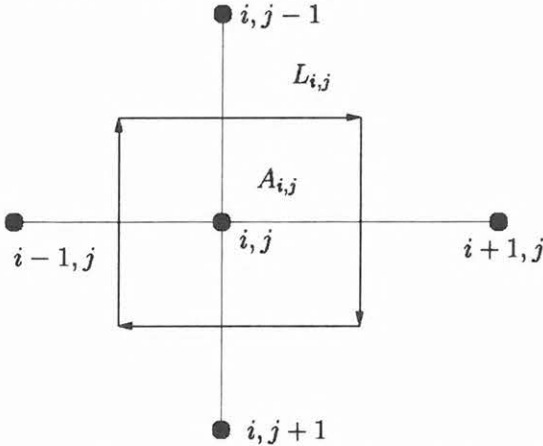
lineáris egyenletrendszer alkotnak [DEY, MORRISON 1979]. A lineáris egyenletrendszer meghatározásához a (4) egyenlet mindkét oldalának vesszük az integrálját a 3. ábrán látható $A_{i,j}$ tartományon. A potenciált meghatározó differenciálegyenletben a potenciál második deriváltja is szerepel. Ha alkalmazzuk a Gauss-tételt, akkor az $A_{i,j}$ -n vett integrál az $L_{i,j}$ -n vett vonal menti integrállá egyszerűsödik:

$$\iint_{A_{i,j}} \operatorname{div}(\sigma \operatorname{grad} \tilde{U}) dx dz = \int_{L_{i,j}} \sigma \mathbf{n} \operatorname{grad} \tilde{U} dl, \quad (6)$$

ahol

$L_{i,j}$ — az $A_{i,j}$ tartomány határa,

\mathbf{n} — az $L_{i,j}$ -re merőleges egységvektor.



3. ábra: A (6) integrál integrálási tartománya egy rácspont környezetében a véges különbségek módszerével történő megoldáshoz

Fig 3. The domain of the integration of the integral (6) for the solution with the finite differences method in the vicinity of a grid point

Ennek alapján a (4) egyenletnek az $A_{i,j}$ tartományon vett integrálja:

$$\int_{L_{i,j}} \sigma \mathbf{n} \operatorname{grad} \tilde{U} dl - \iint_{A_{i,j}} \tilde{y}^2 \sigma \tilde{U} dx dz = -\frac{I}{2} \delta_s \quad (7)$$

ahol

$$\delta_s = \begin{cases} 1 & \text{ha } i, j \text{ a forrás helye} \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases}$$

A (7) egyenletben már csak a potenciál első deriváltja szerepel, ami helyettesíthető a differenciáhányadossal, az integrálok pedig könnyen számíthatók. Így megkapjuk a szomszédos csomópontokhoz tartozó potenciál értékek közötti lineáris összefüggést. Minden egyes csomóponthoz tartozó potenciál érték 4 szomszédos csomóponthoz tartozó potenciál értékkel áll lineáris kapcsolatban.

A tartomány határán itt az \tilde{U} potenciál és $\mathbf{n} \operatorname{grad} \tilde{U}$ lineáris kombinációja van rögzítve. A lineáris egyenletrendszer megoldása a Cholesky-dekompozícióval történik.

Az ezzel a módszerrel számított eredmények az 1. táblázat 2. oszlopában láthatók, és ezekből az adatokból készült a 3. ábra 1. görbéje. A pontosság nem a legjobb, de ennek ellenére, ha a módszert az egymáshoz közeli pontokban a potenciálkülönbségek számítására használjuk, akkor hatékonyan alkalmazható. A gyakorlatban ugyanis általában a potenciálkülönbséget mérik. Előnye ennek a módszernek, hogy a forrás közvetlen közelében is viszonylag pontosan

adja meg a potenciál értékét. A lineáris egyenletrendszer megoldását kísérletképpen a konjugált gradiens módszerrel is elvégeztük, de lényegében az is ugyanazt az eredményt adta. Ezt a fajta megoldást a véges térfogatok módszerének is szokták nevezni [STOYAN, TAKÓ 1997].

Megoldás a véges elemek módszerével

A (4) egyenletet ebben az esetben is a végtelen kiterjedésű feltételnek egy véges kiterjedésű A tartományán oldjuk meg. A véges elemes módszer részletes tárgyalása most nem célunk, ezzel a matematikai szakirodalom foglalkozik [STOYAN, TAKÓ 1997] és az egyenáramú modellezésre is alkalmazták már [UCHIDA et al. 1986, GYIMESI 1989]. Itt csak a megoldás főbb lépéseit említjük meg. A (4) egyenlet alapján egy variációs feladatot fogalmazzunk meg. Az A tartományon keresünk egy olyan \tilde{U} függvényt, amelyre minden Ψ függvénnyel fennáll a következő egyenlőség:

$$\iint_A \Psi \operatorname{div}(\sigma \operatorname{grad} \tilde{U}) dx dz - \tilde{y}^2 \iint_A \Psi \sigma \tilde{U} dx dz = -\frac{I}{2} \Psi(x_0, z_0) \quad (8)$$

Annak érdekében, hogy ne legyen szükség a σ vezetőképesség-függvény első, és az \tilde{U} potenciál függvény második deriváltjára, a

$$\operatorname{div}(\Psi \sigma \operatorname{grad} \tilde{U}) = \Psi \operatorname{div}(\sigma \operatorname{grad} \tilde{U}) + \sigma \operatorname{grad} \tilde{U} \operatorname{grad} \Psi$$

egyenlőség felhasználásával a (8) egyenletet írjuk át:

$$\begin{aligned} & - \iint_A \sigma \operatorname{grad} \Psi \operatorname{grad} \tilde{U} dx dz - \tilde{y}^2 \iint_A \Psi \sigma \tilde{U} dx dz + \\ & + \iint_A \operatorname{div}(\Psi \sigma \operatorname{grad} \tilde{U}) dx dz = -\frac{I}{2} \Psi(x_0, z_0) \end{aligned} \quad (9)$$

A bal oldal harmadik integrálját írjuk át a Gauss-tétel felhasználásával:

$$\begin{aligned} & - \iint_A \sigma \operatorname{grad} \Psi \operatorname{grad} \tilde{U} dx dz - \tilde{y}^2 \iint_A \Psi \sigma \tilde{U} dx dz + \\ & + \int_L \Psi \sigma \operatorname{grad} \tilde{U} \mathbf{n} ds = -\frac{I}{2} \Psi(x_0, y_0) \end{aligned} \quad (10)$$

L jelenti a tartomány határát az alján és a két oldalán. A felszínen azért nem kell integrálni, mert ott $\frac{\partial}{\partial z} U = 0$,

mivel a levegő fajlagos ellenállása végtelen, és ezért az áramok nem folyhatnak keresztül a $z=0$ síkon. Ezt az egyenletet a véges elemek módszerével oldjuk meg. Feltesszük, hogy az a tartomány, ahol az \tilde{U} potenciált keressük, függőleges és vízszintes egyenesekkel téglalap alakú cellákra van osztva. Ez a véges elemes megoldáshoz tartozó rács. A véges elemes megoldás alapfüggvényei olyan függvények, amelyek egy adott rácspontban az 1 értéket veszik fel, értékük minden más rácspontban 0, és csak a rácsponttal szomszédos cellákban különböznek 0-tól. Ezekkel az alapfüggvényekkel lehet előállítani a potenciál értékét a teljes tartományon a rácspontokban felvett értékek alapján. Egy alapfüggvény a neki megfelelő rácspont körül levő négy téglalapon egy-egy polinommal van meghatá-

rozva, amely polinom a megfelelő rácsponton az 1, a téglalap többi csúcspontján pedig a 0 értéket veszi fel. Például a $\Phi_{i,j}(x,z)$ polinom értéke $x_i \leq x \leq x_{i+1}$ és $z_j \leq z \leq z_{j+1}$ esetén

$$\Phi_{i,j}(x,z) = \frac{x_{i+1} - x}{x_{i+1} - x_i} \cdot \frac{z_{j+1} - z}{z_{j+1} - z_j}$$

$\Phi_{i,j}$ értéke az i,j pontot csúcspontként tartalmazó másik három cellán is hasonlóan adható meg. A $\Phi_{i,j}$ függvényt kalapfüggvénynek is szokás nevezni. A véges elemes megoldásnak itt most azt a változatát alkalmazzuk, ahol a levezetés során kihasználjuk, hogy a cella egy téglalap, azaz az oldalai merőlegesek egymásra. A véges elemes módszer háromszögekre bontott tartományokra is megvalósítható, például olyan formában, hogy minden egyes téglalapot egy átlóval háromszögekre bontunk [UCHIDA et al. 1986]. A háromszögekre konstruált Φ alapfüggvény ekkor egy lineáris függvény lesz, aminek az az előnye, hogy teljesen általános háromszög esetében is könnyen számítható az integrálja. Ez azért jelentős, mert ekkor a véges elemes hálózat úgy torzítható, hogy a felszín jól közelít egy kívánt topográfiát.

A (10) egyenlet \tilde{U} megoldását keressük a következő alakban:

$$\tilde{U}(x, \tilde{y}, z) = \sum_k u_k \Phi_k(x, z), \quad (11)$$

ahol a Φ_k alapfüggvény tulajdonságai miatt az u_k együttható a potenciálfüggvény k -ik rácspontban felvett értékét jelenti. A számítás célja ezeknek az u_k együtthatóknak a meghatározása. Itt az i,j pontokat sorba rendezzük a k indexszel. A továbbiakban ha a Φ alapfüggvény egy indexszel szerepel, az azt jelenti, hogy a rácspontok lineárisan vannak rendezve, két index pedig az (x, z) síkon való sorszámozást jelent. A (11) összeget írjuk be és (10) egyenletbe és Ψ helyett vegyük a Φ_l alapfüggvényt:

$$\begin{aligned} - \sum_k \left(\iint_A \sigma \text{grad} \Phi_l \text{grad} \Phi_k dx dz \right) u_k - \tilde{y}^2 \sum_k \left(\iint_A \sigma \Phi_l \Phi_k dx dz \right) u_k + \\ + \sum_k \left(\int_L \sigma \Phi_l \text{grad} \Phi_k \mathbf{n} ds \right) u_k = - \frac{I}{2} \Phi_l(x_0, z_0) \end{aligned} \quad (12)$$

Az \tilde{U} -t meghatározó (11) összeg u_k együtthatóira tehát egy lineáris egyenletrendszert kaptunk. Ha ezt a lineáris egyenletrendszert próbálnánk megoldani, akkor problémát jelentene, hogy (12) bal oldalának harmadik tagja miatt a lineáris egyenletrendszer mátrixa nem lenne szimmetrikus. Ez azért kedvezőtlen, mert a szimmetrikus mátrixú lineáris egyenletrendszerek megoldására gyorsabb algoritmusok léteznek, mint az általános mátrixúra. Ha a tartomány oldalán és az alján is felvesszük a $\frac{\partial}{\partial x} U = 0$, ill. a $\frac{\partial}{\partial z} U = 0$ peremfeltételt, akkor a (12) egyenletben az L határ mentén vett integrál értéke 0 lesz. Ez azt is jelenti, hogy az A tartomány alul és felül is szigetelével van körbevéve. Ekkor a (12) lineáris egyenletrendszer mátrixa már szimmetrikus. A (12) egyenletben szereplő, a Φ_l alapfüggvényeket tartalmazó integrálok analitikusan számíthatók.

A potenciál számítása rögzített peremfeltételekkel

Az, hogy az A tartomány oldalt is és alul is szigetelével van körülvéve, nem felel meg a gyakorlati eseteknek. Ezt a kedvezőtlen hatást úgy csökkenthetjük, hogy oldalt és alul rögzítjük az \tilde{U} értékét és ezáltal minden olyan u_k értékét is, amely valamelyik oldalsó vagy alsó határon levő csomópontoz tartozik. Az \tilde{U} értékét úgy határozzuk meg, hogy egy olyan homogén féltérrel veszünk, amelynek a fajlagos ellenállása a kétdimenziós modell átlagos ellenállásával egyezik meg. Ehhez az egyenletrendszer mátrixát úgy kell átalakítani, hogy a mátrixban az L határvonalon lévő pont sorszámának megfelelő sor és oszlop csak egyetlen 1-es értéket tartalmazzon, azaz a j -ik oszlop a j -ik egységvektor legyen és hasonló teljesüljön a sorvektorra is. Ez a módosítás megőrzi a mátrix szimmetriáját, viszont módosul az egyenletrendszer jobb oldala. Az így számolt potenciál értékek grafikusan a 2. ábra 2a. görbéjével vannak ábrázolva, és az 1. táblázat a oszlopa is ezeket tartalmazza. A rögzített peremfeltételekhez tartozó (12) egyenletet a konjugált gradiens módszerrel oldottuk meg. A megoldás során 15 \tilde{y} értékre oldottuk meg a kétdimenziós direkt feladatot. A legkisebb \tilde{y} értéke 0,0005, a legnagyobb pedig 54,8. A véges elemes rács 63x63 csomópontból állt, és az elemek oldalhosszúsága 1 m volt.

E megoldás legnagyobb hátránya, hogy a forrás közelében rendkívül nagy a potenciálszámítás hibája. A véges térfogatok módszerével végzett számítások viszont a forrás közelében is pontos eredményt adnak. A különbséget az okozza, hogy a véges térfogatok módszerénél a diszkrétizálás során a nagyobb nagyságrendű tagot az $L_{i,j}$ vonal menti integrálás adja (7). Ennél az a lényeg, hogy az $L_{i,j}$ oldalfelző pontjaiban megfelelő pontossággal lehessen becsülni az U függvény deriváltját. Ez pedig még akkor is lehetséges, ha az U potenciálfüggvénynek valamelyik csomópontban szingularitása van (ott van az áramforrás). Annak ellenére ugyanis, hogy maga a szingularitás numerikus eszközökkel nem írható le, az adott csomópontoz hozzárendelhető egy olyan érték, hogy a differenciahányados megfelelő legyen. A véges elemes megoldásban a diszkrétizálás során szükség van a cellán vett integrálra. Ez pedig azt feltételezi, hogy a potenciál minden egyes cellában előáll az adott cella sarokpontjaiban vett értékek lineáris kombinációjaként. Ez pedig nyilvánvalóan nem teljesül akkor, ha a szingularitás a cella valamelyik pontjába esik (belső vagy határpont). Ezért pontatlan a véges elemes számítás a forrás közelében. A forrástól 3-4 cellányira ez a hiba lényegesen lecsökken. Meg kell persze jegyezni, hogy a terepi mérések során sem célszerű a mérőelektrodát a tápelektroda közvetlen közelében elhelyezni, ezért a terepi mérések modellezésekor ez a hiba nem túl jelentős. A forrás közelében fellépő hibáktól eltekintve a véges elemes módszernek ez a változata pontosabb megoldást ad, mint a véges térfogatok módszere. Ennek az lehet az oka, hogy a véges térfogatok módszere esetében 5 szomszédos csomópontoz tartozó potenciál érték áll egymással lineáris kapcsolatban:

$$u_{i-1,j}, u_{i,j-1}, u_{i,j}, u_{i,j+1}, u_{i+1,j}$$

a véges elemek módszerénél pedig 9 potenciál érték között van lineáris kapcsolat: $u_{m,n}$ ahol $m=i-1, i, i+1, n=j-1, j, j+1$.

Erre az esetre kísérleteztünk egy másfajta lineáris egyenletrendszer megoldó algoritmussal, a szukcesszív felülrelaxálással [SZAMARSKIJ 1989]. Abban az esetben, amikor a véges elemes rács egyenlő oldalú cellákat tartalmazott, ez a fajta számítás gyorsabb volt, mint a konjugált gradiens módszer. Abban az esetben viszont, amikor a cellák mérete különböző volt, az iteráció nem konvergált. Ez azért volt így, mert ebben az esetben az egyenletrendszer mátrixában egy adott sorban az átlóban lévő elem és a többi elem viszonya kedvezőtlenebbé vált. A felülrelaxálás alkalmazhatóságának az egyik elégséges feltétele az, hogy a mátrix minden egyes sorában a főátlóban lévő elem nagyobb legyen, mint a többiek összege.

A potenciál számítása vegyes peremfeltételekkel

A valóságot jobban megközelítő eredményeket kaphatunk, ha a tartomány L határán a

$$\mathbf{ngrad}\tilde{U} = 0$$

peremfeltételt a

$$\mathbf{ngrad}\tilde{U} + \alpha \tilde{U} = 0$$

peremfeltételre cseréljük. Ezáltal az áramok az L határon is keresztül folyhatnak. α értékének a megválasztása meghatározó a pontosság szempontjából. Közvetve azt határozza meg, hogy az áramvonalak hogyan keresztezik a tartomány határát.

Ezt figyelembe véve (10) átírható:

$$-\iint_A \sigma \mathbf{grad}\Psi \mathbf{grad}\tilde{U} dx dz - \tilde{y}^2 \iint_A \Psi \sigma \tilde{U} dx dz - \int_L \Psi \sigma \alpha \tilde{U} ds = -\frac{I}{2} \Psi(x_0, z_0) \quad (13)$$

A (13) képletből (11) figyelembe vételével kapjuk a

$$-\sum_k \left(\iint_A \sigma \mathbf{grad}\Phi_k \mathbf{grad}\Phi_k dx dz \right) u_k - \tilde{y}^2 \sum_k \left(\int_A \sigma \Phi_k \Phi_k dx dz \right) u_k - \sum_k \left(\int_L \sigma \alpha \Phi_k \Phi_k ds \right) u_k = -\frac{I}{2} \Phi_k(x_0, z_0) \quad (14)$$

lineáris egyenletrendszert, ami már szimmetrikus. Az α -t úgy választjuk meg, hogy a homogén féltérre kiszámítjuk a potenciált, annak deriváltját, és az ezekből kapott α -t használjuk. A peremfeltételek magadása tökéletes sohasem lehet, mivel a teljesen pontos peremfeltételek megadásához ismerni kellene azt a potenciálfüggvényt, amelynek a számítása a célunk. Az így számított eredmények az 1. táblázat b oszlopában láthatók, grafikusan pedig ezek képezik a 2. ábra 2b. görbéjét. A pontosság lényegesen jobb, mint az előző módszer esetében (az a oszlop az 1. táblázatban, illetve a 2a. görbe a 2. ábrán), a forrás közelében azonban megmaradtak a nagy eltérések.

Modellszámítás az elsődleges és másodlagos potenciál szétválasztásával

A számítások pontosságát úgy javíthatjuk, hogy a potenciált elsődleges (U_p) és másodlagos (U_s) összetevőre bontjuk, ezáltal a numerikus algoritmust elegendő a másodlagos potenciálra elvégezni. U_p a forrás által, homogén féltérben keltett potenciál, U_s pedig azt tükrözi, hogy a modell mennyiben tér el a homogén féltértől. A számítások relatív hibája ekkor csak a lényegesen kisebb abszolút értékű másodlagos potenciált terheli. Ennek különösen a forrás közelében van jelentősége. A (4) egyenletben \tilde{U} helyébe írjuk $\tilde{U}_p + \tilde{U}_s$ -t

$$\operatorname{div}(\sigma \mathbf{grad}\tilde{U}_p) + \operatorname{div}(\sigma \mathbf{grad}\tilde{U}_s) - \tilde{y}^2 \sigma \tilde{U}_p - \tilde{y}^2 \sigma \tilde{U}_s = -\frac{I}{2} \delta(x_0, z_0) \quad (15)$$

ahol \tilde{U}_p egy olyan homogén féltérhez tartozó potenciál, amelynek a vezetőképessége megegyezik a kétdimenziós modellnek a forrás környezetében lévő vezetőképességével, azaz érvényes a

$$\sigma_0 \Delta \tilde{U}_p - \tilde{y}^2 \sigma_0 \tilde{U}_p = -\frac{I}{2} \delta(x_0, z_0) \quad (16)$$

egyenlőség, ahol σ_0 a kétdimenziós modell vezetőképessége a forrás közelében, Δ pedig a Laplace-operátor. \tilde{U}_p ismert:

$$\tilde{U}_p = \frac{I}{2\pi\sigma_0} K_0(\tilde{y}r) \quad (17)$$

ahol K_0 a módosított másodfajú Bessel-függvény.

(15) és (16) alapján a másodlagos potenciálra érvényes a

$$\operatorname{div}(\sigma \mathbf{grad}\tilde{U}_s) - \tilde{y}^2 \sigma \tilde{U}_s = -\mathbf{grad}\tilde{U}_p \mathbf{grad}\sigma \quad (18)$$

egyenlet. Ennek az egyenletnek a bal oldala formailag megegyezik (4) bal oldalával. A másodlagos potenciált így egy ugyanolyan differenciálegyenlet megoldása adja, mint az összegzett potenciált meghatározó differenciálegyenlet. Az egyetlen különbség az, hogy az eredeti forrás helyett fiktív források lépnek fel minden olyan csomópontban, ahol különböző vezetőképességű elemek találkoznak. A (18) egyenlet jobb oldala ismert, az egyetlen problémát $\mathbf{grad}\sigma$ számítása jelenti, mivel a σ vezetőképesség függvény hagyományos értelemben nem differenciálható, az általánosított deriváltban pedig megjelenik a Dirac- δ . A parciális differenciálegyenlet diszkrétizálásakor ennek az általánosított értelemben vett deriváltnak az integrálja lép fel, így a Dirac- δ kiesik.

$$\iint_A \Phi_{j,k} \mathbf{grad}\tilde{U}_p \mathbf{grad}\sigma dx dz = (\sigma_2 - \sigma_1) \frac{\partial}{\partial x} \tilde{U}_p(z_j - z_{j-1})/2 + (\sigma_4 - \sigma_3) \frac{\partial}{\partial x} \tilde{U}_p(z_{j+1} - z_j)/2 + (\sigma_3 - \sigma_1) \frac{\partial}{\partial z} \tilde{U}_p(x_k - x_{k-1})/2 + (\sigma_4 - \sigma_2) \frac{\partial}{\partial z} \tilde{U}_p(x_{k+1} - x_k)/2 \quad (19)$$

ahol $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$ az egy csomópont körül levő négy cella

vezetőképessége.

Az így számított potenciál értékek vannak az 1. táblázat c. oszlopában és ezekből készült a 2. ábra 2c. görbéje. Valamennyi görbén, még a kevésbé pontosakon is, 30 méternél megfigyelhető a modell függőleges határfelülete feletti törés. Az elsődleges és a másodlagos potenciál szétválasztásának egy másik előnye, hogy az inverz koszinusz transzformáltat elegendő rövidebb intervallumon is számítani. Az eddigiekben használt $15 \bar{y}$ helyett itt elegendő volt 10 is.

<i>r</i>	$\rho_1=0,1 \Omega\text{m}$		$\rho_2=10 \Omega\text{m}$	
	véges e.	Hankel-tr.	véges e.	Hankel-tr.
1	149,70	149,65	179,65	186,27
3	43,71	43,67	73,46	80,02
5	22,71	22,67	52,01	58,52
7	13,92	13,89	42,57	49,03
9	9,25	9,21	37,07	43,49
11	6,45	6,41	33,34	39,72
13	4,66	4,62	30,55	36,90
15	3,47	3,43	28,33	34,65
17	2,65	2,61	26,49	32,79
19	2,07	2,03	24,91	31,19
21	1,66	1,62	23,53	29,79
23	1,36	1,32	22,31	28,54
25	1,15	1,09	21,20	27,42
27	0,89	0,93	20,20	26,41
29	0,86	0,80	19,29	25,48
31	0,76	0,70	18,45	24,63
33	0,69	0,63	17,68	23,85
35	0,63	0,57	16,96	23,12
37	0,58	0,52	16,28	22,44
39	0,54	0,48	15,66	21,80
41	0,51	0,44	15,06	21,21

2. táblázat: Pontforrás potenciálja kétréteges modell felszínén a véges elemes módszerrel és a Hankel-transzformációval számolva
 Table 2. The potential of a point source on the surface of the two layer model calculated with the finite element method and the Hankel transformation

Végül teszteljük a módszert egy egydimenziós modellen, amelyre a potenciál egy Hankel-transzformációval számítható (2. táblázat). A kétréteges modell első rétegének paraméterei: $\rho_1=1 \Omega\text{m}$, $d_1=10 \text{m}$. Abban az esetben, ha $\rho_2=0,1 \Omega\text{m}$, a véges elemes modellezés csak kismértékben tér el a Hankel-transzformációs eredménytől. $\rho_2=10 \Omega\text{m}$ esetén az eltérés nagyobb, de a lényeg az, hogy a két oszlop különbsége az *r* forrás-észlelés távolság különböző értékeire csaknem állandó. Egyébként az (1) egyenletnek az egy-

mástól csak egy állandóban különböző potenciálfüggvények egyformán megoldásai. A gyakorlati alkalmazás esetében általában a potenciálkülönbség értékek számításának van jelentősége, ezért ekkor az ismertetett számítás eredményesen alkalmazható, annak ellenére, hogy maga a potenciál egy állandóban különbözik a pontos értéktől.

Összefoglalás

Ha csak a direkt feladat pontos számítására koncentrálnunk, akkor célszerű az elsődleges és a másodlagos potenciált különválasztani, a tartomány határán pedig vegyes peremfeltételeket megadni. Abban az esetben, amikor a direkt feladatot számító eljárást az inverz feladat megoldásához használjuk, akkor egyéb szempontok is felmerülnek. Ekkor ugyanis egy szelvény mentén kell a számításokat végezni ugyanarra a modellre. Ebben az esetben hatékonyabb a számítás akkor, ha az elsődleges és a másodlagos potenciált nem választjuk külön.

Ha különválasztjuk, akkor a fiktív forrásokat a tápelektroda minden egyes helyzetére újra kell számolni. Ha amellett, hogy az elsődleges és a másodlagos potenciált nem akarjuk szétválasztani, az is szempont, hogy a forrás közelében ne lépjenek fel durva hibák, akkor a véges különbségek módszerét célszerű alkalmazni.

HIVATKOZÁSOK

- DEY A., MORRISON H. F. 1979: Resistivity modelling for arbitrary shaped two-dimensional structures. *Geophysical Prospecting* **27**, 106-136
- GYIMESI M., SIMON A. 1989: Approximate calculation of the electrical field of a buried DC source using the finite element method for several 2D methods. 43th International Geophysical Symposium, Abstracts and papers of the technical program. Budapest, Hungary, p. 261-270
- STOYAN., TAKÓ G. 1997: Numerikus módszerek III. ELTE TypoTeX, Budapest
- SZAMARSKIJ A. A. 1989: Bevezetés a numerikus módszerek elméletébe. Tankönyvkiadó, Budapest
- UCHIDA T., MURAMAKI Y., TANAKA S., OGAWA Y. 1986: Two-dimensional interpretation of Schlumberger and CSAMT soundings at a Northern part of the Joso Terrace, Ibaraki Prefecture, Central Japan (in Japanese). *Geophys. Explor. (Butsuri Tansa)* **39**, 243-254

I.–II. RÉSZ

A *Magyar Geofizika* hasábjain az utóbbi években sorra jelentek meg a különböző geofizikai kutatások történetét bemutató cikkek. Néhány, Mongóliát megjáró kutatóban felmerült a gondolat: időszerű lenne megírni a mongóliai geofizikai kutatások történetét is, mielőtt azok részleteit elfedné az idő homálya és a kutatások résztvevői fokozatosan eltűnnének az emlékezés kódében. A szerzők — akik hosszú éveket e tevékenységnek aktív résztvevői, sőt hazamosabb ideig hazai szervezői és közvetlen irányítói voltak — a kutatások néhány résztvevőjét bevonva most kísérletet tesznek arra, hogy tematikusan és időrendben összefoglalják az 1957–1990 között végzett mongóliai kutatásokat.

A magyar geofizikusok e 33 év során jelentős számban vettek részt a különböző feladatokra létrehozott expedíciókban. Az expedíciók többsége kimagasló eredményt ért el — kezdetben a vízkutatás, majd a földtani térképezés és az érckutatás területén, de az 1976-tól 1990-ig működő Nemzetközi Földtani Expedíció komplex geológiai-geofizikai kutatásaiban is.

Az expedíciókban végzett munka — a tudományos és gazdasági sikereken túl — komoly lehetőséget és szakmai érdekességet biztosított a résztvevő szakemberek számára, hogy a hazai geológiai viszonyoktól teljesen eltérő földtani felépítésű területek kutatásában, a mérési adatok újszerű értelmezésében tapasztalatot szerezzenek. Különösen a fiatal kutatóknak jelentett nagy kihívást az expedíciós munka. Látókörük bővült, a kényszerű magukra utaltság következtében önállósodtak, megtanultak embereket és kutatást irányítani, és ennek előnyeit később a hazai kutatásokban kamatoztathatták. A mostoha életfeltételek és szélsőséges éghajlati körülmények emberileg is formáltak, szívósabbá tették a kutatókat. De nem volt elhanyagolható az expedíciós munkák anyagi ellenértéke sem. Sok kutató a kiküldetése éveiben összegyűjtött rubelnek, majd 1981-től az illetmény 1/3-részét kitevő dollár megtakarításainak köszönhette első lakását vagy autóját. Mindent összevetve, a mongóliai kutatóexpedíciókban eltöltött évek az idősebb geofizikusok számára nagy szakmai élményt, a fiatal szakemberek számára pedig jó indulást, egyes esetben életpályát meghatározó kiváló gyakorlóiskolát jelentettek.

Minden mongóliai kutatótevékenység — a *Magyar–Mongol Gazdasági Műszaki–Tudományos Együttműködési és Kölcsönös Segélynyújtási Egyezményre* épülve — államközi szerződések keretei között valósult meg. E szerződésre alapozva a *Nemzetközi Gazdasági Kapcsolatok Bizottsága* (NGKB) 1957. március 28-án határozatot hozott a hosszúlejáratú hitelkeret terhére Mongóliának nyújtandó segítség formái és tartalmi kérdéseiről. E határozat alapján vett részt a magyar fél a mongol lakosság vízellátására, valamint a mezőgazdaság és állattenyésztés fejlesztésére irányuló feladatok megoldásában. A későbbiek során ezt a határozatot kiegészítették a geológiai térképező expedíciókra, illetve a komplex geofizikai és az érckutatásos kutatásokra is.

Az említett határozat a mongóliai kutatások minden változatának — első lépésként a fúrásos vízkutatásnak — a szervezését és irányítását az *Országos Földtani Főigazgatóság* (OFF) felügyeleti hatáskörébe utalta, amely ezt más főhatóságokkal koordinálva hajtotta végre. A várhatóan sokéves és komplex — kutató, feltáró, építő — vízkutató programot az illetékes főhatóságok a hatáskörükbe tartozó nagy múltú és kiváló eredményeket felmutató intézetek és vállalatok, így a *Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet* (ELGI), a *Magyar Állami Földtani Intézet* (MÁFI), az *Országos Földtani Kutató-Fúró Vállalat* (OFKFBV) szakembereiből szervezett expedíciók kiküldésével hajtották végre.

A szakemberek kiküldésére, műszaki berendezések és anyagok szállítására vonatkozó éves külkereskedelmi szerződések megkötésére és végrehajtására a *NIKEX Külkereskedelmi Vállalat* kapott megbízást. Az expedíció működéséről, a szakemberek ellátásáról és díjazásáról, valamint az áruszállítások pénzügyi kérdéseiről az *Országos Földtani Főigazgatóság* (később *Központi Földtani Hivatal*) és a *NIKEX* (később a *GEOMINCO Rt.*), belső használatra, komplex megállapodást kötött.

A történeti visszapillantással felsorolt feltételrendszer mellett 1957 tavaszán a vízkutató expedícióban való részvétellel megkezdődött a magyar geofizikusok szerteágazó, sok sikert és néha kudarcot is tartalmazó mongóliai kutatómunkája, ami több-kevesebb résztvevővel 1990-ig tartott.

A 33 éven át tartó és nagy gazdasági programokkal összekapcsolt geofizikai tevékenység a kutatások célja és módszerei alapján több szakaszra különíthető el:

- I. **Vízkutató expedíciók** 1957–70 között felszíni geoelektromos és karotázsmérésekkel, évenként 3–8 szakértővel.
 - II. **Komplex geofizikai kutatások** 1967–75 között a bonyolult földtani felépítésű területek vízperspektíváinak tisztázására, évenként és módszerenként változó számú, 5–15 fő szakértővel.
 - III. **Földtani térképező munkák** kiegészítésére több módszert alkalmazó geofizikai vizsgálatok 1967–75 között, évenként és területenként változó számú, 4–6 szakértővel.
 - IV. **Ércindikációk revíziós földtani vizsgálatainak** értelmezéséhez komplex geofizikai mérések 1970–75 között, évenként 5–8 fő szakértővel.
 - V. A **Nemzetközi Földtani Expedíció** összes geofizikai kutatásainak irányítása és elvégzése 1975–90 között, évenként 5–15 fő szakértő részvételével.
- A felsorolt tevékenységeken kívül is dolgoztak magyar geofizikusok Mongóliában, kisebb szakértői munkákban és kölcsönös oktatási célú feladatokban.

Mongóliáról röviden

Mongólia Oroszország és Kína között, Ázsia központjában helyezkedik el. Területe tizenhétyszer nagyobb hazánknál, nyugaton és középső részén zömében hegyvidék,

keleten és délen több sík terület található. Az ország tengerszint feletti átlagmagassága 1600 m. Gyér növényzete, szélsőségesen kontinentális időjárása nehéz életkörülményeket teremt a lakosságnak. A napi hőmérséklet-ingadozás 30, az évi 100 fok körül van — mindkettő igen nagy. Mongólia területe gyéren lakott, a lakossági inkább az északi sztyeppe és erdős sztyeppe területen lakik, a déli, sivatagi terület nagyon ritkán lakott. Lakosainak száma 2 millió alatt van, az átlagos népsűrűség nem éri el az 1 fő/km²-t. Érdekes jelenség a recens eljegesedés, az örök jég határa észak felől nagyjából Ulánbátorig benyúlik. A csapadék zömmel nyáron, a ciklonok idején esik, s ritkán haladja meg az évi 300–400 mm-t. A levegő páratartalma szokatlanul alacsony, télen a leesett hó általában szublimál.

Az ország népességének 90%-a mongol, 4% körül a kazah, a többi néhány %-ot kínai, orosz és egyéb nemzetiségek alkotják. Hivatalos nyelve a mongol, de a városi lakosság egy része, különösen az értelmiségiek és az államigazgatásban alkalmazottak jól beszélnek oroszul.

A gazdasági tevékenység fő ága a legeltetésen alapuló természetes állattenyésztés. Legelterjedtebb az igénytelen szarvasmarha, ló, teve, kecske és a juh. Az ipar jelentősebb része élelmiszeripar, döntően ennek termékei adják az ország kicsi exportját is. A lakosság fő tápláléka a tej és a hús.

Az országot évszázadok óta ismert karavánutak hálózata be. Ezek a rossz minőségű földutakon szállítják a gazdaság termékeit és az üzemanyagot a fővárosból az ajmagok központjaiba, amelyeket rendszeres belföldi légi járat kapcsol össze Ulánbátorral, s azon keresztül a nemzetközi légi forgalommal. Mindössze 1800 km hosszú, de igen fontos vasútvonalon történik az ország nem túlzottan fejlett árucere- és személyszállítási forgalma.

I. A VÍZKUTATÓ EXPEDÍCIÓK TEVÉKENYSÉGE 1957–70 KÖZÖTT

Mongóliában már 1957 előtt is végeztek fúrásos vizkutatást. A fúrásokat általában a vízigény felmerülésének helyén, minden előzetes geofizikai-geológiai vizsgálat nélkül tűzték ki, jobb esetben hidrogeológus jelenlétében. Ennek következtében a lemélyített fúrások mintegy 70%-a vízre eredménytelen lett. Az esetek többségében éppen ott nem találtak ivóvizet, ahol a településre, az állattenyésztés fejlesztésére kedvezőbbek voltak a terület felszíni, morfológiai viszonyai (széltől védett völgyek, jobb legelőterületek stb.).

1957

Az első mongóliai vizkutató expedíciót 1957 tavaszán az OFF javaslatára az OFKFKV, az ELGI és a MÁFI szakembereiből szervezték meg. Tagjai kivétel nélkül nagy gyakorlati tapasztalatokkal bíró szakértők voltak. Az expedíció törzsét PÉTER József expedícióvezető, VENKOVITS István hidrogeológus és LAKATOS Sándor geofizikus, karotázis szakértő alkotta. A tizennégy főből álló csoport többi tagját három fűrómester–gépkezelő páros, villanszerelő és tolmács képezte.

Az expedíció nyár elején érkezett Ulánbátorba. Az volt a feladata, hogy a mongol fél által kijelölt területeken, magyar berendezésekkel, a magyar vizkutatási, fúrási és kútépítési komplex módszerek alkalmazásával, a hazai körülményektől eltérő éghajlati és hidrogeológiai viszonyok között legalább 30 l/perc hozamú kutakat létesítsen. Ezt a feltételt az a körülmény indokolta, hogy a kutak fölé az erős fagyveszély miatt nagy költséggel hőszigetelt faépületet kellett emelni, azt hat hónapon keresztül fűteni — mindez egy kútkezelő alkalmazását is szükségessé tette. Kis vízhozamú kút nem érte volna meg a nagy költségeket.

Ebben az időben az expedíció mongóliai partnere a Mezőgazdasági Minisztérium vízügyi osztálya volt. Ez a szervezet előbb főigazgatósággá, később önálló Vízgazdálkodási Minisztériummá alakult. A 60-as évek közepétől a Víz-

Mongólia közigazgatási felosztása	
Ajmag (tartomány) neve	Ajmag központi települése, tengerszint feletti magassága (m)
Arhangaj (Észak-Hangáj)	Cecerleg 1695
Bajanölgij	Ölgij 1710
Bajanhongor	Bajanhongor 1845
Bulgan	Bulgan 1210
Góbi-Altaj	Altaj 2160
Dornogovi (Kelet-Góbi)	Szajnsand 952
Dornot	Csojbalszan 752
Dundgovi (Közép-Góbi)	Mandalgovi 1435
Dzavhan	Uljasztaj 1754
Övörhangaj (Dél-Hangáj)	Arvajhér 1844
Ömnögovi (Dél-Góbi)	Dalandzadgad 1370
Szühebátor	Barún-Urt 850
Szelenga	Szühebátor 650
Töv (Központi)	Dzúnmod 1510
Uvsz	Ulángom 936
Kobdó (Hovd)	Kobdó (Hovd) 1395
Hövszgül	Mörön 1281
Hentij	Öndörhán 1027
Ulánbátor főváros	1300
Darhan város	800

Mongólia fővárosa Ulánbátor. Lakossága az 1980-as népszámlálás idején alig haladta meg a 300 000 főt, a 90-es évek végén már félmillió volt. Közigazgatásilag az ország 18 ajmagra (megye, tartomány) és 2 ajmag jogú városra (Ulánbátor, Darhan) tagozódik. Az ajmagokhoz — a megélhetési feltételekről függően — 10–25, többé-kevésbé állandóan lakott település (szomon, falu) tartozik.¹

¹ (A szerkesztő előzetes *Mea culpa*: A mongol nyelvből átvett szavak magyar helyesírása során a szerkesztő legfeljebb szép lehetett — okos nem. Különösen nehéz feladat ez, ha egy tőlünk tökéletesen távoli nyelv cirill betűs átírásán keresztül érkezik el hozzánk. Bár a magyar *ü* hanghoz hasonló a mongolban is van, mégis pl. a Szühebátor városnév Szuehebátor-ként ért el hozzánk, minthogy az oroszban nincs *ü* hang. Továbbá: egybeírjuk-e Szühét a Bátorral, ami lehet, hogy Bátar, vagy éppen Batar. De lehetne még Szüketagatur vagy Szühbátar is. Hasonlóképpen a különböző források sem egységesek abban, hogy szomon vagy szamon, ajmag vagy ajmak. Segítségül szolgált az Akadémiai Kiadónál 1981-ben megjelent, LIGETI Lajos által szerkesztett *Keleti nevek helyesírása* c. könyv *Mongol nyelvek* c. fejezete, szerzője SÁRKÓZI Alice — ez azonban már csak terjedelménél fogva sem adhat választ minden kérdésre. — T. L.)

ügyi Tervező-Kutató Intézet lett a vízkutató expedíciók mongóliai gazdája.

A Budapestről májusban indított fúróberendezések igen nagy késéssel, július derekán érkeztek Ulánbátorba, emiatt a fúrási munkák csak augusztus végén indultak el. A fúrási pontokat a Mezőgazdasági Minisztérium javaslatára hidrogeológus tűzte ki Nilga szomon (szomon=valamely állandóan lakott település) területén, földtani szempontból ismeretlen területen.

A fúróbrigádok november derekáig — a teljes befagyásig — csupán 1-1 fúrást mélyítettek le, 80–109 m mélységre. A három fúrás közül csak egy bizonyult eredményesnek. Már ez is jelezte, hogy felszíni geofizikai előkészítés nélkül még a magyar hidrogeológus szakmai hozzáértése is kevésnek bizonyul. Mindhárom fúrásban a reménybeli vízáadó rétegek kijelölésére LAKATOS Sándor végzett ellenállás- és PS-mérést. Érdekes módon, a 30–70 Ω m fajlagos ellenállású, szárazföldi eredetű homokos-agyagos rétegek két fúrásban meddőnek bizonyultak, míg a harmadik, a 203. sz. fúrás hasonló paraméterű rétegösszlete 70 l/perc vizet eredményezett. Ez volt az első, magyar segítséggel mélyített vízáadó kút Mongóliában.

1958

Az első év igen szerény eredményei miatt, szovjet és magyar szakértők tanácsára, a mongol fél az 1958. évi expedícióban a geofizikusok számát háromra emelte. Remélhető volt, hogy előzetes felszíni ellenállásméréssel a fúrások eredményessége lényegesen javulhat. Ez évtől kezdve a fúrások kijelölését többnyire geoelektromos szondázások előzték meg. A mérések elvégzésére SZABADVÁRY László és KREMSZNER Miklós geofizikus mérnökök utaztak Mongóliába.

A magyar vízkutató expedíció 1958-ban csak két fúróberendezéssel dolgozott. A geoelektromos csoport augusztus 1-től október végéig mért terepen, Ge-10 típusú műszerrel. A K-Góbi, a Központi és Övörhangaj ajmagok területén összesen 179 szondázást végeztek, AB=800 m távolság mellett. A terepi görbéket francia elméleti görbeseregek felhasználásával értékelték ki. A kiértékelés adatait szelvényeken ábrázták. Ezekkel mód nyílt a földtani felépítés közelítő megismerésére, az üledékes összletek rétegsorának, ezen belül a feltételezett víztartó rétegek vastagságának, mélységének, valamint a kristályos aljzat mélységének meghatározására. A mérések befejezése és kiértékelése után minden területről vízföldtani szakvéleményt készítettek. Ebben ismertették a telepítendő fúrás helyét, környékének morfológiáját, az ott várható rétegsort, s azon belül a vízáadó réteg mélységét. A fúráspont kitűzését általában ALFÖLDY László hidrogeológussal egyetértésben végezték. Erről mindig jegyzőkönyv készült. Felszíni méréseket 12 területen végeztek, amelyek többsége szomonokhoz kapcsolódott. A 12-ből 9 helyen javasoltak fúrást. Ezeket az év folyamán lemélyítették és valamennyi eredményes lett.

A hordozható félautomata karotázsberendezéssel LAKATOS Sándor 10 fúrásban végzett PS- és ellenállásméréseket. Néhány fúrásban problémát okoztak a kvarcit agglomerátumok, ahol az ellenállásadatok a kőzetek tömörségét, a PS-mérések pedig csak a mineralizációt tü-

rözték. Mongóliában először itt végeztek folyamatos iszapellenállás-méréseken alapuló „beáramlásmérést” olyan fúrásokban, ahol a klasszikus vízkarotázs-méréssel a vízáadó rétegek határai nem voltak egyértelműen meghatározhatók. E mérések után a szűrők helyeit megfelelő pontossággal kijelölték. A módszert eredményesen lehetett alkalmazni hasadékvizek előfordulási helyeinek kimutatására is.

1959

Az expedíció létszáma az előző évihez hasonlóan 14 fő volt, de számos tagja és kulcsembere kicserélődött. Vezetője PATAKI Nándor fúrómérnök, hidrogeológusa ismét ALFÖLDY László lett. A felszíni geofizikai méréseket SZABADVÁRY László és HOBOT József, a karotázsvizsgálatokat DANKHÁZI Gyula végezte.



Családi kép a sivatagban, HOBOT Józseffel és SZABADVÁRY Lászlóval

A Mezőgazdasági Minisztérium erre az évre a Központi (Töv) ajmag és Közép-Góbi (Dundgovi) ajmag területeit jelölte ki kutatási célul. E tartományokban a vízfeltáró fúrásokat elsősorban a helyhez kötött lakosság (szomonok) és ezek állattenyésztő brigádjai igényelték. A Központi ajmag területein a vízfeltárás hidrogeológiai feltételei jobbak voltak, míg a Közép-Góbi területek geológiai felépítése a vízkutatás számára igen kedvezőtlennek mutatkozott. Nem kedvezett a fúrások kijelölésének az sem, hogy egyes olyan szomonok vezetői is ragaszkodtak a szomonban vagy ahhoz közel végzendő fúráshoz, amelyek víznyerésre reménytelen területen települtek. Esetenként így rizikós pontokon is próbálkoztak vízfeltárással.

A felszíni csoport 25 területen 320 VESZ mérést végzett, AB=800 m-es terítéssel. Sajnos csak 14 helyen tudtak fúrást javasolni. Közülük 8 fúrást 1959-ben, hármat 1960-ban adtak át, átlagosan 50 l/perc feletti vízhozammal. Az expedíció fúróbrigádjai 22 fúrást mélyítettek, ezek közül 9 ponton nem voltak előzetes geofizikai mérések. A karotázsméréseket azonban az előző évben alkalmazott módszerrel minden fúrásban elvégezték.

Rutinszerű munkájuk mellett a magyar geofizikusok fontos feladatuknak tekintették, hogy a csoportban együtt dolgozó mongol szakembereket megtanítsák a műszeres mérésekre és a VESZ görbék terepi kiértékelésére. Ebben az évben G. HANDEJ, aki végzettsége szerint fizikus volt s 1958-tól a magyar geofizikusok mellett a csoport mongol vezetőjeként dolgozott, szakértői irányítással már elfo-

gadható méréseket végzett, sőt egyes területek ellenállás-görbéit önállóan dolgozta fel. A tél folyamán HANDEJ és SZÜRENHORLÓ az ELGI és az OFKFKV szervezésében 3 hónapos tanfolyamon vettek részt Magyarországon.

1960

A Mezőgazdasági Minisztérium vízügyi szakértői még az előző évben kijelölték az 1960. évi kutatási területeket Hentij és Szühebátor ajmag területein. Határozatban írták elő az expedíciónak, hogy csak ott jelölhető ki vízkutató fúrás, ahol a közvetlen vízigény jelentkezik. Ebben az évben a mongol fél kifejezett kérése volt, hogy a magyar szakértők és fúrosok korábban utazzanak ki, mert a fúrások évenkénti számát kívánatos lenne növelni.

Az expedíció vezetése és személyi összetétele ismét változott. Vezetője FERENCZ Károly hidrogeológus, helyettese és egyben a fúrás-műszaki ügyek irányítója CSATH Béla fúrómérnök lett. A felszíni geoelektromos mérések döntő részét továbbra is SZABADVÁRY László és HOBOT József végezte, de egy frissen vásárolt Ge-10 típusú műszerrel a HANDEJ-SZÜRENHORLÓ páros is végzett méréseket a mongol fúróbrigádok fúrásainak előkészítésére. A karotázsmérések elvégzésére VARGA Gábor geofizikus mérnök utazott ki.

Az előző évben végrehajtott terepbejárás során már megállapítható volt, hogy a kijelölt területek vízföldtani adottságai még az 1959. évi területeknél is kedvezőtlenebbek. Hentij ajmag egyes területeinek hidrogeológiai viszonyai aránylag jobbakk voltak. Nem úgy a Szühebátor ajmag, amelynek nagy részét fiatal vulkanikus képződmények, főleg bazalt kőzetek építik fel. Ezek az erős tektonizmus és erózió ellenére sem képződtek megfelelő vastagságú víztartó üledékek. A nehézségeket csak fokozta, hogy a kútigénylő szomonok és ezek külterületei egymástól is, de különösen a fővárostól nagy távolságra voltak. A legtávolabbi kijelölt terület, Dariganga szomon, Ulánbátortól 1000 km-re volt.

Az 1960-as év volt expedíciós tevékenységünk első, nagyobb akadályoktól mentes, teljes terepi szezonja. A mérések és a fúrások időben (április végén) megkezdődtek és viszonylag zavartalanul folytak október derekáig. Néhány mondatban ismertetjük, hogy milyen műszaki és szervezeti feltételek között végezték geofizikusaink a geofizikai méréseket.

A geofizikus csoport — bár szervezeti-pénzügyi vonatkozásban az expedíció része volt — a hidrogeológussal közös terepszemle után teljesen önállóan dolgozott. A csoport a két magyar geofizikus mellett egy mongol mérnökből (aki egyben a mongolok vezetője volt), egy vagy két technikusból és a mérőműszerek számától függően 4–8 munkából, valamint két gépkocsivezetőből állt. Közlekedési eszköz gyanánt egy GAZ-69-es kis terepjáró és egy GAZ-63 típusú, kéttonnás teherautó szolgált. A mongol személyzetet és a működési költségeket a Minisztérium fizette. Egy-egy munkaterületen a csoport 4–8 napig dolgozott. Szálláshelyül a mongoloknak egy jurta szolgált, a szakértőknek az illető szomon vendégszobáját vagy vendégjurtáját adták. Ezek a körülményekhez képest tiszták és kulturáltak voltak (kanna víz, villany, rádió stb.) Minden lakott település (szomon) el volt látva benzinmotoros áramfejlesztővel. A nagyobb szomonokban volt orvos, vagy

felcser és kórháznak nevezett, alapvető gyógyszerekkel ellátott betegszoba. Telefon csak a főbb útvonalak (öt ilyen volt) mentén volt kiépítve. Ezek általában nem épített utak, hanem minden közlekedési műtárgyat (híd, átereszt) mellőző, autóval éveken át kijárt „sokszávos” nyomvonalak voltak. A mongol gépkocsivezetők (hihetetlen tekintélyük volt) rendkívüli képességgel tájékozódtak ezeken az egész országot behálózó nyomvonalakon.

Az év folyamán geofizikusaink 25 területen 421 VESZ mérést végeztek. Ezekből több terület nem a magyar expedíció működési területére esett. A minisztérium külön kérésére ugyanis a K-Mongóliai Csojbalzan tartományi székhely térségében kilenc szomonban az ott működő szovjet fúróbrigádok tervezett fúrásainak előkészítésére is végeztek VESZ méréseket. A magyar fúróbrigádok számára a VESZ mérésekkel megvizsgált 16 terület közül csak 12 helyen tudtak fúrást javasolni. Közülük 9 volt igazán eredményes, 3 fúrásból nem lehetett a minimális 30 l/perc vizet sem kitermelni. A karotázsméréssel szelvényezett fúrások száma 15 volt. Egy-egy lyukban többször is mértek.

HANDEJ és SZÜRENHORLÓ mongol geofizikusok SZABADVÁRY László ellenőrzése mellett Szelenga ajmagban dolgoztak. Eredményeik kedvezőnek tűntek, ezért a geoelektromosellenállás-mérések elméletét és gyakorlatát elsajátítva a módszert eredményesen alkalmazták önállóan is.

1961

Az év elején Magyarország és Mongólia kormányközi szerződést írt alá a hosszúlejárható hitelegyezmény megújításáról, valamint a kiküldendő szakemberekre vonatkozó általános feltételekről. Ebben a magyar fél vállalta, hogy a III. ötéves terv időszakában évenként 15, összesen 75 működő vízkutat ad át, s biztosítja ezek működéséhez szükséges berendezéseket és anyagokat.

Ebben az évben — tekintettel a megnövekedett feladatokra — az expedíció vezetését HONFI Ferenc, az ELGI akkori igazgatóhelyettese vállalta. Az éves külkereskedelmi tárgyalásokon kiderült, hogy az államközi szerződésben szereplő évenkénti 15 vízkút helyett, a mongol ötéves terv adatai szerint, évi 20 kutat kell átadni. Az expedíció működési területét ismételten Hentij, Szühebátor és a K-Góbi ajmag területén jelölték ki. A mongol miniszter véleménye szerint nagy-nagy megtiszteltetés az expedíció számára, hogy a magyaroktól várják a vízföldtani szempontból legkedvezőtlenebb területeken a legtöbb eredményes vízfúrás.

A felszíni geofizikai méréseket JÓSA Ernő geofizikusmérnök irányította. Észlelője az egyik mongol mérnök volt, de a terepi méréseket mégis legtöbbször maga végezte. Időnként az expedíció vezetője is részt vett a mérésekben. Geoelektromos VESZ mérést 34 területen végeztek (két műszerrel), és 28 területen javasoltak fúrás. Először alkalmazták az ELGI-től kölcsönzött, újonnan kifejlesztett Ge-20 típusú ellenállásmérő-berendezés prototípusát. A mérések eredménye alapján lemélyített fúrások kivétel nélkül biztosították a 30 l/percnél magasabb vízhozamot. Olyan helyen is sikerült a vízellátást megoldani (pl. Szühebátor tartomány Barún-Urt nevű központja), ahol korábban már sok meddő fúrás mélyült és a város átköltötését is fontolgatták.

Az expedíció szakemberei feladatuknak magas színvo-

nalon tettek eleget, mert három fúróberendezéssel az eddig legtöbb számú, évi 23 kutat adtak át. Érdekességként megemlíthető, hogy a 23. kutat „Cedenbal elvtárs” üdülőjéhez mélyítették „ajándékképpen”, így valószínű, hogy ennek is szerepe lehetett abban, hogy HONFI Ferenc expedícióvezető és SURÁNYI Ernő műszaki vezető a következő év egyik jeles ünnepén magas kormánykitüntetést, „Sarkosillag Rend”-et kapott.

1962

Az előző évek geofizikai kutatási eredményeinek nagy elismerését hozta el ez az év. Hivatalosan elrendelték, hogy csak geoelektromos mérésekkel már megkutatott területen, és csak a mérési eredmények alapján javasolt ponton végezhetnek fúrást.

A mongol vízgazdálkodás területén átszervezést hajtottak végre. Nagyobb ajmag-székhelyeken 1962. január 1-től vízügyi vállalatokat hoztak létre a Vízügyi Főigazgatóság felsőszintű irányításával. A magyar víz kutató expedíció az *Ulánbátori Vízügyi Vállalathoz* került, ami sok vonatkozásban kedvező változást eredményezett. Többek között megoldódott a szakértők lakáskérdése, ez évtől minden magyar család önálló lakást kapott. (A korábbi években a lakáshiány miatt a szakértők csak korlátozott számban vihették magukkal családtagjaikat.)

Ebben az évben az expedíció vezetője SURÁNYI Ernő, hidrogeológusa KOPEK Gábor geológus lett. A felszíni geofizikai méréseket JÓSA Ernő és KIRÁLY Ernő geofizikus, a karotázs-méréseket FÁBIÁNCSICS László geofizikusmérnök végezte. Az év folyamán a Központi ajmagban 8, Szelenga ajmagban 13, Bulgan ajmagban 5, Övörhangaj ajmagban 4, összesen 30 területen végeztek felszíni méréseket. A mongol szakemberekből alakított geofizikai brigád munkájának ellenőrzésére Arhangaj ajmagban 2, Hövszgül ajmagban 1 mérésterületen ellenőrző műszeres méréseket végeztek a magyar geofizikusok. A 33 mérési területből 27 ponton tűztek ki fúrást. Az év folyamán ebből 22 fúrás mélyítették le, ebből 20 bizonyult eredményesnek.

Az *Unen* című mongol napilap 1962. december 13-i számában a Mongol Vízügyi Főigazgatóság egyik vezetője cikket írt *Így segítenek a magyar szakemberek* címmel:

„A magyar szakemberek ötödik éve dolgoznak hazánkban. Ezen idő alatt sokat segítettek a lakott területek és a legelők vízellátásában. A magyar szakemberek és a mongol brigádok a Központi, Közép-Góbi, Szüehábor és Hentij ajmag területén összesen 6800 fm-t fúrtak és az ajmagokban 37, a legelőkön 44 vízadó kutat létesítettek. Az 1961-es évben HONFI Ferenc és SURÁNYI Ernő vezetésével a tervezett 15 kút helyett 23 kutat fúrtak, így a tervet 147%-ra teljesítették.

A mélységbeli víz felkutatásában sokat segítettek és jó eredményeket értek el a magyar geofizikusok. Az elmúlt évek eredményei bizonyítják a geofizikai kutatások fontosságát, mert a kutak önköltsége a korábbi évekhez viszonyítva 46%-kal csökkent.

Az elmúlt néhány év alatt a magyar szakemberek szakmailag is oktatták a mongol dolgozókat, és rövid idő alatt 9 fúrómestert, 9 geofizikust és operátort képeztek önálló szakemberré.”

Az 1962. évet követően a hazai tudományos folyóiratokban számos olyan közlemény jelent meg, amely szak-

mailag összegzi és értékeli a mongóliai vízkutatások eredményeit és problémáit. E témakörben különösen értékes elemzést tartalmaznak ALFÖLDI Lászlónak a *Hidrogeológiai Közöny* 1962., 1963. és 1964. évi számaiban a mongóliai lefolyástalan medencék hidrogeológiai kutatásairól közölt tanulmányai, valamint SZABADVÁRY Lászlónak a *Geofizikai Közleményekben* és másutt megjelent munkái. Ezekben a szerző, a különböző földtani-hidrogeológiai modelleken végzett geoelektromos ellenállás-mérések alkalmazásáról és azok értelmezéséről adott kimagaslóan értékes és megszívlelendő információkat a következő évek mongóliai kutatásaihoz.

1963

Az 1961. évi kormányközi szerződés — ami a magyar felet, illetve az expedíciót évente egyre több működő víz-kút átadására kötelezte — megnövelte a geofizikai kutatás feladatait is. A magyar OFF-delegáció 1962 őszi ulánbátori programgyeztető tárgyalásán olyan megállapodás született, hogy a következő évek expedícióiban növelni kell a geofizikusok számát.

Ebben az évben ezért, a korábbi 2+1 fő helyett 6 geofizikus és 2 karotázsmérnök látta el a 4 magyar és a 2 mongol fúróbrigád számára a fúrásponthoz szükséges geofizikai előkészítést. A felszíni ellenállás méréseket KIRÁLY Ernő-KARAS Gyula, a HOFFER Egon-MOZSOLITS Tibor és JÓSA Ernő-HARNOS Gyula páros, míg a karotázsméréseket FÁBIÁNCSICS László és HURSÁN László végezte. A műszerigény kielégítésére a mongolok két Ge-20-as ellenállásmérőt és egy karotázs berendezést vettek.

Az Ulánbátori Vízügyi Főigazgatóság irányításával már több ajmagban létrejöttek a vízgazdálkodási helyi szervei, amelyek az ajmagok mezőgazdasági-vízügyi igazgatóságai és a fúrásokat „kivitelező” építő-szerelő üzemei voltak. A magyar expedíció tagjai decentralizáltan az ulánbátori, az Ajvarheri és a Góbi-Altaj ajmag vízügyi igazgatóságainak területén dolgoztak. A terepi méréseket április közepétől október végéig végezték. Ez idő alatt a három csoport 93 területet vizsgált meg és 79 fúrásponthoz tűzött ki. A magyar fúróbrigádok által mélyített 37 fúrásból 1 meddő, 1 pedig kevés vízhozamú kút lett. A vidéki vízügyi igazgatóságok mongol fúróbrigádjai területén — ahol ugyancsak a magyar geofizikusok jelölték ki a fúrásokat — jóval nagyobb volt az eredménytelen fúrások aránya. Ennek oka valószínűleg a kezdetlegesebb mongol fúrástechnológiában keresendő.

A karotázscsoport a 12-B típusú lyukszelvényező berendezéssel 28 fúrásban végzett vizsgálatokat, a korábban bevezetett paraméterekkel.

A fúrással számba jöhető területeket évenként, az ajmagok mezőgazdasági osztálya javaslatára a vízügyi igazgatóság adta meg. Ezekből az Ulánbátori Vízügyi Főigazgatóság állította össze az ajmagok éves kútfúrás terveit. E tervek alapján a helyi vízügyi igazgatóval együtt keresték meg az illető szomon vagy lakótelepülés vezetőjét, aki a helyszíni bejárás folyamán mutatta meg azokat a területeket, ahová a kutat telepíteni kívánják.

Az ajmagok, s ezen belül a szomonok földterülete részben állami, részben szövetkezeti tulajdonban volt. Egyes szomonok, egyben gazdasági egységek földterülete 3000–10 000 km² között változott. Egy-egy mezőgazdasági-állattenyésztési egység székhelye a szomon, vezetője a mindenható

szomondarga volt. A szomonok nagy részében volt iskola, posta, kórház, vegyesbolt, étkezde, szálloda (általában két helységből álló, szerény szállás), benzinkút. A gazdasági egység hatalmas — vármegyényi — területén elszórtan nomád állattenyésztő brigádok éltek. Egyes szomonok területén, ahol a felszíni talajviszonyok és az éghajlat is megfelelő volt, megművelt mezőgazdasági területek, főleg gabonatermelő kultúrák is előfordultak. Kút létesítésére végül is ott végezték méréseiket, ahol a szomondarga gondolta, illetve azon a területen, amit ő és az ajmag vízügyi igazgatósága közösen kijelölt.

1964

Az expedíció geofizikai részlegét HOFFER Egon, MOZSOLITS Tibor, NYITRAI Tibor geofizikus-mérnök, HARNOS Gyula, RÓZSAVÖLGYI József, RUZICKA Jenő észlelő technikus, valamint HURSÁN László és MORVAY László karotázsmérnök alkotta.

A Mongol Vízügyi Főigazgatóság a terepi szezón első harmadában mindhárom felszíni ellenállásmérő csoportot a Központi és a Szelenga ajmag területén működtette. Ezt azzal indokolta, hogy az e két ajmagban dolgozó magyar fúróbrigádok részére egész évre biztosított legyen a geofizikusok által kijelölt fúrópont. Igazi oka azonban az volt, hogy nem volt elegendő gépkocsi. Nádóm (nemzeti ünnep, július 10–11.) után a NYITRAI–HARNOS mérőpáros a csobjalszani, a HOFFER–RUZICKA páros a bulgári igazgatóság területén, míg a MOZSOLITS–RÓZSAVÖLGYI páros a Szelenga ajmag É-i területein végzett méréseket. A három csoport összesen 96 területen mért, főleg mezőgazdasági, állattenyésztő telepek vízellátását célozta meg, és 68 fúrászt tűzött ki. A magyar fúróbrigádok 48 lyukat fúrtak, ebből 46 volt kúttá kiépíthető.

A két karotázsrészleg 42 fúráshoz vonult ki, amelyekben B-12 és HLH-10 típusú műszerekkel mértek PS-t és három-három ellenállásszelvényt, potenciál- és gradiens-zondákkal.

1965

Az expedíciónak az 1963-as szerződés módosítással fel- emelt létszáma az előző évihez hasonlóan 27 fő volt. A geofizikusok is azonos létszámmal, azaz három geofizikus- mérnökkel (HOFFER Egon, SZALAI Mihály, ZSILLE Antal) három technikussal, (FERENCZY János, RUZICKA Jenő, SCHRAMEK Sándor) és két karotázsszakemberrel (DETRE László, MORVAY László) vettek részt az expedíciós munkában.

A Mongol Vízügyi Főigazgatóság előző évben elkészít- tett tervezete alapján geofizikusaink változatlanul folytatták a Mongólia É-i tartományaiban összpontosuló állattenyésztőbrigád-szállások vízellátására irányuló fúrá- sok előkészítő vizsgálatait, a Központi, Szelenga, Bulgan és Csojbalszan tartományok területén. A három mérőpáros ebben az évben 107 területet vizsgált meg. Ezek többsége néhány km² kiterjedésű hegyközi völgy volt, ahol a völgyek üledékszerkezetének kimutatására alapozva 101 hely- len javasoltak fúrászt.

Az utóbbi években az 5–6 hónapos átlagos terepi időszak- ban az egyes csoportok által megvizsgált területek száma

35–40 között mozgott, ellentétben a 60-as évek elején a Közép- és K-Góbi ajmagra jellemző évi 20–24 területtel. Ott a lefolyástalan nagy medencék igen kedvezőtlen hidro- geológiai adottságai miatt egy-egy fúrás kitűzéséhez sok- szor 18–20 VESZ mérés sem adott elégséges információt. Az említett tartományok területeire telepített brigádszállá- sok szinte kivétel nélkül hegyek közti völgyekben voltak, ahol mind a geoelektromos mérések végrehajtása, mind a mért ellenállásgörbék értelmezése is egyszerűbb feladatot jelentett. Ugyanis néhány — völgytengelyre merőleges — VESZ szelvényvel egyszerűen felderíthető volt a völgyi üledékek szerkezete. A legtöbb esetben kétréteges model- lekkel (30–60 Ωm-es üledék, 1000 Ωm körüli aljzat) értel- mezhető volt a völgyek felépítése. Ha a völgyeket kitöltő törmelékes üledékek (homok, murva) vastagsága elérte a 40–50 m-t s a vízgyűjtő terület meghaladta a 10 km²-t, akkor a völgy megfelelő pontján a fúrászt ki lehetett tűzni.

A geofizikusok által kijelölt helyeken a magyar fúró- brigádok 1965-ben 38 fúrászt mélyítettek, ebből 29 lett termelő kúttá kiképezve. A szükséges paraméterek meg- határozására a karotázsméréseket minden magyar fúrásban elvégezték.

1966

A mongol vízgazdálkodás szervezetében 1965 végén jelentős változások következtek be. Megszűnt a Vízügyi Főigazgatóság, illetve kivált a Mezőgazdasági Minisztéri- umból és megalakult az önálló Vízgazdálkodási Miniszté- rium. Ez a változás jelentősen kihatott az 1966-os évre, de különösen a következő évek magyar expedícióinak tevé- kenységére is.



Góbi csendélet jurttal és terepi kocsival

Ebben az évben az expedíción belül a fúrási-kútépítési szakembereknek a számát növelték, viszont a geofizikusok létszáma 8-ról 5 főre csökkent. Ennek oka egyrészt, hogy az évek során kiképzett és műszerekkel ellátott mongol geofizikusok már elég tudást és önbizalmat szereztek ah- hoz, hogy számolni lehetett velük a fúráskitűző feladatok- ban, másrészt a létszámcsökkentésben az is közrejátszott, hogy már megindultak az előkészítő tárgyalások a komplex geofizikai kutatócsoport felállítására és programjára vonat- kozó tervezetről. Ennek a munkának a beindulásával ismét megnőtt Mongóliában a geofizikai kutatások szerepe és a kiküldendő szakemberek létszáma is.

Az expedíció magyar fúróbrigádjai számára ebben az évben ZSILLE Antal és DUDÁS József geofizikus-mérnökök a Szelenga ajmagban, míg SZALAI Mihály–FERENCZY János páros a Központi ajmag területén végezte fúráskitűző geoelektromos méréseit. Április végétől, november elejéig

66 területet vizsgáltak meg, és 49 fúráspontra jelöltek ki. Területenként a mért VESZ-ek száma átlagosan 9 volt.

Még ebben az évben is az állattenyésztő telepek vízellátása volt a fő szempont, ugyanis a lefűrt kutak kétharmada ilyen területre jutott. A karotázvizsgálatokat 35 fúrásban KREMSZNER Miklós végezte. Az új és fejlettebb HL-10 típusú berendezéssel végig biztosítani tudta a fúrások zavartalan kiszolgáltatását.

1967

Az év elején, január 20-án reggel arra ébredtünk, hogy mozog velünk az ágy, himbálóznak a bútorok, a szekrények tetejéről leesnek az oda helyezett tárgyak — földrengés van! Hallottuk, hogy a házban élő oroszok, bolgárok, akik olyan vidékekről jöttek, ahol gyakoribbak a földrengések, rémülten rohannak le a lépcsőn, magukra kapkodva egy pár ruhadarabot. Kint $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli hőmérséklet volt. Az udvaron összegyűlve egymást rémítették az emberek, de abban megegyeztek a vélemény, hogy a lakásba nem tanácsos visszamenni, mert utóregések lehetnek. Mint az utólag kiderült, Ulánbátortól nyugatra mintegy 400 km-re, Mogod térségében egy 7-es magnitúdót erősen megközelítő rengés volt, amelynek fészke mintegy 33 km mélységben volt. A rengések kisebb erősséggel már január 5-től elkezdődtek, de a 4-es, 5-ös rengéseket a fővárosban érezni nem lehetett, a hírek pedig nem jutottak el hozzánk. Valóban, januárban összesen 18 rengés követte egymást, szerencsére ezek magnitúdója nem nagyon haladta meg az 5-ös erősséget. Érdekes, hogy a rengésfészkek túlnyomó többségének, 11-nek a mélysége 33 km volt. Nagyobb károk nem keletkeztek, az épületek falai helyenként megrepedeztek, néhány lakásban olyan hézagok keletkeztek, hogy át lehetett látni rajtuk.

A vizkutató expedíció vezetője ebben az évben is a jó szervező munkájáról ismert CSATH Béla fúrómérnök volt. Neki és a mongol partnernek köszönhető a jó feltételek biztosítása ahhoz, hogy a fúrócsoportok és a geofizikusok már április derekán terepen lehettek. A mérési területek túlnyomó része a Központi tartományban volt. Fontos vizsgálatok történtek Ulánbátor külső kerületeiben települt, vízigényes ipari objektumok területén és a bővítés előtt álló fővárosi vízművek Tola folyó kavicsteraszaiban telepített vízbázisain.

A méréseket ZSILLE Antal–DUDÁS József, valamint ANDRÁSSY László–FERENCZY János párosban végezték, nádomig. Ezt követően a két csoport egybeolvadt, mert ANDRÁSSY Lászlónak betegsége miatt haza kellett utaznia. Az összevont csoport két észlelővel és egy értelmezővel (ZSILLE Antal) dolgozott tovább. Az év végéig 66 területen 638 mélységi szelvényezést, területenként átlagosan 9–10 VESZ mérést végeztek GE-20-as műszerekkel.

Geofizikusaink életében fúráskitűző működésük során kellemetlen problémák is előfordultak. Íme néhány:

- az előre kijelölt területen a mérésekkel meghatározott fúrás helyét a megrendelő nem fogadta el,
- a megrendelő cég (szomon, brigád) vezetői között nem volt összhang, s így a fúrást az egyik darga ide, a másik amoda szerette volna,
- korábban már vízfeltárással nem javasolt területen ragaszkodtak a fúrásokhoz, illetve új mérésekhez.

A nyár közepén a nádomi ünnepeket tragikus események zavarták meg. A hirtelen lezúduló sok eső hatására a várost átszelő Tola folyó vízszintje órák alatt több méterrel megemelkedett, s medréből kilépve óriási károkat okozott. Az ünnepség idejére a jurtákban magukra hagyott öregek és gyerekek közül az ár többet magával ragadt, hidat sodort el, a városi stadionban ünneplő embereket körülzárta, helikopterrel kellett őket kimenteni. Elöntötte az árvíz a városi vízműveket, az elektromos központot, ezért napokig nem volt sem áram-, sem vízszolgáltatás. A követségek, később a város megszervezték a lajtkocsis vízszolgáltatást, majd a tűzifaellátást is, mivel az áramszünet miatt csak a konyhai kályhákban lehetett főzni. Majdnem két hétig okozott fennakadásokat az árvíz, de a közlekedés szempontjából — a fővárost keleti, ill. déli irányban összekötő hid pusztulása miatt — csak az év végére állt helyre a rend.

Ulánbátor város területén és közvetlen környékén, valamint a Központi tartomány távolabbi területein 48 fúrás mélyítették a magyar fúróbrigádok. KREMSZNER Miklós karotázsmérnök HL-10-es berendezéssel 33 fúrásban 1524 fm lyukszelvényezést végzett. Víztermelő kúttá 44 fúrás építettek ki.

Az év krónikájához tartozik, hogy a távlati célú vizkutatásra életre hívott öt fős komplex geofizikai kutatócsoport megkezdte vizsgálatait Ny-Mongólia Kobdó tartományában. Ebben az évben indult a *Magyar–Mongol Földtani Térképező Expedíció* is. Az év eseményeihez tartozik, hogy teljesült a Mongóliában dolgozó magyar szakértők és családtagjainak vágya, mert megérkezett Ulánbátorba a magyar kolónia orvosa, dr. SOMOGYI István.

1968

Az év elején 30 éves jubileumát ünnepelte a mongol vízgazdálkodás. Országos ünnepség keretében értékelték a lakosság és a legelők vízellátásában, valamint az állattenyésztés fejlesztése érdekében kifejlesztett erőfeszítéseink eredményeit, több magyar munkatárs kiváló dolgozó kitüntetését vehetett át. Az évfordulás ünnepség záróakusaként — egy ominózus párthatározattal — ismét átszabták a mongol vízgazdálkodás szervezeteit. Megalakult a *Vízgazdálkodási Tervező-Kutató Intézet*, egy hozzáértő szakember, B. BARSZ vezetésével.

A magyar expedíció fúrási részlegét a Központi ajmag székhelyére telepítették át, ami megnehezítette a szakmai kapcsolattartást az egyes csoportok és az expedíció vezetése között. A rendkívüli hideg tavasz miatt a geofizikai méréseket csak április végén kezdte meg a tartomány periferikus területein a DUDÁS József–SAJTI László és a KAKAS Kristóf–RUZICKA Jenő mérőpárokból alakult csapat.

Június elején az „ajmag vízügyi üzeme” a fúrási tervek megvalósítása miatt, bonyolult szervezési manőverekkel, a magyar mérnökökből és „nevenincs” mongol technikusokból három mérőcsoportot hozott létre. Ennek az volt a célja, hogy meggyorsuljanak a mérések, mivel a fúrások megindulásakor alig volt geofizikus által kitűzött fúrópont. Az ilyen felállású csoportok valóban több, az év folyamán összesen 79 területen végeztek mérést, de többségében AB=800 m-nél rövidebb területekkel. Fúrásra javasolt területek száma 62 volt, ebből 39 területen mélyítették eredményes fúrást.

Mélyfúrású geofizikai méréseket 35 fúrásban DETRE László karotázsmérnök végzett. A méréseket a helyszínen kiértékelte és minden fúráshoz szűrőzési javaslatot adott.

1969

Az expedíció MÓZES Endre vezetésével folytatta a Központi ajmaghoz tartozó szomonok állattenyésztő és mezőgazdasági telepeinek fúrásos vízfeltárását.

Az előző év mintájára a fúrásokat kitűző geofizikai mérések elvégzésére három csoportot szerveztek: kettőt magyar szakemberekből, nevezetesen SAJTI László–RUBRINYI András, valamint DOBROVOLNI Károly–RUZICKA Jenő párosból, egyet pedig mongol szakemberekből. A három csoportot egy — a technikai felkészültséget is alulmúló — mongol főgeofizikus irányította, aki magyar szakembertől nem fogadott el szakmai tanácsot, javaslatot. Munkáját végig a kapkodás, szervezatlenség, bizalmatlanság jellemezte. Megtörtént, hogy a magyar geofizikusok által 1967-ben fúrásra nem javasolt területet mongol geofizikusokkal újra vizsgáltatott és fúrást erőltetett. A fúrás 72 m-ben gránit alaphegységet ért. Ennek ellenére a fúrást tovább mélyítette, mert ott egy nem létező „árnyékoló modell”-t tételezett fel, arra utalva, hogy ilyen felépítés lehetséges. Valóban, ilyen modellt a komplex geofizikai csoport a Ny-mongóliai Ceceg-i medence kutatásainál leírt (HOBOT 1967). Ez a modell azonban itt nem igazolódott, és a fúrást, amely 72 m-től 84 m-ig üde gránitot harántolt, felsőbb utasításra leállították.

Az említett három csoportban végzett mérések teljesítmény adatai nem voltak egyértelműek, ezért csak a magyar csoportok eredményei tekinthetők reálisnak. A két csoport 71 területen 506 VESZ mérést végzett és 49 ponton javasolt fúrást.

A magyar fúrócsoportok 48 fúrást mélyítettek, ebből 42-t vízkúttá képeztek ki. A rendszeres karotázsméréseket az időnkénti gépkocsihiány akadályozta. Ennek ellenére KOVÁCS Zsombor 26 fúrásban teljes értékű szelvényezést tudott végezni.

1970

Már az előző években is érezhető volt az expedíciós munka fokozatos beszűkülése, de az 1970-re megkötött NIKEX–Kompleximport külkereskedelmi szerződés már egyértelműen tükrözte a fúrásos vizkutatás utolsó évének erőfeszítéseit. A létszám tovább csökkent, erre az évre már csak egy geofizikus-mérnök, egy technikus és egy karotázsmérnök szerepelt az expedícióban.

Az előző évi mérések eredményeként jelentős számú kitűzött fúráspontra tartalmatlanul, ezért 1970-re csak egy ellenállásmérő csoport működött DOBROVOLNI Károly geofizikus és CZÖVEK Gábor technikus részvételével. Munkaterületük változatlanul a Központi ajmagra korlátozódott. Az öt és fél hónapos terepi időszakban 41 területen 288 VESZ mérést végeztek, 34 ponton fúrást javasoltak.

A fúrások karotázsvizsgálatait KOVÁCS Zsombor végezte. Az 56 fúrásból 49-ben teljes szelvényezést hajtott végre, 3062 fm hosszban. Az 56 lefűrt lyukból 50-et kúttá képeztek ki. Az év utolsó, 50. vízadó kútjának átadásával, minden különösebb ünnepség mellőzésével, lényegében

befejeződött a vizkutató expedíciók 14 éven át tartó sikeres tevékenysége.

A 14 éven át folytatott expedíciós munka során a magyar geofizikusok 782 területen végeztek területenként változó számú 8–20 VESZ mérést. A mérések alapján 572 ponton fúrást javasoltak, a magyar fúróbrigádok 485 fúrást mélyítettek, amelyekből 422-t eredményes vízadó kúttá képeztek ki.

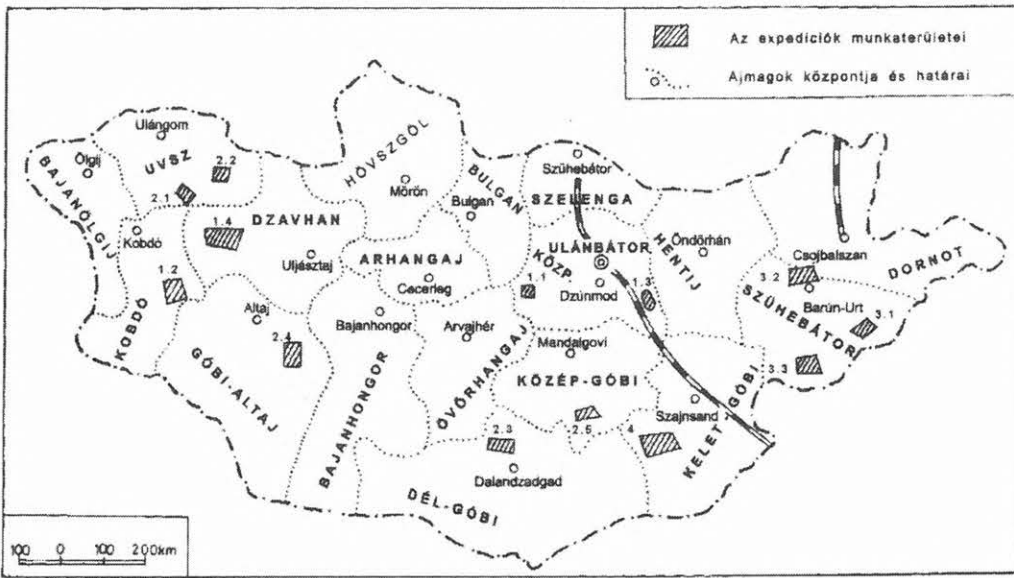
Az expedíció keretei között a fúrások kitűzése céljából végzett geofizikai mérések viszonylag kicsi, esetenként csak a hidrogeológus által kijelölt néhány km²-nyi területre korlátozódtak. A területenként 3–4 napra tervezett mérés-idő nem volt elegendő arra, hogy egy terület részletesebb földtani viszonyait és a tágabb vízföldtani adottságait felderítse, és a vízperspektívát tisztázza. Ezekre a feladatokra szervezték meg a komplex geofizikai mérőcsoportokat.

II. KOMPLEX GEOFIZIKAI KUTATÁSOK A TÁVLATI CÉLÚ VÍZFELTÁRÁS ÉRDEKÉBEN 1967–75 KÖZÖTT

Mongólia 1,5 millió km²-nyi területéből mintegy 400 000 km²-re tehetőek azok a térségek, ahol a felszíni és a felszín alatti víznyerés lehetőségei igen rosszak. Az ilyen területet a vízfeltárás reménytelenség okán „hidrogeológiai fehér folt”-nak tekintették. Ezek többségén a víz kérdése elsősorban településpolitikai kérdés, másrészt mezőgazdasági, ipari-bányászati és egyéb gazdasági szempontból fontos, tehát a víz léte vagy nem léte elsőrendűen tisztázandó feladat lett. Az egyenként több ezer km²-nyi terület az ország különböző éghajlati övezetében, más-más földrajzi és geológiai egységen helyezkedtek el.

Az 50-es évek hidrogeológiai kutatásainak (N. A. MARINOV: *Mongólia hidrogeológiája 1955–63*) következményeként e területeken — a geofizikai előkutatás mellőzésével — számos fúrás mélyült, amelyeknek kb. 20–30%-a volt vízre eredményes. E vizsgálatok azt bizonyították, hogy tisztán a hidrogeológiai ismérvek alapján (morfológia, vízgyűjtő terület nagysága, litológia stb.) mélyített fúrásokkal a bonyolultabb szerkezetű, több száz km²-nyi térségek vagy lefolyástalan medencék vízföldtani kérdései nem, vagy csak részben ismerhetők meg. Néhány jó vízhozamú kút még nem jelenti azt, hogy a terület víznyerési lehetőségei általában kedvezőek, de az 1–2 fúrás eredménytelensége sem bizonyította azt, hogy az adott terület vízfeltárásra teljesen reménytelen. A több geofizikai módszert magában foglaló komplex kutatás viszont tisztázhatja az eredménytelenség okait, és rávilágíthat a terület más részeinek jó reményekkel kecsegtető lehetőségire. Ezekre a problémákra a már említett N. A. MARINOV mellett is sokan rámutattak, így pl. AABUREN L., PLINKÁN V. A *Mongol Népköztársaság hidrogeológiai viszonyai* című, 1963-ban kiadott tanulmánya, de legfőképpen a magyar vizkutató expedíciók eredményei, s a munkájuk nyomán született számos tudományos publikáció és értekezés (pl. ALFÖLDI L.: *Lefolyástalan medencék vízföldtani kérdései*. Hidrológiai Közl. 1963; SZABADVÁRY L.: *Közép- és K-Mongólia vízföldtani viszonyai a geoelektromos kutatás tükrében*. Geof. Közl. XVI, 3) világlátott rá a kérdésre.

E vizsgálatok hatására a mongol vízföldtani szakemberek — támaszkodva az őket erősen befolyásoló szovjet szakértőkre, de főként a magyar expedíciók szakembe-



Az 1967–75 közötti expedíciók munkaterületei a következők voltak:

1967–68 között

- 1.1. Öndörsíret — Központi ajmag
- 1.2. Ceceg — Kobdó ajmag
- 1.3. Bajanzsargalan — Központi ajmag
- 1.4. Zavhanmandal — Zavhan ajmag

1969–70 között

- 2.1. Dzavhan-É. – Uvsz ajmag
- 2.2. Cagánhajrhan – Uvsz ajmag
- 2.3. Manda-Obó – Dél-Góbi ajmag
- 2.4. Csandman – Góbi-Altaj ajmag
- 2.5. Uljzit – Közép-Góbi ajmag

1971–73 között

- 3.1. Dariganga – Szühebátor ajmag
- 3.2. Szühebátor – Szühebátor ajmag
- 3.3. Ongon – Szühebátor ajmag

1974–75 között

- 4.1. Unegetin-Ny. – Kelet-Góbi ajmag
- 4.2. Unegetin-K. – Kelet-Góbi ajmag

reinek véleményére — úgy határoztak, hogy a 400 000 km²-nyi „fehér-folt”-nak mintegy 100 000 km²-nyi, legfontosabbnak ítélt területein olyan komplex kutatást kell végezni, amellyel tisztázható azok földtani felépítése, s ezzel együtt e területek vízföldtani perspektíváinak megítélése is.

Az ezekre az alapelemekre épülő kutatási tervet mongol részről a Vízgazdálkodási Minisztérium szakértői, élükön B. BARSZ, a Vízgazdálkodási Tervező-Kutató Intézet igazgatója, magyar részről HONFI Ferenc, az ELGI igazgatóhelyettese és ERKEL András, az ELGI főosztályvezetője készítette elő 1966 őszén. A komplex kutatások kivitelezésére vonatkozó külkereskedelmi szerződés a mongol Kompleximport és a magyar NIKEX között 1967 elején jött létre, amit — több más mongóliai tevékenységgel együtt — beemelték a Magyar–Mongol Műszaki-Tudományos Együttműködés keretébe.

A szerződés szerint 1967-ben 5 magyar geofizikus mérnök szakértői irányításával, mongol szakemberek és segédek (2 mérnök, 4 technikus, 5 gépkocsivezető, 14 segédmunkás) részvételével kutatócsoport alakult, amely geoelektromos, gravitációs, és földmágneses módszerekkel, magyar műszerek alkalmazásával megkezdte a vízföldta-

nilag problematikus területek kutatását. A csoport közvetlenül az éppen akkor szerveződő mongol Vízgazdálkodási Tervező-Kutató Intézethez tartozott. A kétoldalú szerződés szerint ez az intézet határozza meg az évenkénti kutatás területeit és azok sorrendiségét, biztosítja a mongol szakembereket és segédszemélyzetet, valamint a csoport működésének műszaki (gépkocsi, jurta, geodézia stb.) pénzügyi és más ellátási feltételeit.

A magyar szakértőknek kutatómunkájukon felüli feladatként előírták a csoport mongol szakembereinek betanítását és képzését, valamint a segédek munkára nevelését is.

II.1. Komplex geofizikai kutatások 1967-68 között

A mongol Vízgazdálkodási Tervező-Kutató Intézet az 1967–68. évre 4 nagy terület komplex vizsgálatát jelölte ki, amelyek más-más hidrogeológiai övezetben helyezkedtek el, összterjedésük mintegy 4 000 km²-re volt tehető. A különböző földtani felépítésű és szerkezetű területek a vízföldtani kutatási kritériumok szerint eltérő típusúak, ezért a szerződésben rögzített kutatási eljárások változó hatékonysággal és eredményességgel voltak alkalmazhatók.

A kutatások elvégzésére 1967. március közepén HOBOT József geofizikus-mérnök vezetésével REMÉNYI György, SIMON András, SZUNYOGH Ferenc és VARGA Péter utazott Mongóliába. Április a csoport megszervezésével és a műszerek felkészítésével telt el. A tényleges terepi kutatások csak jelentős késéssel kezdődhettek meg, mivel a mongol fél által biztosítandó felszerelések (gépkocsi, jurták), emberek (geodéták) csak május elejére álltak — akkor is hiányosan — a csoport rendelkezésére.

II.1.1. Öndörsíret szomon és környéke a Központi tartomány Ny-i részén, Ulánbátortól 200 km-re, a Tola folyó vízgyűjtő rendszerében, a Hangáj-Hentij hidrogeológiai övezetében fekszik. A terület 3 nagyobb völgyből áll, amelyekhez számos kisebb mellékvölgy csatlakozik, kiterjedése összesen 600 km²-re tehető.

A földtani felépítés főbb képződményei a paleozoikumi palák, metamorf homokkövek és ezeknél fiatalabb granitoidok. A völgyek kialakításában a tektonika és az erózió játszott szerepet. A völgyeket a peremhegységek lepusztulásából származó negyedkori mechanikus üledékek töltik ki. A korábbi kutatások alapján mélyített vízfúrások alig 50%-ban voltak eredményesek.

A csoport május és június hónapban végezte kutatásait, amelyek során 186 ponton geoelektromos VESZ mérés (AB=1000–2000m), 272 ponton graviméteres (Sharpe) mérés, 320 ponton földmágneses ΔZ-mérés történt.

A mérési adatokból geoelektromosparaméter-térképeket, gravitációs Bouguer- és maradékanomália-térképeket, földmágneses ΔZ -anomália-térképet és komplex geoelektromos földtani szelvényeket készítették. Az eredmények együttes értelmezésével meghatározták a teljes völgyrendszer gránit alaphegységének mélységét és lefutását. A VESZ görbék analitikus értékelésével a völgyi üledékeket 3 alapvető rétegre bontották és kijelölték a vízre perspektivikus szinteket. Geoelektromos és földmágneses adatokból meghatározták az elfedett paleozoós metamorfitek és granitoidok kontaktusát. A földmágneses maximumok a hatószámítások szerint magnetit indikációk voltak. A megkutatott terület 6 pontján vízfúrást javasoltak. Ezek igazolták a geofizikai értelmezést, és egyenként 60–180 l/p vizet adtak.

II.1.2. A Ceceg-i kutatási terület a Ny-mongóliai Koldó ajmagban van, Ulánbátortól 1500 km-re. Az objektum az Altaj hegységrendszernek egy 2000 m tengerszint feletti magasságban fekvő lefolyástalan, zárt medencéje, amely gyűrődéses tektonika mentén alakult ki. A paleozoós korú peremhegységek meredeken buknak a fiatal terciér-kvarter üledékek alá. A 4000 m magasságot meghaladó medenceperemek örök hóval fedettek. A peremből számos patak a nyári időszakban jelentős mennyiségű vizet szállít a medencébe. A vízmosások nagy kiterjedésű hegylábi törmelékűpokat hoztak létre, amelyekben a patakok vize elnyelődik. A medence tengelyében hatalmas gránit plutonitok buknak a felszínre. A gránit zóna a DK-i peremhegységben is jól követhető.

A korábbi években a szovjet szakértők közreműködésével a medencében 10 db vízfúrás mélyítettek, amelyek közül csupán egyetlenegy kút volt eredményes. A feladat az eredménytelenség okainak tisztázása és a víztartó rétegek kimutatása volt, amelynek jelenléte nem lehetett kétséges, mivelhogy a medencébe befolyó vizek valahol tárolódnak.

A csoport a terepi méréseket július, augusztus és szeptember hónapokban végezte, mintegy 700 km² területen a medence K-i felén. Ennek kapcsán 118 ponton AB=1600–4000-es VESZ mérés, 363 ponton graviméteres, 420 ponton földmágneses ΔZ -mérés történt.

És augusztus végén leesett a hó!

A kutatások eredményeként meghatározható volt a medence vízzáró aljzata, amely lényegesen nagyobb (350–400 m) mélységben van, amint azt a korábbi kutatások jelezték. A régebbi fúrások alapján leírt gránit aljzat a kutatásokkal jól követhető 30–120 m vastagságú görgeteges rétegnek bizonyult, amely alatt még jelentős, 100–250 m vastagságú, víztárolásra igen kedvező ellenállású, 30–100 Ω m-es rétegek települtek. A peremi törmelékűpokat a medenceüledék összletében jól követhetőek voltak, de sikerült kimutatni olyan zónákat is, ahol az „árnyékoló” görgeteges réteg hiányzott. Ennek tanulmányozását a gravitációs maradékanomáliák segítették elő, ugyanis a nagyobb sűrűséget mutató pozitív anomáliák rendre megegyeztek a 400 Ω m feletti ellenállású közbetelepülésekkel, amelyek viszont jól kimutatható kapcsolatban voltak a felszíni törmelékűpokkal.

A kutatásokat követően javaslatra 6 ponton fúrás mélyítettek. Ezek alátámasztották a geofizikai értelmezést, minden fúrásban az „árnyékoló” görgeteges réteg alatti, homokos–múrvás összlet vízáradónak bizonyult. Fúrásonként 100 l/percnél több ivóvizet termeltek. A 250 m maxi-

mális fúrás mélységgel a medencealjzatot sehol nem érték el.

II.1.3. A Bajanzargalan-i kutatások Közép-Mongóliában, Ulánbátortól DK-re 180 km-re, a több ezer km² kiterjedésű „nilgai medence” egy részén történtek. A medence egy K–NY-i irányú nagy törésvonal mentén alakult ki, amelyet nagy vastagságú tengeri (kréta-eocén) és szárazföldi üledékek töltöttek ki. A medence peremeket intruzív képződmények alkották, de ezek mellett a medence belsejében megjelentek takarójellegű effuzív kőzetek is.

A korábbi vízkutatói és fúrásai tevékenység a medencében teljesen eredménytelen volt, csupán a peremekenél találtak vizet, ásott kutakkal és kismélységű (10–20 m) fúrásokkal.

A viszonylag kis területű (kb. 160 km²) kutatásokra október folyamán került sor, esetenként –10 °C alatti hidegben. A területen 51 AB=4000-es VESZ mérést, 151 pontban graviméteres, és ugyanazokon a pontokon földmágneses ΔZ -mérést végeztek.

A kutatás fontosabb eredményei, módszerként:

— geoelektromos mérésekkel meghatározták a harmadkori medence aljzatát, a kvarter-terciér üledékek vastagságát (100–120 m), s annak vízfeltárási kedvezőtlen lencsés szerkezetét,

— geoelektromos, gravitációs és földmágneses adatok együttes értelmezésével megállapítható volt, hogy a tengeri eredetű kréta-eocén üledékek vastagsága a több száz m-t is meghaladja és a bazalt-takaró alatti összleteknek nyomás alatti víz-, esetleg szénhidrogén-perspektívájuk van.

A kutatás alapján 3 ponton kísérleti fúrás javasoltak azal a kiegészítéssel, hogy amennyiben a fúrás a felső 100 m-ig nem harántol vízáradó réteget, akkor azokból egyet a bazalttakaró átfúrásával tovább kell mélyíteni a kréta üledékekben. A javasolt pontokon mélyített fúrások a felső összletből alacsony vízhozamú (30–60 l/perc) kutakat eredményeztek. A kréta üledékeket nem fúrták meg.

A bajanzargalani mérések elvégzésével az 1967. évi terepi szezon befejeződött, a csoport beköltözött Ulánbátortba. Novemberben rendszereztek és feldolgozásra előkészítették a terepi mérések anyagát, kijavították a meghibásodott műszereket és felszereléseket. A csoport magyar tagjai december elején hazautaztak szabadságra.

Az expedíció 1967. évi tapasztalatainak és a már ismert 1968. évi feladatainak tükrében és hazai szakmai konzultációk alapján olyan döntés született, hogy nagy térségek átnézetes kutatására a tellurikus módszert is célszerű lenne alkalmazni a további vizsgálatoknál. Ez a csoport személyi állományában változtatást eredményezett, és REZESSY Géza geofizikus szakértővel kiegészített csoport utazott vissza január elején Ulánbátortba.

Időközben a nehezen alakuló Vízgazdálkodási Tervező-Kutató Intézet is megszerveződött, lakásokat és épületeket kapott, így a magyar szakemberek is jobb munkafeltételek között végezheték el a kamerális (feldolgozó) munkákat. Az 1967. évi mérésekről a szakmai jelentés április 1-re elkészült, amely közel 100 melléklettel (térkép, szelvény stb.) adta meg a kutatók területének átfogó és részletes hidrogeológiai célú geofizikai elemzését. A jelentéshez függelékként — a mongol szakemberek továbbképzése céljából — módszertani kiegészítést csatoltak.

A csoport április folyamán lényegesen jobb műszaki

feltételekkel kezdte felkészülését az 1968-as terepi mérésekre. A mongol személyi állomány is kedvezőbben alakult, viszonylag kevesebb zavaró tényezővel és jobb gépkocsikkal vonulhattak ki a vízföldtanilag nagyon problematikus Ny-mongóliai területek kutatására.

II.1.4. A Zavhan-Hungij folyók közötti terület Ny-Mongólia középső részén található, mintegy 300 km hosszú, 80 km szélességű hatalmas vízválasztó. A területet É-ről is, D-ről is nagy kiterjedésű homoksivatag — a Mongol Elsz — fogja közre. A vízválasztót — mint a Hangáj hegység legnyugatibb nyúlványát — főleg kambriumi metamorfitek (pala, gneisz, mészkő, granodiorit stb.) alkotják, de a fiatalabb törésekhez kapcsolódva, effuzív kőzetek is előfordulnak. Nagyobb üledékgyűjtők ÉNY-DK irányú törésvonalak mentén alakultak ki. A fő törésekre merőlegesen fiatalabb mozgásokkal kisebb törések, vetők keletkeztek.

Vízföldtanilag az egész térség igen kedvezőtlen. Erre már a területet övező hatalmas és járhatatlan homoksivatag is utalt, amit a terület vízválasztó jellege és a sok eredménytelen fúrás is alátámasztott. Vizet adó kutak csak az említett folyók mentén, azoktól 1–2 km-es körzetben fordultak elő, igen kicsi (20–30 l/perc) vízhozammal.

A kutatásokat négy nagyobb és három kisebb kiterjedésű, egymástól eltérő szerkezetű üledékföldtani egységen végezték, mintegy 1600 km²-es területen. A mérések kivitelezésénél, de főleg az eredmények értelmezésénél sok módszertani probléma adódott. A kutatásokat előnytelenül befolyásolta, hogy a táborhely csak ivóvízzel ellátható területen volt telepíthető, ezért naponta hatalmas utakat kellett (3–4 óra) gépkocsival megtenni a mérések elvégzéséhez. A méréseket három táborhelyről végezték május 15. és október 10. között, földtanilag egymással csak lazán összefüggő 7 területen. Ezen idő alatt geoelektromos VESZ mérés 393 ponton (AB=1000-5000 m), graviméteres mérés 1001 ponton, kb. 1600 km²-en, tellurikus mérés 169 ponton, 750 km²-es területen történt.

Már a mérések elsődleges értelmezése is problémát okozott. Egyes területeken a peremi kőzetekből származó mechanikus üledékek fajlagos ellenállása 100–280 Ωm volt, az üledékek kloritpala kőzetekből álló aljzata viszont 10–60 Ωm-esnek adódott. Zavaró tényezőként jelentkezett a különböző mértékben metamorfizált mészkő (márvány) jelenléte, amelynek fizikai paraméterei (sűrűség, fajlagos ellenállás) alig különböztek az üledékes környezettől. Egyes medencéreszeken ugyanakkor az üledékek paramétereiben 10-szeres változások is előfordultak. (50–500, 20–200, 100-1000 Ωm). A Szevesztej-i nagymedence ÉNY-i részén a „szálban álló” mészkő ugyanabban a tengerszint feletti magasságban negatív, a K-i peremek mészkő kibúvásain pedig nagy pozitív gravitációs anomáliát eredményezett. Előfordult, hogy a mérések kis medencében nagy mélységet, nagy medencében igen kicsi üledékvastagságot jeleztek, azaz a morfológiának a medencével nem volt összehasonlítható kapcsolata.

A medencékben és a mellékvölgyekben a víztárolásra számba jöhető üledékek települése és paraméterei kedvezőek voltak. Az alacsony fajlagos ellenállású aljzatblokkok felett települt rétegek korrelálhatatlansága, az uralkodó ferde rétegezethez és a lencsés szerkezetek vízfeltárással vajmi kevés reménnyel kecsegtettek. Mégis, az elsődleges kiértékelésre alapozva — a viszonylag jobbnak tűnő terü-

leteken — 29 ponton kísérleti jellegű fúrást jelöltek ki. A javasolt területek első- másod- és harmadrendű besorolást kaptak. Ezek a lehetséges fúrások sorrendiségét írták elő.

A téli hónapokban a mérésanyag részletes feldolgozása után összeállított szakjelentésben felhívták a figyelmet a Zavhan-i területek rendkívül rossz, vízre szinte reménytelen földtani viszonyaira. E jelentésben a kísérleti fúrások számának csökkentését javasolták, mivel időközben a harmadrendű területen mélyített 3 fúrásból — bár igazolták a geofizikai értelmezést, — csak egy fúrás adott elfogadható mennyiségű (80 l/perc) ivóvizet.

Kétéves tevékenysége és mérési tapasztalatai alapján az első komplex csoport módszertani összefoglalót készített. Megállapították, hogy a kutatásban alkalmazott módszer-együttes a legváltozatosabb földtani objektumokon is alkalmas vízföldtani információk szerzésére. Olyan területeken is sikeres fúrásokat tudtak javasolni, ahol korábban ezek nem voltak eredményesek. Helyenként a földtani felépítéstől, a kőzetek fizikai paramétereitől függően az egyik vagy a másik geofizikai módszer szerepe túlsúlyba kerülhetett. E módszerek külön-külön nem speciálisan vízkutató eljárások (kivéve a geoelektromos VESZ méréseket) de együtt — különösen a mongóliai környezeti, földtani, és gazdasági viszonyok mellett — még sokáig a legcélravezetőbb és leggazdaságosabb vízkutatói komplexumot jelentik.

II.2. Komplex geofizikai kutatások az 1969-70. években

A mongol fél az előző évek tapasztalatait és eredményeit alapul véve úgy gondolta, hogy meggyorsítja a kedvezőtlen vízföldtani adottságú területek kutatását, ennek érdekében 1969-70-re két komplex csoport felállítását határozták el, az előző évek módszereivel és 5-5 fő magyar szakértő részvételével. Az egyik csoport munkaterületeit a következő két évre Ny-Mongóliában, a sóstavak térségében és a Góbi-Altaj ajmag É-i felében, a második csoport kutandó területeit pedig a Dél- és Közép-Góbi ajmag határvidékének sivatagos, vízszegény zónájában jelölték ki.

Az I. komplex csoport NYITRAI Tibor geofizikusmérnök vezetésével a ny-mongóliai Uvsz ajmagban Dzavhan és Cagánhajrhan szomon térségében kutattak 1969. május 10.–október 20. között. A csoport magyar tagjai FEJES Imre, valamint KÓNYA Albert geofizikus, valamint POLOSTYÁK János és BÍRÓ Gábor technikus voltak. Mindkét terület a hegységek tavak felé eső lejtőjén fekszik, 1100–1300 m tengerszint feletti magasságban, ahol az évi csapadék mennyisége a 100 mm-t sem haladja meg.

II.2.1. A Dzavhan-i területet É-ről, D-ről és Ny-ről övező hegységet ópaleozoós metamorf és magmás kőzetek alkotják, s ezek képezik a medencék aljzatát is. A medencéket kontinentális hordalékok (kavics, homok, agyag) töltik ki, de előfordulnak neogén (agyag, homokkő) tengeri üledékek is.

A geofizikai mérésekkel (főként VESZ-szel) megállapították, hogy a sík felszínű medence középső részén az alaphegységnek egy K-Ny csapású gerince csaknem a felszínig emelkedik. A gerinctől É-ra fekvő medencéresz aljzata erősen tagolt, legnagyobb mélysége 350 m, fajlagos ellenállása alapján (400–800 Ωm) gránit, vagy kambriumi vulkáni kőzet. A D-i medencéresz aljzata DK felé erősen

lejt, mélysége a 600 m-t is eléri. A két medencerész üledékes összletének felépítése eltérő. Az É-i részen jelentős vastagságú 60–80 Ω m-es homok- és több, 150–200 Ω m-s kavicsréteget mutattak ki. A D-i terület aljzatára vastag, 6–12 Ω m-es agyagréteg települ, és csak a felső 50–200 m-ben található nagyobb ellenállású agyagos homok. Víz záró szint az É-i részen a gránit aljzat, D-i medencében az agyag. Fúrásokat olyan pontokon javasoltak, ahol víztárolásra alkalmas réteg és vízzáró feképződésmény van, valamint legalább 10 km² a vízgyűjtő terület. E feltételek betartásával három területen két-két fúrást javasoltak: egy-egy mélyebbet, illetve egy-egy sekélyebbet.

II.2.2. A Cagánhjárhan-i kutatási terület a Hangaj-hegység Ny-i nyúlványán fekvő négy, egymástól kibúvással elhatárolt völgyrendszer. A kibúváások tagolatlan paleozoós metamorfitek és üledékes kőzetek. Az 5–6 km széles, 10–20 km hosszú völgyek lejtőin negyedidőszaki kontinentális üledékeket találunk, igen változatos, helyenként 400–500 m-es vastagságban.

A területen graviméteres és geoelektromos VESZ mérést végeztek. A tellurikus mérések az erős áramtérterzolás miatt nem voltak értékelhetők.

A graviméteres mérések az aljzat mélységváltozásának kvalitatív meghatározása mellett az aljzat kőzetanyagának megismeréséhez nyújtottak segítséget, ugyanis a gránit sűrűsége kisebb, mint a mészkőé. Az egyik völgyben több geoelektromos szelvényen 180–200 m-től lefelé több száz méter vastagságú, 8–10 Ω m-es réteget észleltek. Noha itt gravitációs maximumot kaptak, a vastag, kisellenállású képződésményt mégis egy jól vezető metamorfitnak értelmezték, tekintve, hogy a hordalék összlet ilyen vastag nem lehet.

A területen két fúráspontra jelöltek ki, amelyek maximális mélysége 170, illetve 300 m volt. Víztárolónak a 60–75 Ω m-es agyagos-homokos képződésményt jelölték.

Az I. komplex csoport az 1969. évben összesen 2600 km² területet kutatott meg és értékelt vízföldtani szempontból.

A II. komplex kutatócsoport KIRÁLY Ernő geofizikus irányításával a Dél-Góbi ajmag É-i felén, mintegy 2000 km²-nyi vízszegény, félsivatagi területen végezte 1969 évi kutatásait. A csoport magyar szakértői gárdája BAGI Róbert és REZESSY Géza geofizikus, valamint KARCAG László és CSETNEKI Imre technikus volt.

II.2.3. Mandal-Obó területe a Közép- és Dél-Góbi tartomány határán az időszakos (nyári) Ongín-patak két oldalán elterülő, D felé enyhén lejtő síkság, amelyet ÉNY-on egy lepusztuló hegyvonulat határol. A síkság É-i része gyér füves puszta, D-i része homokbuckás bozótos félsivatag, DNy-i része pedig járhatatlan homoksvatag.

A több részmedencéből álló terület aljzatát, paleozoós metamorf kőzetektől a krétaig terjedő magmás, helyenként effuziomokkal átjárt üledékes kőzetek alkotják, amelyekre fiatal hordalék-összlet települ. A korábbi kutatások a víznyerés két lehetőségére mutattak rá:

- ahol az aljzat 300 m-nél nincs mélyebben, ott az aljzat laza, erodált zónájából nyerhető víz,
- ahol az aljzat mélyebben van, ott a fedő összletben kell alkalmas réteget találni és az odaszivárgó víz utánpótlódási feltételeit tisztázni.

A Mandal-Obó terület kutatásában mind a gravitációs, mind a geoelektromos módszert eredményesen alkalmaz-

ták.

Graviméteres adatokból Bouguer-anomália-térképek, helyenként maradékanomália-térképek készültek. Ezek a megfelelő sűrűségszámítás után, a tellurikus izorarea-térképpel közös értelmezéssel kvalitatíve leképezték a medencealjzat domborzatát. A VESZ mérések értékeléséből földtanilag jól értelmezhető szelvények készültek, amelyek a fedő összlet felépítéséről adtak szemléletes képet.

Komplex értelmezéssel kimutatták a 300 m-nél nem mélyebb medencerészek aljzatát, meghatározták a fedőösszlet belső szerkezetét. A mérések alapján a területet három hidrogeológiai típusba sorolták. Minden típusra kutatófúrást (összesen hetet) javasoltak. Ezek feladata volt tisztázni, hogy melyik területtípus részesíthető előnyben a térség vízellátása szempontjából.

Mindkét csoport az előző évben kialakított módszerrel, határidőre elvégezte a téli feldolgozást és a kutatásokról jelentést adott. Időközben a szakértők szabadságra utaztak. 1970-ben a csoport néhány szakértője kicserélődött. Az I. csoporthoz SAJTI László és GONDA Károly, a II. csoporthoz TABA Sándor és MÉSZÁROS József utazott ki. Az I. csoport vezetője 1970-ben is NYITRAI Tibor, a II. csoporté KIRÁLY Ernő maradt. A kutatási területeket már az előző évben kijelölték, így az I. csoport május 8. október 13. közti időben a Ny-mongóliai Góbi-Altaj ajmagban, a II. csoport pedig Közép-Góbi ajmag DK-i térségében, május 11. és október 17. között végezte vizsgálatait.

II.2.4. Góbi-Altaj ajmag kutatási területe a Csandman és Delger szomonok térségében, az Altaj és Hangaj hegységek D-i előterében lévő, mintegy 1800 km² kiterjedésű medence volt. A peremi hegységek kőzetanyagát devon és kréta mészkő, homokkő, valamint különböző mélységi és kiömlési kőzetek alkották. A medencét harmad- és negyedkori szárazföldi üledékek töltötték ki. A felszínt sivatagos kötőrmelék, helyenként járhatatlan futóhomok fedte.

Mongóliában a 250–300 m-nél mélyebb fúrásból a víztermelés nem gazdaságos, ezért a nagy üledékvastagságú medencékben csak a peremi törmelékűk, vagy a homok-kavics rétegek jöhetnek számításba, ahol a vízzáró réteg minden esetben az agyag. Ilyen helyeken a kristályos aljzat, illetve annak mállott zónája nem játszik szerepet. Ahol az üledékek kisebb vastagságúak, ott az aljzat, vagy annak mállott, repedésszerű felszíne, vagy az aljzatban lévő törések, vetők lehetnek vízre perspektivikus képződésmények.

E térségben az alkalmazott mérésekkel az üledékes összlet és a kristályos aljzat élesen elkülöníthető volt. Megállapították, hogy az üledékek vastagsága az Altaj vonulat közelében igen vastag. Gravitációs számítások szerint az aljzat mélysége az 1000–1400 m-t is elérheti, míg a Hangaj pereménél csupán 50–200 m mély. A nagy vastagságú üledékekben a rémnybeli rétegek kimutatásában a döntő szerepük a VESZ méréseknek volt.

A felszínközeli kristályos aljzatban lévő törések és vetők gravitációs-geoelektromos módszerek együttes alkalmazásával kimutathatók voltak. Ahol a gravitációs Bouguer-anomália és a geoelektromos nagyellenállású aljzat korrelációja megszűnik, ott az aljzat sűrűsége, vélhetően a kőzetanyaga is megváltozik. A töréseknek és az erodált, mállott aljzatzónáknak a pontos helyét szelvény menti gravitációs mérésekkel határozták meg.

A kutatások alapján a medence különböző szerkezeti alakulataira 11 ponton javasoltak fúrást. A fúrások mélyítéséről, s annak eredményeiről visszajelzés a kutatási időszakban nem érkezett. A későbbi években a hírek pozitív vízfúrásokról számoltak be.

II.2.5. Közép-Góbi ajmag DK-i részén, az Ulzijt szomon térségének mintegy 1600 km²-nyi területén a II. csoport kutatott.

A terület lényegében két, egymással párhuzamos, K–NY irányú medence, amelynek a peremeit paleozoós metamorf kőzetek alkotják. Az árokszerű üledékgyűjtőket krétakorú agyagos képződmények és ennél fiatalabb szárazföldi hordalékok töltik ki, helyenként bazalt áttörésekkel.

A kutatást geoelektromos és gravitációs módszerrel végezték. Tellurikus mérés az erős áramtér torzulás miatt itt sem nyújtott értékelhető adatokat.

Az É-i medence VESZ mérésekkel viszonylag problémamentesen térképezhető volt, ugyanis a medencét kitöltő alacsony fajlagos ellenállású (5–7 Ω m) vörösgyag üledékek alól a metamorf aljzat (100 Ω m) fokozatosan a felszínig emelkedett. Az aljzat helyenkénti erős repedezettségére, bontottságára lehetett következtetni ott, ahol annak fajlagos ellenállása 50–70 Ω m közötti volt. A D-i medence-rész aljzatát az elektromos és graviméteres mérések nagyon tagoltnak jelezték, itt több, egymásra merőleges törésvonal volt kimutatható. A VESZ mérésekkel nem lehetett kellő pontossággal meghatározni az egyes aljzatelemek határfeületét, ezért változó behatolási mélységű ellenállás-szelvényezést alkalmaztak. Ezzel, valamint a VESZ és a graviméteres mérések együttesével meghatározható volt a változó mélységű medencealjzat domborzata, és tisztázható volt a vízföldtani értelemben igen fontos vetők, törésvonalak helyzete.

A kutatás megállapította, hogy a medence ilyen földtani felépítése mellett vízre reményteljes fúrásokat csak a medenceperemek közelében, az aljzat repedezett zónáira, valamint a lépcsős vetőkre, törésvonalakra célszerű telepíteni. A mérési adatok alapján a két medence területén 7 ponton javasoltak kísérleti fúrást. Ezek közül néhány a későbbi években mélyített fúrás közepes vízhozammal eredményesnek bizonyult.

II.3. Komplex geofizikai kutatások 1971–73 között

II.3.1. Az 1971. évi komplex mérések K-Mongóliában, Szühebátor ajmag D-i részén történtek az ún. darigangai bazaltplató középső, 2430 km²-nyi területén, TABA Sándor geofizikus-mérnök irányításával. Ez évben a mongol fél visszaállította az 5 szakértővel működő csoport szervezetét. A csoport tagjai PLESZKÁTS Tibor és FEJES Imre geofizikus, BÍRÓ Gábor és CSAPÓ István technikus voltak. Év közben CSAPÓ Istvánt, betegsége miatt, CSETNEKI Imre váltotta fel.

A hatalmas bazaltplató a K-Góbi depresszió és a Tamcagán-i depresszió között helyezkedik el. A szorosán vett kutatási területen felső kréta korú, ún. bainsirei összletnél idősebb kőzetek nem fordulnak elő. A felszínen különböző korú és kifejlődésű bazaltok vannak, amelyek a harmadkor-végi alpi tektogenezzel kapcsolatosak. A bazaltok megközelítőleg takaró jellegűek, a kiömlések párhuzamos hasadékokból származnak.

A bazalttakaró nagyjából vízszintes települése, hólyagos

kifejlődése és felszíni zónájának repedezettsége kedvező feltételeket biztosít a csapadékvíz beszivárgásához, amely az alsó rétegekben akkumulálódhat. A korábbi kutatások csak a plató peremi részére szorítottak. A korábbi lokális geofizikai mérések alapján mélyített vízfúrások (SZABADVÁRY L. 1960) a bazalttréteg vastagságáról, a fekjében lévő kőzetekről nem adtak felvilágosítást.

A terepi mérések viszonylag kedvező feltételek mellett április közepén indultak. Az időszak első felében mágneses és gravitációs mérésekre helyezték a hangsúlyt, hogy a bazalt elterjedéséről és a mélyebb szerkezetekről képet kapjanak. A kutatás második fázisában különböző rendszerű VESZ méréseket végeztek a fúrások helyének kijelölésére.

A komplex vizsgálatok tisztázták Dariganga környékének vízföldtani perspektíváit. Meghatározták a bazalt elterjedésének határait, kimutatták annak települési, szerkezeti és vastagságviszonyait. A kutatások képet adtak a bazalt fekjét képező kőzetek szerkezetéről és a kutatás mélységéig (250 m-ig) az alaphegység helyzetéről is. A kutatás szerint vízfeltárás szempontjából több lehetőség is számításba jöhet:

- ha az alaphegység erősen mállott, vagy töredezett, mélysége kisebb 250 m-nél, s felette törmelékes összlet települ,
- ha az alaphegységi törésvonalak, amelyek felett a bazalttakaró viszonylag nem vastag (max. 100 m), tehát átfúrható,
- ha a bazalttakaró és az alatta települt vízzáró réteg felett van kedvező fajlagos ellenállású réteg,
- ha a bazalt összletek repedezettek, mállottak, üregek,
- ha két bazalttréteg között üledékes réteg települt,
- ha a bazalttréteg felett elegendő vastagágú és kedvező paraméterű üledékek vannak,
- ha a bazaltmentes területen homokos-kavicsos rétegek mutathatók ki.

A felsorolt területtípusok mindegyikére összesen 14 ponton javasoltak fúrást, a legtöbb esetben kísérleti jelleggel. 1972-ben a javasolt fúráspontokon GP mérést is végeztek, amelyek néhány esetben a vízadó szintek lehetséges mélységét módosították. Ugyanebben az évben három különböző szerkezettípuson fúrást mélyítettek, amelyek kivétel nélkül alacsony vízhozamot (0–15 l/perc) eredményeztek. A sikertelenség miatt a terület nagy részét meddőnek nyilvánították, a többi részén újabb kutatásokat javasoltak, főleg a vékonyabb bazalttakaró alatti összletek kimutatására.

II.3.2. A komplex geofizikai csoport 1972. évi kutatási területét a K-mongóliai Szühebátor ajmag É-i részén jelölték ki. A csoport tudományos-műszaki irányítását PLESZKÁTS Tibor vette át, aki az előző évi Dariganga-i csoportban a geoelektromos mérések kiértékelését végezte. A csoport tagjai DUDÁS József geofizikus, valamint BÍRÓ Pál, HORVÁTH Ferenc és DUSCHEK Vilmos technikusok voltak.

A kutatási terület a rögös és erodált felszínű K-mongóliai fennsíkon helyezkedik el, átlagosan 1100 m tengerszint feletti magasságban. A 2030 km² kutatási terület szerkezetét ÉK–DNY csapású törésvonalak határozzák meg. A törések különböző földtani felépítésű pászttakat határoznak meg, amelyek egyenként 3–10 km szélességűek. Az egyes pászttak aljzatát paleozoós gránitok, karbon-perm



Homok homokkal

porfiritek, alárendelten jura-korú andezitek és konglomerátumok alkotják. A depressziós pászttokban a krétánál idősebb képződmények a mélybe süllyedtek, s a részmedencéket több száz, helyenként ezer métert meghaladó vastagságú alsó kréta összlet töltötte ki.

A kutatást — az előző évhez hasonlóan — gravitációs, földmágneses és geoelektromos módszerrel végezték, két fázisban. A komplex értelmezésben felhasználták az szovjet kutatók GP méréseit is.

Az átnézetes kutatással a vízkutatás szempontjából kedvező területeket különítették el a reménytelen zónáktól. A részletes kutatási fázisban már a kútkitűzés szempontjai kerültek előtérbe. Vízföldtanilag kedvezőtlen volt minden gránit-porfirit-andezit kibúvás (150–1000 Ωm), és a medencék középső részét kitöltő alsó kréta agyagos összlet (5–10 Ωm) is.

A mérések kedvező hidrogeológiai felépítést jeleztek a medencék peremrészein, a gránit-porfirit aljzat leszakadásainál. Ahol az aljzat 150–200 m mélységben volt és a fellette települt üledékösszlet fajlagos ellenállása 20–60 Ωm , ott több porózus rétegre lehetett számítani. Kedvezőnek ítélték a víznyerési lehetőségeket a porfirit-gránit képződmények kibúvásainak köztes völgyeiben, ahol az aljzatra 20–80 m vastagságú, 30–60 Ωm -es homokos, durva törmelékes összlet települt.

A részletes kutatásokra alapozva, a vizsgált területen 12 fúrást javasoltak, amelyekből 6 pontot kellő vastagságú törmelékes üledékkel kitöltött völgybe, 6 fúráspontra pedig a medencék peremi részein elosztva jelölték ki. A javasoltak közül négy helyen a kutatást követően fúrást mélyítették. Ezek mindegyike eredményes volt, külön-külön 250–500 l/perc vízhozammal.

E kutatás kapcsán kell megemlíteni, hogy magyar kuta-

tók először alkalmazták a gerjesztett polarizációs eljárást a mongóliai vízföldtani vizsgálatokban. A magyar csoportnak sem műszere, sem a módszer alkalmazásához értő szakértője nem volt, ezért kérésükre a közelben (ÉK-Mongóliában) dolgozó szovjet csoport három javasolt fúráspontra térségében végzett GP mérést. A VESZ mérés alapján a 20–50 Ωm -es összletre kitűzött fúrásokon a polarizálhatóság értéke $P=2-4\%$ között változott, ez az érték a gyakorlati tapasztalatok szerint a lehatolás mélységéig több porózus réteget valószínűsített. A fúrások agyagos-kavicsos, murvás réteget tártak fel, igazolva a GP módszer alkalmazhatóságát is.

II.3.3. A komplex geofizikai csoport 1973-ban szintén a K-Mongóliai Szühebátor ajmagban, annak legdélibb — Kínával határos — övezetében, Ongon és Naran szomonok térségében, homokbuckás-félsivatagi területen végezte kutatásait. A csoport vezetője DOBROVOLNI Károly geofizikus, tagjai DUDÁS József geofizikus, BÍRÓ Pál, DUSCHEK Vilmos és HORVÁTH Ferenc technikusok voltak.

A kutatási területnek nem voltak peremhegységi keretei. A méréseket úgy tervezték, ahogyan azt egy üledékkel fedett medence vizsgálata megköveteli. Előbb közel egyenlő állomásközü és felderítő jellegű graviméteres és földmágneses mérést végeztek, megközelítően azonos pontokon és számban (1126, ill. 1174). A kedvezőnek ítélt területrészeket részletező VESZ mérést végeztek szelvények mentén, 451 ponton. A mérési anyag értelmezését elősegítette három értelmező fúrás, amit az előzetes értékelés alapján a területen mélyítették. E fúrások azt jelezték, hogy a jelentős vastagságú kréta korú, ún. „cagancabi” medenceüledékek kedvező fajlagos ellenállású porózus rétegeket tartalmaznak. A kutatási eredmények alapján a legkedvezőbbnek ítélt területeken, valamint a címben is

szerelő szomonok közvetlen területén — összesen 13 ponton — vízfeltáró, illetve egyes pontokon kísérleti jellegű fúrást javasoltak. Részben a kutatás időszakában, részben a következő években 7 eredményes (50–100 l/perc) fúrást mélyítettek a területen.

Az 1973. évi kutatásokkal a mongóliai geofizikai tevékenységünk egy igen értékes és eredményes fázisa lezárult. A három expedíciós ciklus 7 éve alatt az ELGI-nek 9 komplex csoportja 14 különböző földtani felépítésű, kb. 15 000 km²-nyi területen végzett kutatásokat. E területeket vízföldtani szempontból minősítették és 115 helyen fúrást javasoltak. Ezekből 1974-ig bezárólag 42 ponton mélyítettek fúrást, közülük 36 adott leendő ivóvizet, ami 86%-os eredményességnek felel meg.

A néhány számadattal jellemzett kutatási eredményeken túl, a komplex csoportok működése során megteremtődtek a mongol vízkutató geofizikus szakképzés elméleti és gyakorlati feltételei. Az első években a csoporthoz technikusként került mongol fiatalemberek közül három a budapesti, három pedig a szovjet egyetemeken geofizikus vagy hidrogeológus szakon diplomát szerzett. A csoportnál dolgozó középiskolai diákok közül tucatnál több azok száma, akik a hétéves időszak után viszonylag elfogadható minőségű technikai-észlelői munkát tudtak végezni.

A mongol szakemberek számában és szakmai fejlődésében bekövetkezett kedvező változások, valamint az a tény, hogy a 70-es évek elejéig a mongol vízgazdálkodási szervezetek 15-20 geofizikai berendezést (főleg geoelektromos műszereket) vásároltak a magyaroktól (ELGI-től), s a terepi kutatások során ezen berendezések kezelésében jelentős gyakorlatra tettek szert, a Vízgazdálkodási Minisztérium felügyelete alatt létrejöhettek egy mongol geofizikai-hidrogeológiai kutatóbázis. A mongol vízügyi hatóságok ezután arra az álláspontra helyezkedtek, hogy a kutatásokat a további években saját szakemberekkel végeznék, amihez a KGST forrásait vennék igénybe. Kutatásaikhoz magyar geofizikusokat „szaktanácsadói” minőségben alkalmaznának. Mi ezt a megoldást nem tudtuk elfogadni. Jól ismertük ugyanis a különböző gazdasági területeken Mongóliában működő szovjet szaktanácsadók áldatlan helyzetét, valamint a jó szándékú, de többségükben „bimbózdó tehetségű”, kényelmességre viszont igencsak hajlamos mongol szakemberek dinamizmusát. Ezért az ilyen szervezeti keretek között végzendő vízföldtani kutatásban, geofizikai szaktanácsadói minőségben — az előre látható szakmai ellehetetlenülés miatt — nem vehettünk részt.

Viszont az 1967–73 közötti kutatási gyakorlat sem volt már tartható. Az esetek többségében ugyanis a geofizikai kutatásokat csak 2–3 éves késéssel követték (ha követték) a fúrások, olyan időben, amikor a méréseket végző szakemberek már nincsenek a helyszínen. Ezért sok téves értelmezés, esetenként jó szándékú hamisítás (fúrásponthelyezés) és ezek eredményeként számos ellenőrizhetetlen meddő fúrás fordult elő. Ezeket kiküszöbölendő, olyan komplex kutatócsoport szervezését javasoltuk, amit egy önálló fúróberendezéssel és hidrogeológussal egészítenének ki. Az ilyen kutatócsoport a működése idején ki tudja választani a víztermelésre legjobb szerkezeteket, sőt 1–2 kutatófúrás termelő kúttá is kiképezhet. A kutatási eredmények ilyen módon nem évülnének el és hatékonyságuk többszöröse nővekedhetne.

A komplex bővítésre vonatkozó javaslatunkat a Mongol Vízgazdálkodási Minisztérium nem fogadta el. Ennek következtében a magyar geofizikának a közvetlen vízkutatásban betöltött szerepe fokozatosan csökkent, de mielőtt megszűnt volna, megszerveződött Mongóliában egy olyan komplex vízkutató expedíció, amely betetőzte a magyar geofizikusok sok szakmai sikert hozó tevékenységét.

II.4. Komplex vízkutatás az Unegetin-i medencében 1974–75-ben

A 60-as években egy mongol–szovjet földtani kutatócsoport Mongólia D-i részén, Cagan-Szuburga néven híressé vált területen, nagy kiterjedésű réz- és molibdénérclelőhelyet fedezett fel. A részletesebb kutatás után — mivel az érckészlet hatalmas mennyiségűnek ígérkezett — felmerült a bányanyitás lehetősége is, ez azonban két alapvető problémát vetett fel: a szállítás és a vízellátás kérdését. A lelőhelyhez legközelebbi és egyetlen szállítási útvonal, az Ulánbátor–Peking vasút, körülbelül 200 km-re van. A bányára és ércdúsító, valamint a kapcsolódó infrastruktúra működéséhez minimálisan 1 m³/s vízmennyiségre lenne szükség. Ez utóbbi probléma megoldásába kapcsolódott be az a magyar–mongol komplex hidrogeológiai expedíció, amelynek derékhadát az ELGI geofizikusai alkották.

A lelőhellyel szomszédos medencében 1967–68-ban egy szovjet geofizikai-hidrogeológiai csoport (I. VASZILJEV és A. N. FOMINA) már végzett vizsgálatokat, de kutatási eredményeik a szükséges vízmennyiség töredékét sem prognosztizálták. Ezt követően a 70-es évek elején egy magyar és egy japán vízépítő mérnökökből álló tervezőcsoport azt a feladatot kapta, hogy egymástól függetlenül készítsenek műszaki-pénzügyi tervezetet olyan vízvezetékrendszerre, amely az É-mongóliai Herlen folyó vizét hozná a 650 km-re lévő ércmezőre. Munkájukat a tervezők be sem fejezték, de már kitűnt ennek a világon egyedülálló vezetékrendszernek a képtelensége és rendkívüli költségsége (500 m-es szintkülönbség, átemelőrendszerek, 80 °C évi hőmérséklet-különbség, a folyó 5 hónapig fenékgig fagyott stb.). A Mongol Geológiai Minisztérium ezért úgy határozott, hogy a vízvezetékrendszer költségeinek töredékéért, az érclelőhely szomszédságában elterülő, ún. „unegetini medence” mintegy 4500 km²-nyi területén végezzenek egy széleskörű komplex vízkutatást, a felszíntől az 1000–1600 m mélységben várható aljzatig, megvizsgálva a víznyerés és feltárás minden lehetőségét és problémáját.

A medence a Góbi-sivatag középső, agyagos-köves zónájában fekszik, átlagos tengerszintfeletti magassága 1000 m. Éghajlata igen szélsőséges, nyáron nem ritka a +40 °C feletti, télen pedig a –40 °C alatti hőmérséklet. Rendkívül gyéren lakott a térség, állatvilága viszont gazdag. Évi csapadékmennyisége nem éri el a 100 mm-t, ami általában júliusban esik le. A felszín nagyobb része járhatatlan, homok-agyag-kőbuckás sivatag.

A geológiai-éghajlati viszonyok miatt a rendkívül bonyolult és kritikusként tűnő kutatás kivitelezésére a mongol Geológiai Minisztérium 1973 őszén elvi megállapodást kötött a magyar Központi Földtani Hivatallal. A megállapodás alapján a hosszúlejáratú hitelkeret terhére, magyar szakértői irányítással *Magyar–Mongol Hidrogeológiai Csoport* néven a Geológiai Minisztérium felügyelete alá

tartozó *Topo-Geofizikai Expedíció* keretében a kutatást 1974-ben megkezdték.

A kutatást a KFH felügyelete mellett az ELGI fővállalkozóként szervezte és irányította. Ebben a minőségben részt vett a szerződés előkészítésében is. A kivitelezésre vonatkozó külkereskedelmi szerződés alapján a magyar fél biztosította a mérnöki és technikai szakgárdát, a kutatás műszereit és minden műszaki felszerelést. A mongol fél a szakértőknek biztosítja Ulánbátorban a lakást, a terepi kutatásokhoz a gépkocsikat és a tábori felszerelést, valamint néhány mérnököt, technikust és a teljes kiszolgáló személyzetet.

A szakértői csoportot a tél folyamán az ELGI összeállította, a műszerek, gépek és más műszaki felszerelések előkészítését, kutatási anyagok beszerzését elindította, kiszállításra felkészítette. A mongóliai tervezési és szervezési munkák elvégzésére 1974 márciusában NEMESI László geofizikus, tudományos főmunkatárs vezetésével SZENTIRMAI László hidrogeológus, MAJKUTH Tamás és DOBROVOLNI Károly geofizikus Ulánbátorba utazott.

A kétoldalú szerződés ugyan tartalmazta az összes lényeges adatot, a lemérendő fizikai egységektől a kutatás végrehajtásához szükséges személyi és műszaki feltételekig, de Mongóliában ez kevésnek bizonyult. A csoportot a korábban már említett Topo-Geofizikai Expedíció egyik alcsoportjaként kellett megszervezni, az ott érvényes rend és munkamódszer betartásával. Ebben az intézetben pedig mindent a szovjet előírások határoztak meg, így a kutatási terv készítésének módját is!

Terepszemle nélkül kellett leírni a terület geológiáját, állat- és növényvilágát, éghajlatát, gazdasági életét stb. Részletezni kellett, hogy milyen módszerrel dolgoznak, milyen műszerrel mérnek, hogyan végzik a feldolgozást stb. A szovjet normakönyvek több száz táblázatából kell kiválasztani, hogy egy-egy módszerrel, adott szélességi körök térségében és időjárás viszonyok között gépkocsival vagy gyalog hány pontot (km-t) lehet lemérni az év különböző hónapjaiban, ha a felszín homokos, kavicsos, mocsaras stb. Ezután az odavonatkozó táblázatokról ki kell olvasni, hogy az adott pontszám leméréséhez hány mérnök, technikus, munkás, gépkocsivezető, számoló, rajzoló, mennyi gépkocsióra, üzemanyag stb. tartozik. Türelmes munkával 160 oldalas terv készült, amelyet kiadtak bírálatra szovjet szaktanácsadóknak. A bírálók véleményét természetesen a hivatali tisztséget betöltő mongol geológus, geofizikus, geodéta, könyvelő, adattáros, műhelyfőnök, rajzoló-gépiró, csoportvezető mondta el, egy nagy nyilvánosság előtt megrendezett terv-védési ceremónia keretében. Tehát terv már volt. Indulhat a kutatás! Vagy mégsem?

Bizony nem! Már április végén járt az idő, néhány kivellettel kértek a magyar technikusok és műszaki szakemberek is. Személyi poggyászként magukkal hozták a kényesebb és értékesebb műszereket (graviméterek, magnetométerek, teodolitok, Ge-25 típusú ellenállásmérő, rádióadó-vevők stb.) és kutatási anyagokat, amelyekben szállítás közben a szibériai tél még kárt is tehetett. Időközben megérkezett a Szovjetunióból rendelt kabinos szeizmikus műszerkocsi, amit a magyar műszerfejlesztők életre keltettek. A kutatási felszerelésnek 64 ládába csomagolt nagyobb része — egy teljes négytengelyes vagon — ami április elején indult Budapestről, még május 10-én sem érkezett meg! Illetve megérkezett a vagon, de azt az ulán-

bátori teherpályaudvar külső vágányán azért tartóztatták fel, mert nem egyeztek a fuvarszállítmány vasúti és vámokmányai, no és a címzett sem (Sztrojexport-Kompleximport?) Eme fontos dolgok tisztázódása után újabb napok teltek el, amíg az összes láda tartalmát összehasonlították a konszignációkkal, és a mongol külkereskedelmi vállalat igazolta az átvételt. Ezután még a Geológiai Minisztériumnak is át kellett vennie a szállítmányt, amelyből 60 ládát (4 láda részben eltűnt, vagy Ulánbátorban maradt) azonnal a terepre, az időközben épülő táborehelyre szállították.

A terepi indulást ezután már csak a gépkocsik és a munkások hiánya akadályozta. Az előbbiekből a tervben előírtaknak csak harmada volt meg, a munkásokkal pedig meg kellett várni az iskolaév végét. Ugyanis középiskolai diákokból verbuválták össze azt a 20–25 embert (a 80 helyett), akik hajlandóan mutatkoztak a munkára.

Ilyen előzmények után, 1974. július 1-én 40 °C-os melegben érkezett a Budarin Csulu nevű sziklataréj szelvényé-kába telepített táborba a 16 magyarból és kb. ugyanennyi mongolból álló csoport alapszemélyzete, egy új szeizmikus műszerkocsival és 4–5, alig mozgásképes gépkocsival. A csoport munkája azonnal megkezdődött.

Hazai fogalmakkal mérve itt szinte minden ismeretlen volt. Induláskor csak egy 1:2 500 000 méretarányú geológiai, hasonló hidrogeológiai, valamint 100 000-es topográfiai térképek és légi fotók álltak rendelkezésre. Ezek felhasználásával, valamint a terepbejárásokkal és néhány gyors geofizikai mérés segítségével a csoport geológusa, hidrogeológusa, geodétája 1:100 000-es kézi használatú földtani-topográfiai térképet készített. A terepi munka úgy indult, hogy a mintegy 4500 km² területen gépkocsival K–Ny irányú nyomokat tapostak ki a feltételezett nagyszerkezeti irányokban. Ezekre merőlegesen, 2,5 km közökkel telepítették a kutató-szelvényeket, úgy, hogy az utak és a szelvények kereszteződésében beástak egy-egy vascsövet, amelyekre felfestették a szelvény számát. A szelvényekben a kocsinyomot figyelve lehetett közlekedni, ezen belül az 500 méterenként lerakott számozott karók nyújtottak támpontokat valamennyi méréshez. A terepi munkában a kutatási-topográfiai-geológiai kézi térképek, vázlatok használata a csoport minden tagja számára kötelező volt, mert ezek biztosították a kutatás egyértelműségét és megóvták az egyes embereket az eltévedéstől.

A kezdeti problémáktól eltekintve a geofizikai mérések, valamint geológiai-hidrogeológiai észlelések október elejéig viszonylag jól haladtak. A rendelkezésre álló személyi állomány és az idő ésszerű felhasználásával a terület 70 százalékán, több mint 1200 ponton végeztek áttekintő graviméteres és földmágneses mérést, 220 ponton tellurikus mérést. A mélységviszonyok becslésére 40 ponton nagymélységű geoelektromos szondázást és 90 km szelvényhosszban szeizmikus refrakciós mérést végeztek.

A kiegészítő 200 000-es földtani térképező megfigyelések, a geofizikai mérések és az elvégzett paraméterfúrások alapján megállapították, hogy az Unegetin-i depressziót jelentős vastagságú mezozoós-kainozoós terrigen üledékek töltik ki. A medence bonyolult, töréses-blokkos felépítésű, 600–1500 m mélységű aljzatát paleozoós gránit, effuzív andezit és bazalt, valamint üledékes agyagpala alkotja. A medenceüledékek nagy része kréta időszakban keletkezett, amelyekre 100 m-t alig meghaladó vastagságú

negyedidőszaki törmelékes üledékek települnek. Geofizikai paraméterek szerint az alsó kréta (dzunbajani) rétegsor agyagos kifejlődésű. A felső kréta (szajnsandi) összletben számos homokos-kavicsos, homokkőves réteg fordul elő. Várhatóan ezek a medence leginkább perspektivikus víztároló összletei. Az október elején beköszöntött hideg időjárás a terepi kutatómunkát nagyon visszavetette. A sorozatos gépkocsihibák, és az egyre gyakoribb megfázásos betegségek miatt október derekán a terepi munkát beszüntették, s néhány táborór kivételével a csoport beköltözött a fővárosba. A szakértők nagyobb része szabadságra ment.

A kutatás első évének szakmai összefoglaló jelentését, a szovjet szaktanácsadók sugallatára, a minisztérium kedvezőtlenül értékelte. Bár elismerte és pozitív eredménynek tartotta a magyar szakembereknek a medencéről készített áttekintő és reménykeltő vizsgálatait, de mert nem tartották be a SZUSZN, a szovjet állami szabvány előírásait (amelynek feltételei nem is voltak meg!), a jelentést kritikával fogadták el.

Az 1975-ös év a kutatás számára kedvezőbb előjelekkel indult. A tél folyamán a magyar szakértői gárda néhány tagja kicserélődött és a csoport szakmailag is erősebb lett. A hidrogeológusi munkakört BOGNÁR Ernő, a geoelektromos észlelések irányítását TÓTH Csaba vette át. A csoport munkahangulatát csak fokozta PETŐ István hivatásos szakács megjelenése, aki a Góbi viszonyai között is európai szintű konyhát szervezett és kiváló étkezést biztosított a sivatagi antilop- és tevehús alapanyagokból. Rövid ideig részt vett a kutatásban HOBOT József tudományos főmunkatárs is, aki az év nagyobb részében a Nemzetközi Földtani Expedíciót előkészítő Szervezőbizottság tagjaként dolgozott.

A mongol fél, pontosabban a Topo-Geofizikai Expedíció vezetősége 1975-ben derekasan kitett magáért. Az első évekhez viszonyítva most szinte mindent megadott az eredményes terepi munkavégzéshez. Vadonatúj UAZ mérőkocsikat, Gaz-66 típusú terepjárókat, fűróberendezéseket és mélyfűrészi eszközöket, áramfejlesztőket, elegendő üzemanyagot és nem utolsósorban megfelelő képzettségű szakembereket és segéderőket biztosított a kutatás számára. A mongolok irányítását egy középkorú, nyelveket beszélő intelligens emberre bízták, aki a tudományos-műszaki vezetővel az esetek többségében harmonikusan együtt tudott működni.

A csoport tehát viszonylag jó feltételekkel kezdte meg a terepi kutatást május első napjaiban. A munka első fázisában gravitációs és tellurikus sűrítő mérésekkel pontosabbá tették az áttekintő térképeket. Ezek eredményeként megállapították, hogy a teljes kutatási területen 11 részmedence van, azok többségében az aljzat mélysége alig több 1000 m-nél. A graviméteres és a VESZ mérések pozitív korrelációja alapján megállapítható volt, hogy az aljzat sűrűsége és fajlagos ellenállása egyaránt nagy. A földmágneses mérések arra hívták fel a figyelmet, hogy a kutatási terület K-i medencéiben jelentős vastagságú vulkáni képződmények vannak. A medencénként néhány ponton végzett nagy mélységű geoelektromos dipól és VESZ szondázások a kréta korú üledékes összletben több nagyellenállású réteget mutattak ki, amelyek egyaránt értelmezhetők voltak homok- vagy kavicsrétegeknek, de vulkáni kőzetnek is. A bizonytalanságot a részletező szeizmikus refrakciós mérések oldották fel. A felszíni kibúvásokon végzett mérések

azt jelezték, hogy a paleozoós andezitekben a hullámok terjedési sebessége 6000 m/s, a mezozoós bazaltokban 4000 m/s, míg a szintén mezozoós (kréta korú) laza medence üledékekben alig több 2000 m/s-nál. Mindhárom kőzetösszletben az átlagos fajlagos ellenállás értéke 60–80 Ω m között változott. Az értelmezést fúrásokkal, ill. fúrómintákkal, valamint karotázs mérési adatokkal ellenőrizni lehetett.

Több más kísérleti mérés (GP és hálózatsűrítő gravitációs mérés) és hidrogeológiai megfontolás alapján már kiválasztható volt, hogy melyek azok a Cagan-Szurburgához legközelebbi kisebb medencék, amelyekben jelentős vastagságú porózus rétegek települnek, de vulkánikus képződmények nincsenek. A további geofizikai mérések már ezekre a területekre összpontosultak. A geoelektromos szondázásokat 2,5x2,5 km-es hálózatra sűrítették, és a szeizmikus szelvények számát is növelték. Az elsődleges értelmezés után e területekre néhány kísérleti fúrás mélyült 150, illetve 300 m mélységig. Az egyik 300 m-es fúrást kúttá képezték ki. Néhány réteg szűrőzésével a készletszámításhoz szükséges ötnapos próbaszivattyúzás után több mint 1000 l/perc vízhozamot mértek. E vizsgálatokat felhasználva már megszerkeszthetők voltak azok a szelvények és térképvázlatok, amelyeken kijelölték a perspektivikus vízáradó összletek kiterjedését, mélységét, egyes esetekben a rétegek vastagságát is. A geofizikai, hidrogeológiai és vízkészlet-számítási adatok komplex értelmezése alapján, az 1975. évi terepei munkák záró aktusaként mintegy 30 ponton vízfúrást javasoltak. Az előzetes számítások szerint a javasolt fúrásokkal biztosítható volt a projektben megjelölt 1 m³/s vízmennyiség.

A csoport október derekán a kutatásokat befejezte, s a tábor fokozatos leépítése után, október végéig Ulánbátorba költözött, ahol megkezdődött a kutatási anyag részletes feldolgozása és dokumentálása. A műszakiak megjavították a meghibásodott műszereket és felszereléseket, s a szerződés szerint — a graviméterek kivételével — átadták azokat a mongoloknak. Ezt követően a szakemberek egy része fokozatosan hazautazott, csak a zárójelentés elkészítésében érdemben közreműködő kutatók maradtak Ulánbátorban. A jelentés április végére elkészült, amelynek átadása — a tervvédéshez hasonló procedúra keretében — 1976. május első napjaiban megtörtént.

Ezzel lezárult egy nehéz, sok jó és rossz tapasztalattal bővelkedő, a szó valódi értelme szerint is igazi komplex kutatás, ahol minden eredmény a geológus, geofizikus, hidrogeológus szakértők, a műszaki és a kiszolgáló segéderők korrekt szakmai együttműködésével született meg.

A kétéves kutatás magyar geofizikai, földtani és műszaki szakértői a következők voltak: NEMESI László tudományos-műszaki vezető 1974-75-76, MAJKUTH Tamás geofizikus 1974-75-76, DOBROVOLNI Károly geofizikus 1974, TÓTH Csaba geofizikus 1975-76, SÉDY Loránd geofizikus 1975, BOGNÁR Ernő hidrogeológus 1975-76, PÁLMAI József geológus 1974, SZENTIRMAI László hidrogeológus 1974, BÍRÓ Pál geofizikus-technikus 1974, BÁTORI István geofizikus-technikus 1974-75, GRIMM Lajos geodéta-technikus 1974-75, FORRÓ Nándor geofizikus-technikus 1974-75, CSAPÓ István geofizikus-technikus 1974-75, PÁLFALVI Károly geofizikus-technikus 1974-75, POLOSTYÁK János geofizikus-technikus 1974, GERE BEN

Ferenc villamosmérnök 1974-75, LEMÁK János gépkocsiszerelő 1974, KROKOVETZ András szakács 1974, szerelő 1975, PÉHM József geofizikus-technikus 1975, BAKÓ József geofizikus-technikus, 1975, PETŐ István mesterszakács 1975-76.

A kutatás végkövetkeztetései mintegy 3000 graviméteres, 2000 földmágneses, 650 tellurikus mérés, 500-nál több geoelektromos egyenáramú VESZ (AB=1600, AB=4000) és dipól szondázás, valamint 400 km szeizmikus refrakciós és mintegy 10 km reflexiós szelvény adatain nyugszanak. Minden kutató, műszaki és más szakember, aki e munkában részt vett, talán élete legszebb szakmai sikerének és kalandos élményének tekintheti ezt az embert próbáló kirándulást a barátságosan Góbi sivatagban.

Mongóliában a Dél-Góbi terület komplex megkutatásával a magyar geofizikusok által a felszín alatti víztároló üledékek és a víznyerés szempontjából perspektivikus, de változó felépítésű földtani szerkezetek kimutatására irányuló vizsgálatok befejeződtek. A mongol vízgazdálkodás irányítói e hatalmas ország további vízföldtani kutatásait 1975 után a KGST erőforrásaira és annak néhány szakértőjére támaszkodva, de nagyobb részben a magyar geofizikusok által kiképzett mongol szakemberekre alapozva kívánták folytatni. Ebben a szervezeti felállásban tervezett kutatási tevékenységben a korábban már leírt okok miatt magyar geofizikusok nem vehettek részt.

Geofizikusaink 1957-től kezdődően 1975-ig, tizenkilenc éven át változó szervezésű és felszereltségű expedíciókban, esetenként heroikus erőfeszítések mellett igen eredményes munkát végeztek. Feladatukat nem egyszer kifejezett szakmai bravúrral, világszínvonalon oldották meg. A 2000-

nél több (itt nem közölhető) dokumentáció alapján a munka eredménye egyetlen mondatban összegezhető: 500-nál több vízáadó kút létesítése és 20 000 km²-nyi földtanilag bonyolult terület komplex geofizikai kutatása, valamint vízföldtani értékelése.

A kutatásokban részt vett szakemberek és munkájukat támogató magyarországi és mongóliai segítők büszkék lehetnek arra, hogy tevékenységük igaz humanitárius feladat megoldására irányult: biztosítaniuk kellett a mongol lakosság százezreinek és a mongol nemzet létalapját biztosító állattenyésztéshez szükséges víz felkutatását.

* * *

Tanulmányunk összeállításához felhasználtuk a kutatókban részt vett irányító geofizikusok által készített szakjelentéseket, esetenként rövid hivatkozásokkal is éltünk. E jelentések szerzőinek e helyen tiszteletteljes köszönetünket fejezzük ki. Megkülönböztetett köszönettel tartozunk FEJES Imre, KIRÁLY Ernő kollégáinknak és kiemelten NEMESI Lászlónak, akik összeállításunkat sajátos humorú írásos anyaggal gazdagították.

A szerzők e helyen jelzik, hogy további társszerzők bevonásával folytatják a későbbi — 1975 utáni — mongóliai geofizikai kutatások ismertetését. Ennek keretében kívánják közreadni a Földtani Térképész Expedíciókban, az Ércindikációk Revíziós Kutatásaiban és a Nemzetközi Földtani Expedícióban végzett geofizikai kutatások történetének összefoglalását.

Hobot József, Zsille Antal

HÍREK, BESZÁMOLÓK

STEGENA LAJOS-EMLÉKNAP

STEGENA Lajos professzor, az Eötvös Loránd Tudományegyetem nyugalmazott egyetemi tanára 1997-ben hunyt el. Sok évtizedes tanári és tudósi munkássága során a földtudományok nagyon széles skáláját művelte és tanította a szeizmikától a lemeztektonikáig, a geotermikus kutatástól a térképtudományig, a geokémiától a planetológiáig, s ezen a nagyon széles skálán egyetemi hallgatók és fiatal kutatók generációi — geofizikusok, geológusok, térképészek — kaptak tőle indítást, pályát meghatározó ötleteket, amiért is bizvást állíthatjuk, hogy amit ő elkezdett, tovább épül tanítványainak keze nyomán.

Erre a széles ívű tudósi pályára emlékeztünk a Stegena Lajos-emléknapon, amelyet a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaság közösen rendezett 1998. november 20-án a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet konferenciatermében. A rendezők számára természetes volt, hogy egy ilyen esemény úgy lehet méltó STEGENA professzor emlékéhez, ha azt — mint résztvevő, ha jelen lehetne — ő maga is élvezné. *Ő maga gondolatébresztő tudományos előadásokat várna, nem róla szóló nekrológokat* — ezzel a mottóval nyitotta meg az emlékülést MESKÓ Attila akadémikus. Az előadókat a rendezők azokról a szakterületekről hívták meg, amelyek STEGENA professzor munkásságának középpontjában álltak, és amelyeken szoros együttműködést folytatott barátaival, tanítványaival határainkon innen és túl.

Az első előadó, POSGAY Károly (ELGI) a közép-magyarországi tektonikai vonal és a Szolnok–Máramaros flis zóna kapcsolatáról beszélt, mondanivalóját arra a tektonikai elméletre építve, melyet STEGENA Lajos munkatársaival több mint húsz évvel ezelőtt dolgozott ki a Pannon-medence mezozoós magjának kialakulásáról (STEGENA, GÉCZY, HORVÁTH 1975). A medence afrikai és európai eredetű részei közti határ, a közép-magyarországi tektonikai vonal feltehetőleg az alföldi flis zóna közelében húzódik, de mélységi szerkezetük kevésbé ismert. E két szerkezeti elem szoros kapcsolatát bizonyította az előadó litoszféra-kutató szeizmikus szelvények kiértékelésének bemutatásával. A szelvények a kéregtől harántoló és a kéreg alá nyúló több mint 10 km széles nyírás zóna jelenlétét igazolják éppen a flis öv alatt.

Rolf MEISSNER, a kieli egyetem tanára a litoszféra reológiai és szeizmológiai szerkezetének összefüggéseit mutatta be, az elméletet észak-amerikai, tibeti, skóciai, alpi példákkal illusztrálva. Törészónák és földrengések csak a kéreg és a litoszféra ridegebb rétegeiben fordulhatnak elő, a plasztikus megfolyásra hajlamos zónákban nem. Hogy egy adott réteg e tekintetben milyen tulajdonságú, azt anyagi összetétele és a hőmérséklet befolyásolja elsősorban, ezért

például a szeizmicitás mélybeli eloszlásából a hőmérsékletmenetre is lehet következtetni.

Rudolf GUTDEUTSCH professzor (Bécsi Egyetem) azt az izgalmas kérdést feszegette, hogy hogyan lehet régi földrengések paramétereit megbízhatóan meghatározni történeti források leírásainak kritikus elemzésével. A forrásmunkák adatait a legkülönbözőbb hibák terhelhetik attól függően, hogy a forrásmunka szerzője térben és időben mennyire volt távol a leírt földrengéstől, illetve kitől vette információit. Az előadás példát mutatott be arra, hogy módszeres kritikai vizsgálatokkal mégis használható intenzitásértékeket tudunk megállapítani évszázadokkal ezelőtti rengésekre is.

Bruno D'ARGENIO (Nápolyi Egyetem) témája a biosztratigráfiai időskála felbontóképességének elégtelensége és a földtani kormeghatározás finomításának szükségessége volt. A biosztratigráfiai skála pl. a mezozoikum és a korai harmadkor idején legjobb esetben 100 000 éves felbontást tesz lehetővé, holott egy ekkora időintervallumon belül is sok minden történhet a Föld életében (klímaváltozások, euszatikus tengerszint-ingadozások), amelyek az üledékképződést erősen befolyásolják, sőt jelentős szedimentációs hiányokhoz vezethetnek. Szükség lenne a skála finomítására olyan hiánymentes rétegsorok vizsgálatával, amelyeken rövidebb periódusú változások, pl. a Föld orbitális paramétereinek (pályaeccentricitás, inklináció) ciklikus változásából fakadó klíma- és szedimentációs ingadozások is jól dokumentálható nyomokat hagytak. D'ARGENIO professzor délolaszországi sekélyvízi karbonátos üledékek példáin mutatta be idevágó elképzeléseit.

Sierd CLOETINGH (Free University, Amsterdam) a medencefejlődés elméleti modellezésének kérdéseivel és perspektíváival foglalkozott, megemlékezve arról, hogy a Pannon-medence kialakulásának története az egyik alappéldája az ilyen modelleknek, s ezen a területen a STEGENA professzor teremtette tektonikus iskola az amszterdami egyetemmel együtt is figyelemreméltó eredményeket hozott létre. A medencefejlődés mai modelljei McKenzie extenziós elméletéből indulnak ki, s numerikus számítások útján figyelembe veszik a litoszféra reológiai rétegzettségét, esetleg a passzív rift okozta konvekciós mozgást az asztenoszférában, és lehetőség szerint a kialakult kéregbeli feszültségteret is, hiszen ezt mérésekkel lehet ellenőrizni. A Pannon-medence azonban ma már nem extenziós, hanem kompressziós jellegű, amire éppen a feszültségmérések adják az egyik legjobb bizonyítékot.

RYBACH László (Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich) STEGENA Lajosnak a geotermikus kutatásokban kifejtett több évtizedes munkásságát méltatta, felsorolva azt a fél tucat könyvet és számos további iránymutató

szakcikket, amely e munkásság legjobb termékeit jelenítette meg. Idézzük fel e termésor főbb tételeit itt is: Kelet-Európa geotermikus térképe, geotermikus és geoelektromos viszonyok kapcsolatának tisztázása a litoszféra szerkezetére vonatkozóan, szeizmicitás és hőáram összefüggése Magyarországon, a szeizmikus sebességtér és a hőáram összefüggése az európai geotraverz mentén, folyadékáramlás és kompakció a kéregben és ezek hatása a geotermikus viszonyokra, a paleo-geotermika alapelvei, geotermikus energiátárolók — csak ennyi is elég annak bizonyítására, hogy STEGENA professzor valóban sorozatban ismerte fel a geofizika fontos és aktuális problémáit s indított sikeres kutatómunkát megoldásukra.

KUBOVICS Imre (ELTE) egy STEGENA Lajossal közösen kezdeményezett hazai projektről, a magyarországi meteoritok anyagának részletes újvizsgálásáról számolt be. Ennek a munkának a fő célpontja a legismertebb magyarországi szilikátmeteorit, az 1857-ben hullott kabai meteorit volt. Az előadás részletesen tárgyalta ennek ásványos és szöveti vizsgálatait, besorolását a szenes kondritok közé s a szervesanyag-elemzés eredményeit.

KLINGHAMMER István (ELTE) STEGENA professzornak a térképtudomány és térképtörténet terén kifejtett munkásságáról beszélt. Ez egy negyedszázados periódus volt STEGENA Lajos életében, aki — noha elsősorban geofizikus volt és maradt — ezzel a nem kis térképészeti kitérővel is emlékezetes művet, pontosabban műveket: több önálló könyvet alkotott. Sokoldalúságát talán a Térképtörténet c. könyve illusztrálja legjobban: ez a mű nemcsak térképek, nemcsak a térképészeti szakma történetét jegyzi le, hanem általános kultúratörténeti háttérrel is ad hozzá.

MINDSZENTY Andrea (ELTE) előadása a Dunántúli-középhegység krétakori geodinamikájának, valamint a bauxitképződés és karbonátos szedimentáció tér- és időbeli alakulásának összefüggéseiről szólt. A középhegység kréta és eocén karsztbauxitjai három diszkordanciaszinten

fejlődtek ki, s ezek a diszkordanciafelületek, ill. a rajtuk később kialakult mészkőformációk koruk változásával folyamatosan térben is eltolódtak. Ez az áthelyeződés jól reprodukálható egy olyan modellben, melyben vető menti feltolódások és vertikális kéregmozgások folytán a karsztosodás színteréül szolgáló szárazföldi kiemelkedés előbb fokozatosan délnyugat felé tolódott el, míg végre az eocénban az egész terület kiemelkedett. A tanulmány érdekes példáját adta annak, hogy hogyan lehet diszkordáns felületek időbeli fejlődését geodimanikai rekonstrukciók alapjául venni.

Az emléknep záró előadását HORVÁTH Ferenc (ELTE) tartotta integrált kvarter geológiai kutatásokról, melyeket a magyar földtudomány nagy lehetőségének nevezett. A kvarter időszakban a Pannon-medence továbbra is mozgékony terület, amit a kvarterben is élő vetők jelenléte, a szeizmicitás és a kvarter üledékképződés eloszlása fényesen bizonyít. A mozgások oka az, hogy a medence és környezete — a valamikori süllyedést kiváltó extenziós időszak után — ma kompressziós feszültségtérben helyezkedik el. Az Alföld bizonyos területein 2–3 km-es vertikális szintkülönbségek jöttek létre a kvarter folyamán s a Dunántúli-középhegység kiemelkedése is főként ebben a periódusban történt meg. A ciklusos klímaváltozások nyomai-val is datált sztratigráfiának fontos szerepe van e mozgások rekonstruálásában, a jelenkori mozgások horizontális összetevőinek kimérésében pedig a GPS módszernek jut nagy feladat. Az élő törésvonalak helyének pontos ismerete nélkülözhetetlen a földrengésbiztonság felméréséhez — így vonta le tárgyának legfontosabb gyakorlati következtetését az előadó.

Az emlékülés a hosszú, egész napos program ellenére nagyszámú hallgatóságot vonzott és érdekes témáival, remekbe szabott előadásaival kétségtelenül méltó emléket állított STEGENA Lajos professzornak.

Cserepes László

