

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1969. X. ÉVFOLYAM 5. SZÁM

MAGYAR GEOFIZIKA
a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

X. évfolyam

5. szám

Szerkesztőség

Magyar Geofizikusok Egyesülete
Budapest V., Szabadság tér 17.
Telefon: 118—476

Felelős szerkesztő

Dr. SEBESTYÉN KÁROLY

Szerkesztő bizottság

CZEGLÉDI ISTVÁN
Dr. POSGAY KÁROLY
RÁDLER BÉLA
Dr. RENNER JÁNOS

Felelős kiadó

SALA SÁNDOR
igazgató

TARTALOMJEGYZÉK

Eötvös Loránd 1848—1919	161
<i>Rybár István</i> : Emlékezés Eötvös Lorándra	163
<i>Renner János</i> : Eötvös Loránd gravitációs vizsgálatai	167
<i>Haáz István</i> : Eötvös Loránd földmágnességi vizsgálatai	171
<i>Biró Péter</i> : Eötvös Loránd kutatásainak geodéziai jelentősége	177
<i>Cseh-Németh József</i> : A geofizikai adatok felhasználása az érc- és ásványbányászati kutatásokban	180
<i>Sebestyén Károly</i> : Az érc- és kőszénkutató fúrások geofizikai vizsgálatának problémái	186
<i>Csókás János</i> : Ipari geofizikai kutatás a MNE Geofizikai Tanszékén	194
<i>Szarka Rudolf</i> : Mágneses szuszceptibilitás meghatározására alkalmas műszer	199
EGYESÜLETI HÍREK	
Az MGE Automatizálási Bizottságának összefoglaló jelentése ...	185, 193
10 éves a MGE Déldunántúli Csoportja	197

Index: 26 507

MAGYAR GEOFIZIKA

Felelős szerkesztő: Dr. Sebestyén Károly

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9—11., Telefon: 221—293

Felelős kiadó: Sala Sándor igazgató

Terjeszti: MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Megjelenik évente hatszor. Megrendelhető egész évre 60,— Ft előfizetési áron, mely összeg a MTESZ 171.249—70. sz. csekk számlájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében.

69.1855. Állami Nyomda, Budapest

Eötvös Loránd

1848 – 1919

Eötvös Lorándot a tudománytörténet a legkiválóbb természettudósok sorában tartja számon. Tudományos alkotó munkájának eredményei nevét nemcsak hazánkban, hanem világszerte ismertté és nagyrabecsültté tették.

Az 1848-as magyar szabadságharc évében született és 1919-ben a Magyar Tanácsköztársaság idejében halt meg. Bár jogot is végzett, érdeklődése, hajlama és tehetsége a természettudományok felé vonzotta. Egyetemi tanulmányai folyamán Heidelbergben és Königsbergben kiváló természettudósok előadásait hallgatta. Külföldről hazatérve a budapesti egyetemen az elméleti és néhány évvel később a kísérleti fizika tanára lett. Itt működött, oktatót és kutatót élete végéig és ez a munkája csak rövid időre szakadt meg 1894-ben, amikor kultusz-miniszter lett. A Magyar Tudományos Akadémia már fiatal korában tagjává választotta és 1889-ben az Akadémia elnöke lett.

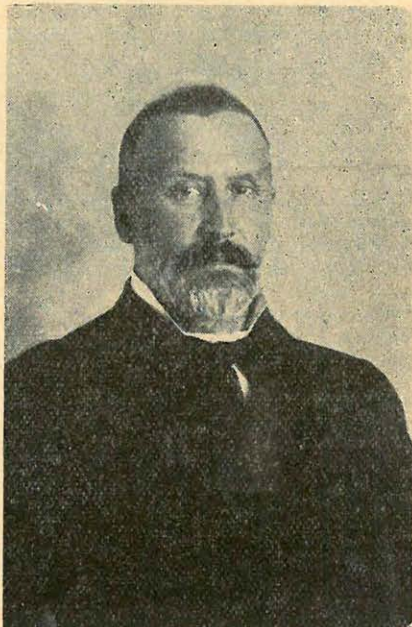
Tudományos pályájának kezdetén a folyadékok felületi feszültségének jelenségeit kutatta és megalkotta a róla elnevezett, alapvető fontosságú „Eötvös-törvényt”. Érdeklődése ezután a nehézségi és a földmágnességi tér felé irányult és élete munkájával ezen a területen sok maradandó értékű eredménnyel gazdagította a tudományt. Míg a folyadékok felületi feszültségére vonatkozó fontos eredményei lezártak tekinthetők, gravitációs és földmágneses kutatásai további vizsgálatokra ösztönözték mind a hazai, mind a külföldi kutatókat. A tömegvonzás és a tehetetlenség ekvivalenciájának nagy pontosságú kísérleti megállapítása nemcsak Eötvös életében volt nagy jelentőségű Einstein általános relativitási elméletének alátámazása szemszögből, hanem a mai korszerű nukleáris fizika alapvető problémáival is kapcsolatos. Gravitációs vizsgálatai során kifejlesztett igen nagy érzékenyséű műszerei, a különböző típusú torziós ingák méltán ejtették bámulatba az akkori tudományos világot. Az Eötvös-inga néven ismert horizontális variométer, amellyel a nehézségi erőteret finom részleteiben meg tudta mérni, még életében a gyakorlati geofizikai kutatás igen hasznos eszközévé vált, halála után pedig különösen a szénhidrogénkutatásban világszerte elterjedt. Eötvös torziós ingájának gyakorlati alkalmazásával példát mutatott arra, hogyan lehet a felszínen végzett fizikai mérésekkel az eltakart rétegek sűrűségeloszlására és szerkezetére következtetni. Ezért Eötvöst a gyakorlati geofizikai kutatások megalkotójának tekinthetjük.

Eötvös kutatási eredményeit több tudomány értékésíti. A fizikán kívül főként a geofizika, a földtan és a geodézia számára alkotott maradandó értékű tudományos kincseket.

Ez év április 8-án volt Eötvös Loránd halálának félévszázados évfordulója. Ebből az alkalomból április közepén a Magyar Tudományos Akadémia, az Eötvös Loránd Tudományegyetem, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, a Magyar Geofizikusok Egyesülete és a Bolyai János Matematikai Társulat közös rendezéssel tudományos ülészakot tartott. Ezen az ülészakon számos előadás méltatta Eötvös tudós egyéniségét, tudományos alkotásainak jelentőségét. Ezeknek az előadásoknak egy része a Magyar Geofizikusok Egyesületének előadó ülésén külön is elhangzott. Kegyelettel megemlékezéssel közöljük folyóiratunkban ezeket az előadásokat. Szolgáljanak buzdításul a mai geofizikusok számára további munkájukban, minél nagyobb kutatási eredmények elérésében.

В истории науки Лоранд Этвеш учитывается как один из самых выдающихся естествоведов. Благодаря творческой научной работе Этвеша его имя стало известным и почетным не только в нашей стране, но и во всем мире.

Л. Этвеш родился в 1848 г., в год вспышки борьбы за свободу Венгрии, и умер в 1919 г. в период власти Венгерской Советской Республики.



Хотя Л. Этвеш окончил и юридический факультет, его интерес, склонность и талант повлекли его к естественным наукам. Во время своего студенчества в Хейделберге и Кёнигсберге он посещал лекции выдающихся естествоведов. Возвратившись из-за границы он стал профессором, сначала, теоретической, а через несколько лет — экспериментальной физики на Будапештском университете. Здесь он работал, преподавал и проводил свои исследования до конца своей жизни. Эту работу он прервал на короткое время только в 1894 г., когда он стал министром культур. Уже в юные годы Л. Этвеш был избран членом, а в 1889 г. — председателем Венгерской Академии Наук.

В начале своей научной деятельности Л. Этвеш изучал явления поверхностного напряжения жидкостей и разработал названный с тех пор его именем важный „закон Этвеша“. Затем его интерес был направлен на изучение поля силы тяжести и геомагнитного поля и в этой области он обогатил науку рядом прочных ценных результатов. В то время, как важные достижения Этвеша в области поверхностного напряжения жидкостей могут считаться законченными, его гравитационные и геомагнитные исследования заставили как венгерских, так и иностранных исследователей проводить дополнительные работы. Высокоточное экспериментальное определение эквивалентности притяжения массы и инерции имело большое значение не только при жизни Этвеша, с точки зрения подтверждения общей теории вероятности Эйнштейна, но оно связало и с основными проблемами современной ядерной физики. Разработанные Этвешем в процессе его гравитационных исследований высокоточные приборы, вариометры различного типа, справедливо поразили весь научный мир того времени. Горизонтальный вариометр, известный под названием „вариометра Этвеша“, при помощи которого Этвеш мог измерить самые тонкие детали поля силы тяжести, стал уже при его жизни весьма полезным средством прикладной геофизики, а после смерти Этвеша этот вариометр получил широкое применение по всему миру, в частности в области разведки нефтегазоносных месторождений. Практическим применением своего вариометра Л. Этвеш показал, как по наземным физическим измерениям можно судить о строении и плотностном распределении скрытых пластов горных пород. Благодаря этому Л. Этвеш может считаться основателем прикладной геофизики.

Результаты исследований Этвеша используются рядом отраслей науки. Кроме физики он внес вечноценный вклад главным образом в геофизику, геологию и геодезию.

8 апреля сего года исполнилось пятидесятилетие со дня смерти Лоранда Этвеша. По этому поводу в середине апреля Венгерской Академией Наук, Будапештским университетом им. Этвеша, Венгерским геофизическим институтом им. Этвеша, Физическим Обществом им. Этвеша, Обществом Венгерских Геофизиков и Математическим Обществом им. Я. Бояи была организована совместная научная сессия. На этой сессии в ряде докладов была дана оценка личности Этвеша как ученого, и значения его научного творчества. Часть этих докладов был прочитан отдельно на очередном заседании Общества Венгерских Геофизиков. Эти доклады публикуются в настоящем докладе с почетной памятью об Этвеше. Пусть они послужат стимулированием дальнейшей работы современных геофизиков для достижения как можно лучших успехов.

Roland Eötvös's Name wird in der Geschichte der Wissenschaften unter den Namen der besten Naturwissenschaftler registriert. Die Resultate seiner wissenschaftlicher Schaffung machten seinen Namen nicht nur bei uns in Ungarn, sondern auch in der ganzen Welt bekannt und geachtet.

Er wurde im Jahre des ungarischen Freiheitskampfes von 1948 geboren und starb in 1919 in der Zeitspanne der Ungarischen Räterepublik. Zwar machte er auch juristische Studien durch, doch wurde er durch sein Interesse, seine Neigung und sein Talent den Naturwissenschaften hingezogen. Während seiner Universitätsjahre in Heidelberg und Königsberg hatte er die Gelegenheit, den Vorträgen von bedeutenden Naturwissenschaftlern beizuwohnen. Vom Ausland zurückkommend wurde er an der Universität von Budapest Professor der theoretischen, später der experimentellen Physik. Hier wirkte er — als Lehrer und Forscher — bis zum Ende seines Lebens und diese seine Arbeit wurde nur für eine kurze Zeit unterbrochen, wenn er im 1894 den Posten des Kultusministers übernahm. Die Ungarische Akademie der Wissenschaften wählte ihn schon früh unter ihre Mitglieder und in 1889 wurde er Präsident der Akademie.

In der ersten Phase seines wissenschaftlichen Wirkens untersuchte er die Erscheinungen der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten und entdeckte dabei das nach ihm benannte Gesetz von grundlegender Bedeutung, das „Eötvös Gesetz“.

Sein Interesse wandte sich danach dem Gravitations- und erdmagnetischem Felde zu und auf diesem Gebiet schaffte er seine Lebensleistung mit Resultaten, die von dauerndem Wert sind. Während seine Untersuchungen auf dem Gebiete der Oberflächenspannung der Flüssigkeiten als abgeschlossen gelten können, spornten seine Gravitations- und erdmagnetische Untersuchungen die einheimischen, sowie die ausländischen Forscher zu weiteren Forschungen an. Die Fest-

stellung der Equivalenz der Massenanziehung und Trägheit durch Experimente von grosser Genauigkeit war nicht nur im Leben Eötvös's von hoher Bedeutung aus dem Gesichtspunkte der Begründung der allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins: sie steht aber auch mit den grundlegenden Problemen der heutigen nuklearen Physik in Zusammenhang. Die von ihm im Laufe seiner Gravitationsuntersuchungen konstruierten hochempfindlichen Apparate, die verschiedenen Arten von Torsionswaagen hatten nicht umsonst die Bewunderung der damaligen wissenschaftlichen Welt erworben. Sein unter dem Namen „Eötvös-Waage“ bekanntes „horizontales Variometer“, mit welchem er die feinsten Einzelheiten des Gravitationsfeldes auszumessen im Stande war, wurde noch in seinen Lebensjahren zu einem recht nützlichen Gerät der geophysikalischen Erkundung, nach seinem Tod aber hatte eine weltweite Verbreitung gefunden, besonders auf dem Gebiete der Kohlenwasserstoffschürfung. Mit der praktischen Anwendung seiner Drehwaage gab Eötvös ein Beispiel dafür, wie aus, an der Oberfläche ausgeführten physikalischen Messungen Folgerungen auf die Dichteverteilung der bedeckten Schichten und auf ihre Struktur gezogen werden können. Daher können wir ihn als Begründer der geophysikalischen Erkundung ansehen.

Die Forschungsergebnisse Eötvös's werden von mehreren Wissenschaftszweigen verwertet. Ausser der Physik schaffte er wissenschaftliche Erfolge von dauerndem Wert auch für die Geophysik, Geologie und Geodäsie.

Am 8-ten April d. J. hatten wir die fünfzigste Jahreswende seines Todes. Aus diesem Anlass veranstalteten die Ungarische Akademie der Wissenschaften, die Universität Roland Eötvös, das Ungarische Staatliche Geophysikalische Institut Roland Eötvös, die Roland Eötvös Physikalische Gesellschaft, die Gesellschaft Ungarischer Geophysiker und die Mathematische Gesellschaft Johann Bolyai in gemeinsamer Organisation eine wissenschaftliche Sitzungsfolge. Im Rahmen dieser Sitzungsperiode würdigten viele Vorträge die wissenschaftliche Persönlichkeit Eötvös's, und die Bedeutung seines wissenschaftlichen Schaffens. Ein Teil dieser Vorträge wurde auch in der Ungarischen Geophysikalischen Gesellschaft in einer besonderen Sitzung vorgelegt. Diese werden hier — teils in Auszug — mitgeteilt. Diese sollen als Aufmunterung für die jetzige Generation der Geophysiker dienen und sie auf weitere Arbeit und zur Erzielung von Erfolgen anspornen.

MAGYAR GEOFIZIKA X. ÉVF. 5. SZ.

Emlékezés Eötvös Lorándra*

RYBÁR ISTVÁN

Eötvös Loránd köztisztviselőben álló családból származott. Apja *József*, nagy megbecsülésben álló író, költő, az első alkotmányos magyar vallás- és közoktatásügyi miniszter, anyja *Rosly Ágnes*. A szülők gyöngéd szeretettel nevelték, tanították és taníttatták gyermeküket.

Bár kétségtelen, hogy családi otthonának magas tudományos légköre egyéniségének kialakulására nagy kihatással volt, de a tudóshajlam vele született. Mutatja ezt az is, hogy a még alig 17 éves ifjú korai hivatástudattal és csodálatos éleslátással tűzte ki életelejét, amikor édesapjához intézett levelében írja: úgy találta, hogy nemcsak hazájának, hanem az egész emberiségnek is legtöbbet tehet, ha tudományos pályára lép.

A tudomány iránti vágyódása vitte őt Heidelbergbe *Kirchhoff*, *Helmholtz*, a fizika és *Bunsen*, a kémia világhírű nagyjai mellé.

Három félévi intenzív egyetemi tanulmányok után *Kirchhoff* tanácsára a Königsbergi egyetemre iratkozott be, ahol *Franz Neumann* világhírű elméleti fizikusnak magasszintű előadásaiból szerezte meg alapos elméleti fizikai ismereteit.

Félévi egyetemi tanulmányai után Königsbergből Heidelbergbe visszatért, ahol folytatta tanulmányait. Egy év múlva, 1870. július 8-án, *Kirchhoff*, *Königsberger* és *Bunsen* cenzorok előtt „summa cum laude” fokozattal letette a bölcsészettudományi doktori szigorlatot.

* Szemelvények az Eötvös Loránd halálának 50. éves évfordulóján elhangzott előadásból.

Gazdag ismereteivel hazatérve, ifjúi lelkesedéssel és komoly akarattal törekedett hazája tudományos munkásságában résztvenni. Rövidesen a pesti egyetemen az elméleti fizika, később a kísérleti fizika tanára lett, majd a Magyar Tudományos Akadémia is beválasztotta tagjai közé. A gyors sikereket nem tekintette saját érdemeinek, hanem boldogult apja nevének, amely mint írta, állandóan arra inti, hogy komoly munkával arra érdemessé váljék.

Ötívös szelíd, eszesen dolgozó, igazi tudós volt. Semmi mellékkörülménytől sem befolyásolva teljesen belemélyedt tudományos vizsgálataiba, amelyek sokszor a késő éjjeli órákba is belenyúltak.

Az anyagi részecskék között működő három erő: a kapilláris, a nehézségi és a földmágneses erő képezték vizsgálatai tárgyát.

Már königsbergi diák korában, Neumann szemináriumában egy kísérleti módszert mutatott be az edénybe zárt folyadék felszínének tanulmányozására. E munkáját Neumann nyilvánosan is megdicsérte. Később e módszerével kimutatta, hogy üveg edénybe öntött és forralása közben leforrasztott, csak saját telített gőzével érintkező folyadék felszíni feszültsége állandó, legfeljebb a hőmérséklettel változik, míg ellenben a szabad felületű folyadék felszíni feszültsége változó, amit a levegőből származó szennyeződés okoz.

Miután ily módon hibátlanná tette a kapilláris felület vizsgálatát, egy sokkal nagyobb jelentőségű kérdéssel foglalkozott. Azt kutatta, hogy az anyagi minőség milyen befolyással van a felületi feszültségre. Kimutatta, hogy valamennyi egyszerűen összetett (normál) folyadék molekuláris felületi energiája 1 C° hőmérsékletváltozásra ugyanannyival változik, függetlenül a folyadék anyagi minőségétől és a hőmérsékletétől. Ez a törvény az úgynevezett „*Ötívös-törvény*” és az állandó, amellyel a molekuláris felületi energia 1 C° hőmérsékletváltozásra megváltozik, az úgynevezett „*Ötívös-állandó*”.

A folyadékokra érvényes Ötívös-törvénynek ugyanolyan a jelentősége, mint a gázokra vonatkozó állapotegyenletnek. A gázállandó szintén univerzális állandó.

Ötívös e törvényének megállapításával kapilláris vizsgálatait befejezte és azután élete végéig kizárólag a nehézségi és a földmágneses erővel foglalkozott.

Ötívös tudományos munkáján kívül sokat tett a magyar tudományos élet élesztéséért és általában a magyar műveltség fokozásáért is. A fórum, ahol ezirányú buzdításai elhangzottak, a Magyar Tudományos Akadémia, amelynek 1889-től 1905-ig elnöke is volt. Az Akadémián mutatta be elsőnek világraszóló nagy alkotásait, innen az elnöki székből intézte az egész nemzethez tanításait és buzdító szavait.

Tudományos munkái mellett egyetemi előadásaiban nyilvánult meg legjobban Ötívös tudományos egyénisége. Klasszikusan felépített előadásait a mélyen járó analízáló szellem jellemezte. A jelenségeket nagy csoportokba foglalta és ezeket összekapcsolva építette fel a fizika egységes épületét.

Ötívös sokat foglalkozott a tudósképzés és általában az egyetemi oktatás ügyével is. Ezirányú munkái és alkotásai közül csak egyet, az apja nevére elnevezett Ötívös József Kollégiumot emeljük ki, amelyet rövid ideig tartó kultuszminisztersége alatt alapított a tehetséges, de szegénysorsú tanári pályára készülő ifjak részére, hogy ennek tagjai anyagi gond nélkül, kitűnő tanárok vezetése mellett, gazdag könyvtár birtokában minden idejüket tanulmányaiknak szenteljék.

De Ötívösben költői lélek is lakozott. Ifjú korában költeményeket is írt. Akadémiai elnöki beszédeiben sokszor egyszerű, de költői szavakkal fejezte ki gondolatait.

Amilyen kiegyensúlyozott volt Eötvös tudós-élete, olyan harmonikus volt magánélete is.

Tudományos munkássága mellett nagy gondot fordított teste ápolására is. Sportolt, hogy megőrizze testi erejét és rugalmasságát. Legkedveltebb sportjai voltak: a turisztika, a kerékpározás, a lovaglás és különösen a sziklamászás, amelyet szenvedélyesen a tiroli Dolomitokban űzött. Itt számos, addig megközelíthetetlennek tartott sziklacsúcsot ő mászott meg először. Itt iránta érzett tiszteletből a Cadini csoport egyik legmagasabb csúcsát „*Cima Eötvös*”-nek nevezték el.

Személyes tapasztalataim alapján sok élményről tudok számotadni. Az Eötvös Loránd mellett töltött tizenegy esztendőm, derült, boldog ifjúságom gazdag volt Eötvössel kapcsolatos eseményekkel és élményekkel: a következőkben ezekről szólok.

Eötvös 1908 augusztus havában felszólított, hogy nehézségi és földmágneses vizsgálataiban, mint észlelő vegyek részt. A felhívás váratlanul ért, de nekem annál nagyobb örömet okozott, és boldog voltam, hogy a környezetébe kerülök és mint kezdő és tanuló, az ő munkájában résztvehetek.

Ez időben Eötvösnek két munkatársa volt: Pekár Dezső és Fekete Jenő. Mindketten Semsey ösztöndíjasok, Pekár Dezső, az idősebb, 1895-ben került Eötvös mellé, abban az időben, amikor Eötvös a laboratóriumban bevált torziós ingájának oly irányú fejlesztésével foglalkozott, hogy az a szabadban, a gyors hőmérsékletváltozások között is használható legyen. Ebben a munkában Pekár kiváló kísérletező képességével és műszaki érzékével Eötvösnek nagy segítségére volt. Fekete Jenő 1904-ben került Eötvös mellé. Fekete inkább elméleti beállítottságú volt, aki jeles matematikai ismereteivel Eötvösnek elméleti munkáiban nagy segítséget jelentett, amit Eötvös több ízben is hálásan elismert.

Eötvösnek munkatársa volt Oltay Károly geodéta, műegyetemi adjunktus, később műegyetemi tanár is, aki az ő megbízásából sarkmagasság- és abszolút ingaméréseket végzett a torziós-inga mérésekkel behálózott területeken és azok közelében.

A fent megnevezett munkatársain kívül Eötvösnek tanszéki tanársegéde volt még a nagy tehetségű, kiváló fizikus, Zemplén Győző is.

Ez az Eötvös körül csoportosult, tudósokból, kiváló szakemberekből álló környezet és az együttlétükből származó magas tudományos légkör volt az, amelybe én akkor, mint tanuló és kezdő kerültem.

Az 1908. évi expedícióról hazatérve az észlelések feldolgozásában segítkeztem.

Boldog meglepéssel végzett munkám közben, 1909. tavaszán a minisztérium közölte velem, hogy engem a jászberényi gimnáziumhoz tanárnak akar kinevezni. E másoknak biztosan örömet okozó, megtisztelő ajánlat súlyos probléma elé állított engem.

Tanácsstalanságomban hozzá fordultam és előadtam problémámat. Eötvös rövid gondolkodás után így felelt: „Én nem tudok kegyednek ígérni semmit. Ezért, ha apai tanácsot akarok adni, azt kell ajánlanom, hogy a kinevezést fogadja el, ha szívem szerint kívánok cselekedni, akkor azt mondom, maradjon nálam.”

A következő években folytatódtak a terepmérések a Nagyalföldön. Az 1912. évben Eötvös a mérések kivételét nagyobb méretekben tervezte, s ezért Pekár Dezsőt, az expedíciók mindenkori vezetőjét megbízta, hogy az eddigi egy helyett két mérőcsoportot szervezzen. Így lettek észlelők: Fröhlich Pál.

Pogány Béla és Renner János, akikkel együtt a Maros völgyében Nagyenyedtől Marosvásárhelyig végeztük méréseinket.

Az expedícióról hazatérve Eötvös örömmel közölte velem, hogy tanársegédjének, Zemplén Győzőnek műegyetemi tanárrá történt kinevezése folytán megüresedett egyetemi tanársegédi állásra az egyetem bölcsészettudományi kara az ő javaslatára engem választott meg. E kinevezéssel munkaköröm lényegesen megváltozott. Az expedíciós és az ezzel kapcsolatos munkáim megszűntek, de Eötvös saját tudományos munkásságába intenzívebben vont be és tanszéki munkáiból fokozatosan, évről évre mind több és több teendőt bízott rám.

Az 1914-ben kitört világháború félbeszakította a terepi méréseket, a következő évben azok, észlelők és munkások hiányában, szüneteltek. De 1915-ben már Pekár Dezső az ő nagy aktivitásával és kiváló szervezőképességével összehozott olyan észleelőket, akik másutt betöltött állásuk mellett, szabadságuk idejében az észlelések elvégzésére ideiglenesen vállalkoztak. Ezek voltak: Kovács György, Nes Tivadar, Renner János, Cser Imre, Wagner Lajos, Walek Károly, Szecsódy Miklós és Kerékjártó Béla, akik az 1916., 1917. és 1918. évi expedíciós munkákban résztvettek.

Meg kell emlékeznünk Eötvös laboránsáról, Ádámról, aki az előadási kísérletek előkészítésében segédkezett és ezt éveken át folytatva, ebben oly nagy gyakorlatra tett szert, hogy később az előkészítést teljesen önállóan és kifogástalanul végezte. Ez a különben mechanikussá vált munka benne oly nagy ön teltséget keltett, hogy a hallgatóknak többször dicsekedve mondotta: „Magyarországban csak ketten tudják a fizikát, Eötvös és én.”

Eötvös az embereket tudásuk és munkájuk szerint ítélte meg. Különösen szerette munkatársait, akiket jól megismert, mert hiszen egész nap együtt volt velük. Magasra értékelte segítségüket, hálás volt nekik. Birtokomban van Eötvösnek egy rólam szóló bizonyítványa, amelyet 1917. december 22-én állított ki. E sajátkezűleg írt iratban nagy elismeréssel sorolja fel azokat a munkákat, amelyekkel én közel tíz éven át segítettem őt a tanszéki és a laboratóriumi munkáiban. E teendőim részletes felsorolása után írja a bizonyítványban: „Mind e teendők pontos és tudományos körzettségéről tanúskodó elintézéséért nevezettnek nagy köszönettel tartozom.”

Végül emlékezzünk Eötvös életének utolsó négy évéről. 1914-ben kitört a világháború és Fekete Jenő frontszolgálatra bevonult. Ezzel Eötvös kedvenc munkatársának segítő munkáját veszítette el.

Ebben azi időben végezte Eötvös azokat a vizsgálatokat, amelyekkel kísérletileg kimutatni akarta azt a már korábban felismert változást, amelyet egy a földfelületen keleti vagy nyugati irányban mozgó test nehézsége a mozgása által szenved.

Amilyen harmonikus és derült volt élete, oly szomorúak és fájdalmasak utolsó évei. Súlyos szenvedés után, 1919. április 8-án halt meg.

Halála gyászba borította a tudományos világot hazánkban és külföldön egyaránt. Gyászolták tudós és tanár társai, akik a tudományban vezéruket veszítették el benne és gyászolták a fizikai tudományok külföldi nagyjai is. Maga Einstein Eötvös halálakor úgy nyilatkozott, hogy „a fizikának egy fejlődeme halt meg”. Gyászolta őt az egész magyar nemzet. A Magyar Tanácsköztársaság Kormánya értékelve nagy alkotásait és munkás életét, saját halottjának tekintette őt és a nemzet nagy halottjait megillető díszes tiszteletadással, a Magyar Nemzeti Múzeum oszlopcsarnokából temette el.

Őrizzük meg emlékét!

Eötvös Loránd gravitációs vizsgálatai

RENNER J Á N O S

Eötvös Loránd tudományos alkotásainak középpontjában gravitációs vizsgálatai állnak. E vizsgálatok kezdetét az 1880-as évek közepére tehetjük. Már 1888-ban egy dolgozatot terjesztett az Akadémia elé a gravitáció körében végzett vizsgálatairól s azután gyors egymásutánban jelentek meg hazai és külföldi folyóiratokban gravitációs vizsgálatainak eredményeiről szóló értekezései, köztük 1896-ban „*Vizsgálatok a gravitáció és a mágnesség köréből*” című alapvető fontosságú, igen széles körű tanulmánya. Gravitációs kutatásait, a mágneses vizsgálatokkal párhuzamosan, élete végéig folytatta.

Eötvös a nehézségi erőter kutatásában egészen új úton indult el. Abban az időben már jól kidolgozott eljárások és műszerek voltak a nehézségi gyorsulás abszolút és relatív mérésére és a Föld felületének sok pontján megmérték a nehézségi gyorsulást. Eötvös gondosan tanulmányozta az ismert mérési eredményeket és arra a meggyőződésre jutott, hogy bár az addig használt műszerekkel és eljárásokkal a jövőben is sok értékes adathoz lehet eljutni a Föld nehézségi erőterének megismerésében, kívánatos a további kutatásokat teljesen új szemlélettel végezni. Az új szemlélet abban nyilvánult meg, hogy Eötvös olyan műszert szerkesztett és olyan mérési eljárást dolgozott ki, amelynek segítségével a nehézségi tér változását, mégpedig a nehézségi potenciál második deriváltjait közvetlenül meg lehet mérni a műszernek néhány dm^3 -nyi terében. Erre a célra vette elő a fizikusok kellektárából a kicsi erők mérésére addig is használt *csavarási mérleget*, a *torziós ingát*. Ezt a nagyon hasznos műszert Eötvösnek két irányban kellett tökéletesítenie: egyrészt minden eddiginél érzékenyebbé kellett tennie, másrészt el kellett érnie azt, hogy a mérendő hatáson kívül minden más külső hatástól, főként a hőmérsékletváltozások hatásától a lehetőségig mentesüljön. Hosszú laboratóriumi kísérletekkel sikerült olyan igen vékony felfüggesztő szálakat alkalmaznia, amelyeknek hőmérsékleti és rugalmas utóhatásból eredő járása elenyészően kicsi volt. A külső hőmérsékletváltozásoknak a műszerre kifejtett hatását pedig azzal csökkentette, hogy a lengő rendszert szigetelő levegőrétegekkel elválasztott többszörös falú fémszekrényben függesztette fel.

A nehézségi erőter lineáris változását a potenciálnak hat másodrendű deriváltja jellemzi. Eötvös e deriváltak értékének meghatározására törekedett. Ehhez szükséges volt a torziós inga egyensúlyi helyzetének megfigyelése különböző azimutállásokban. Azzal a műszerrel, amelyben a vízszintes ingarúd a két végén van megterhelve, a nívófelület görbületi viszonyaira jellemző adatokat lehet megmérni, ezért Eötvös ezt a műszertípust *görbületi variométernek* nevezte el. Abból a célból, hogy több információt kapjon a nehézségi erőter változásáról, Eötvös ügyes ötlettel olyan műszertípust alakított ki, amelynél az egyik terhelő tömeg néhány deciméterrel mélyebben függ. Eötvös ezzel a műszerrel, amelyet *horizontális variométernek* nevezett el, a görbületi adatokon kívül a nehézségi térerősség vízszintes gradiensének összetevőit is megmérte. Gyakorlati alkalmazása révén a horizontális variométer vált közismertté és rendszerint ezt nevezik Eötvös-ingának. Csupán a nehézségi térerősség függőleges gradiense nem mérhető az Eötvös-ingával, pedig annak ismerete teljessé tenné a második

deriváltak meghatározását. Tudomásunk szerint Eötvös olyan műszer szerkesztésének gondolatával is foglalkozott, amellyel a nehézségi térerősség függőleges gradiensét közvetlenül meg lehetne mérni; erről azonban nem közölt semmit s ez a probléma mind a mai napig nincs megoldva.

Minden tudományos kutató számára példamutató az a rendszeresség, amellyel Eötvös egész kutatási tervét felépítette és logikus sorrendben végrehajtotta. Első célja az volt, hogy műszere, a torziós inga a laboratóriumban megfeleljen a követelményeknek érzékenység, stabilitás és megbízhatóság tekintetében. Eötvös ezt hamarosan el is érte, de jól tudta, hogy a terepi körülmények lényegesen különböznek a laboratóriumi viszonyoktól s ezért nem sokkal később már a szabadban is végzett méréseket. Először *pestlőrinci kertjében*, majd a *Gellérthegy tövében* mért, azután következett 1891-ben klasszikus mérése az akkor még szabályos kúpalakú bazaltvulkános Sághegy tetején. A terepi méréseknek nem csupán az volt a célja, hogy meggyőződjék a műszer használhatóságáról terepi körülmények között, hanem Eötvös szeme előtt már akkor egy sokkal nagyobb feladat megoldása lebegett: lehet-e és hogyan lehet a felszíni tereppontokban végzett mérésekből az eltakart tömegeloszlásra következtetni. Eötvös abból indult ki, hogy a nehézségi erőtér, amelyet variométerével a terepi pontokon megmér, különböző hatások eredője. Érvényesül a Földnek a földrajzi szélességtől függő normális hatása, a mérési pont közvetlen környezetének térszínhatása, továbbá a távolabbi környezetnek a hatása és az eltakart földalatti tömegeloszlás hatása. Eötvös az egyes hatások mérésével és számításával megállapította és az utójára említett ún. szubterrán rendellenességeket maradék módszerrel határozta meg. A térszínhatás kiszámítása céljából a mérési pont közvetlen környezetét színtezte, a távolabbi terület domborzatának hatását szintvonalas térkép segítségével számította ki. Olyan körülmények között is végzett méréseket, ahol nem volt szükség térszínhatás számítására: 1901 és 1903 telén a *Balaton sima jégén* folytak torziós inga mérések. Később kiváló tanulmányi terület volt *Arad környéke*, amelyet több éven át részletes mérésekkel vizsgált meg. A mérések feldolgozása ezen a területen kétféle szempontból történt. Eötvös a vízszintes gradiensek szubterrán rendellenességeiből meghatározta a nehézségi térerősség szubterrán rendellenességeit és azokat izogamma vonalakkal ábrázolta. A gradiensvektorok és az izogammák alkalmasak az eltakart tömegeloszlás jellemzésére. Másfelől Eötvös a görbületi adatokból *függővonalelhajlásokat* számított, felhasználva néhány asztrogeodéziai pont adatait. A függővonalelhajlásokból megszerkesztette az egyenlő potenciálú vonalakat s ezzel a nívófelület egy darabját jellemezte. Ez utóbbi számításokban az ún. topografikus rendellenességekből indult ki, tehát a torziós ingával mért görbületi adatokat a térképi hatással nem javította. Ez a geodéziai alkalmazás nagymértékben felkeltette a geodéta szakemberek érdeklődését.

Eötvös gravitációs kutatásaiban nevezetes fordulóponthoz ért el 1906. évben. Ebben az évben szeptember havában az Internationale Erdmessung XIV. általános értekezletét Budapesten tartotta. Neves külföldi szakemberek gyűltek össze és az egyik ülésen Eötvös ismertette kutatásainak eredményeit és torziós ingáját. A kiváló szakemberek a legnagyobb elismeréssel és csodálattal nyilatkoztak Eötvös gravitációs kutatásairól. A konferencia kérésére az akkori magyar kormány 1907-től kezdve jelentékeny anyagi támogatásban részesítette az Eötvös irányításával folyó geofizikai kutatásokat. Ez tette lehetővé a terepi munkálatok nagyobb mértékű megszervezését és egyúttal újabb műszerek megszerkesztését és elkészítését. Ezután egyre inkább előtérbe került az Eötvös-

ingával végzett mérések eredményeinek földtani értelmezése és annak alapján a gyakorlati alkalmazás lehetősége. Még Eötvös életében, 1916-ban történt torziós inga mérés a *Mórvamezőn Egbell (Gbely) környékén*, ahol a méréssel megállapított gravitációs maximumot az eltakart szénhidrogéntároló rétegek boltozódása okozza. A maximum helyén termelő kőolajmező alakult ki, s így első esetben igazolódott, hogy az Eötvös-inga mérés felhasználható hasznos ásványi anyagok kutatásában. Ebben nagy része van *Böckh Hugónak*, a kiváló geológusnak is, aki Eötvös figyelmét a mérések gyakorlati alkalmazására irányította. Az eltakart tömegeloszlás kutatása Eötvösnek régi szándéka és eredeti célkitűzése volt, s ilyen értelemben Eötvös az alkalmazott geofizika megalkotójának tekinthető, bár már előtte is voltak külföldön próbálkozások vasércutatásra mágneses mérésekkel.

Eötvös gravitációs vizsgálatai nem merültek ki a torziós inga módszerének kidolgozásában és alkalmazásában. Meggyőződése volt, hogy érzékeny műszerével jelentős elvi tudományos kérdések megoldásához is hozzáfoghat. Az egyik ilyen igen fontos feladat a *tömegvonzás állandójának* pontos megmérése volt. Ezt a mérést Eötvös elvégezte a hagyományos sztatikus módon, de azután egészen eredeti elgondolással dinamikus mérési eljárást dolgozott ki. Ennek az eljárásnak az a lényege, hogy egy érzékeny görbületi variométer lengésidejét két különböző gravitációs térben figyelte, és mivel a lengésidő a mindenkori gravitációs tértől függ, a két lengésidő eltéréseiből ki tudta számítani a tömegvonzás állandóját. Eötvös ezt a kísérletet igen érdekes módon állította össze. Ólomtéglákból két falat épített egymással párhuzamosan és a variométert e falak között helyezte el kétféle állásban: az egyikben az ingarúd az ólomfalakkal párhuzamos volt, a másikban arra merőleges. Eötvös mérései szerint a tömegvonzás állandója $6,65 \cdot 10^{-8}$ CGS. Ennek a dinamikus eljárásnak az az előnye a sztatikushoz viszonyítva, hogy független a felfüggesztő szál torziónyomatékától. Az Eötvös-féle dinamikus eljárást 1930-ban módosított kivitelben az amerikai *Heyl* alkalmazta a tömegvonzás állandójának mérésére.

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszékén néhány év óta újabb kísérletek folynak dinamikus módszerrel a pontosság növelése érdekében. A torziós inga e kísérletekben változatlan állásban marad, körülötte pedig két egymással szemben levő, hígannyal megtöltött vastartály forgatással a torziós ingához képest különböző helyzetbe hozható, tehát az inga lengésideje különböző gravitációs terekben mérhető.

Eötvös egy másik igen fontos kísérleti sorozatot indított meg már az 1880-as években annak a kérdésnek tüzetes megvizsgálására, hogy a *tömegvonzás függ-e az anyagi minőségtől*, vagyis azonos-e a tehetetlen és a vonzó tömeg. Erre vonatkozó első kísérleteiről már 1889-ben beszámolt az Akadémiának. Később a kísérleti eljárás tökéletesítésével fokozta a mérés pontosságát. A hosszú időn át végzett mérések eredményeit az észlelésekben is résztvevő munkatársaival, Pekár Dezsővel és Fekete Jenővel együtt kiemelkedő jelentőségű értekezésben dolgozta fel és e munkaközösség ezzel a munkával 1909-ben a göttingeni egyetem Benecke-pályadíját nyerte el. E kísérleti vizsgálat azon alapult, hogy a nehézségi erő a Föld vonzásának és a centrifugális erőnek eredője. Mivel pedig a centrifugális erő, mint tehetetlenségi erő független az anyagi minőségtől, ha lenne különbség abban a vonzásban, amelyet a Föld a különböző minőségű anyagokra kifejt, az eredő nehézségi erő irányának a különböző anyagokra nézve eltérőnek kellene lennie. Eötvös kettős torziós ingájával úgy végezte a kísérletét, hogy az ingarudak végeire az összehasonlításra kiszemelt

különböző anyagi minőségű tömegeket függesztette fel és az egyensúlyi helyzeteket a négy világtáznak megfelelő azimutállásokban észlelte, majd a különböző minőségű tömegeket egymással felcserélte és a kísérleti sorozatot megismételte. Ha volna különbség a különböző minőségű anyagok vonzásában, akkor annak a két kísérleti sorozat adataiban mutatkoznia kellene. Eötvös mérései szerint ha volna eltérés, annak $1/200\ 000\ 000$ -nál kisebbnek kellene lennie. Az 1930-as évek elején e sorok írója hasonló kísérleteket végzett és a mérés pontosságát egy nagyságrenddel megnövelte. Újabb korszerű berendezéssel végzett külföldi vizsgálatok a pontosságot 10^{-11} -ig fokozták.

Eötvös tudományos alkotásai között az utolsó és elvi tekintetben igen jelentős a *Földön mozgó testek nehézségének változására vonatkozó* vizsgálata. Eötvös nagy figyelemmel tanulmányozta O. Heckernek az 1901–1905. években az Indiai- és a Csendes-óceánon mozgó hajón végzett nehézségi méréseit és észrevette, hogy a mérési eredmények feldolgozásában figyelmen kívül maradt a hajó mozgásának hatása. Ugyanis a Földhöz képest keleti irányban mozgó testre a centrifugális erő nagyobb, mint a nyugvó testre, ennél fogva az eredő nehézségi erő kisebb. Miután Eötvös erre a hatásra Heckernek figyelmét felhívta, megtörtént az óceáni mérések eredményeinek átszámítása és ezzel bizonyos ellentmondások megszűntek. Sőt ellenőrző kísérlet is történt. Az orosz kormány 1909-ben két hajót bocsátott Hecker rendelkezésére. E hajók egyike a Fekete-tengeren nyugatról kelet felé haladt, a másik ellenkező irányban és a két hajón egyidejűleg történtek nehézségi mérések. Ezek eredménye teljes mértékben igazolta Eötvös elgondolását. Ezt a hatást az irodalomban *Eötvös-effektusnak* nevezik. A hatás a nehézségi gyorsulásban arányos a mozgó test $K-Ny$ irányban mért viszonylagos sebességével a Földhöz képest és a földrajzi szélesség cosinusával. Eötvös egy függőleges tengely körül forgó mérleget is szerkesztett, amelynek segítségével laboratóriumban, sőt előadóteremben nagyszámú hallgatóságnak is bemutatta a jelenséget. Az Eötvös-effektus egyúttal a Föld forgásának is bizonyítéka és egyenlő értékű a Foucault-féle ingakísérlettel. Az Eötvös-effektusnak nemcsak elvi tudományos jelentősége van, hanem jelenleg a mozgó testeken, hajón vagy repülőgépen végzett nehézségi méréseknél számításba veszik, mert a mérések elért pontossága mellett a hatás nem elhanyagolható.

Végül Eötvös gravitációs kutatásai között meg kell emlékezni *bifiláris graviméteréről*. Ezt a műszert 1901-ben szerkesztette és ezzel megelőzte a különböző típusú graviméterek szerkesztőit. Eötvös graviméterének lényege két vékony kvarcszálon felfüggesztett kis tömeg, melynek tartójához kis tükör van erősítve és a műszerházon is van egy álló tükör. A felfüggesztő szálak megcsavarásával a tömeg kissé megemelkedik és elfordul. Távcső segítségével a mozgó tükörnek mindenkori helyzetét az álló tükörhöz viszonyítva meg lehet állapítani. Ha a műszer olyan helyre kerül, ahol más a nehézségi gyorsulás, akkor a felfüggesztett tömeg más egyensúlyi helyzetet vesz fel és az eltérés a tükrök segítségével meghatározható. Eötvös e graviméterrel sok kísérletet végzett a laboratóriumban, majd megmérte a nehézségi gyorsulás változását az egyetemi fizikai intézet és a Szabadsághegy között. A mérés pontossága kicsi volt, messze elmaradt a későbbi korszerű graviméterek pontosságától, de Eötvös ebben a kísérletében meglátta a jövő feljődés útját. Tudatában volt annak, hogy bármilyen értékes és hasznos a nehézségi erőter kicsi változásait mérő variométere, nagyobb területek nehézségi változásainak átfogó megismeréséhez nélkülözhetetlenek olyan műszerek, mint a relatív inga és az azt helyettesítő,

gyorsan működő graviméter. Torziós ingájának továbbfejlesztése azonban annyira lekötötte alkotó tevékenységét, hogy graviméterével később már nem foglalkozott.

Eötvös annyira mestere volt a gravitáció kutatásának, hogy laboratóriumi vizsgálatok céljára egészen csodálatos érzékenységu műszereket is szerkesztett. Ilyen a *gravitációs kompenzátor*, amelynél az érzékenység fokozására magát a tömegvonzást használta fel. Hasonló nagyon érzékeny műszere a *gravitációs multiplikátor*, amelynél a rezonancia elvét használta fel a lengő rendszer kitérésének növelésére.

Összefoglalva: Eötvösnek a gravitáció terén végzett alkotó tevékenysége nagyon széleskörü, igen jelentős tudományos eredményeket foglal magában és további kutatásokra ösztönöz. Fél évszázad után hazánkban és külföldön szép számmal vannak kutatók, akik nyomdokain elindulva igyekeznek Eötvös alkotásait továbbfejleszteni.

Emlékét őrzi egyebek között a nemzetközi tudományos világban elismert „*Eötvös-egység*”, a nehézségi potenciál második deriváltjai *CGS* egységének 10^{-9} -szerese.

MAGYAR GEOFIZIKA X. ÉVF. 5. SZ.

Eötvös Loránd földmágnességi vizsgálatai

H A Á Z I S T V Á N

Eötvös Loránd a földi gravitáció vagy földi nehézség térbeli változásai mellett úgyszólván kezdettől fogva a *földmágnesség* térbeli változásait is vizsgálat tárgyává tette.

Már 1896-ban, a gravitáció és mágnesség körében végzett vizsgálatairól az Akadémia elé terjesztett jelentésében megmutatta, hogy a földmágneses térerősség térbeli változásait, *térbeli inhomogenitásait* jellemző *gradiensek* alkalmas érzékenységu műszerrel éppen úgy mérhetőkké tehetők, amint az neki a földi nehézségre vonatkozóan sikerült.

Ismeretes, hogy a térben változó, azaz *inhomogén mágneses térben* a mágnestű nemcsak a közismert irányító, azaz forgató hatást szenved, hanem haladtató, azaz *transzlációs erőhatást* is szenved, vagyis ilyen mágneses tér a mágnestűt nemcsak elforgatni, hanem párhuzamosan eltolni is törekszik.

Ezért a földmágneses tér térbeli változásait, térbeli inhomogenitásait jellemző *gradiensek* mérése és az inhomogén mágneses térben jelentkező *transzlációs erőhatás* megmérése egymással összefüggő feladatokat jelentenek.

Az inhomogén földmágneses térben jelentkező transzlációs erőhatás mérésére tehát olyan *érzékeny mérőeszköz* szükséges, amely a földmágneses tér inhomogenitását a néhány *cm*-nyi mérőmágnés által elfoglalt térben is megérzi.

Eötvös e transzlációs erőhatás vízszintes összetevőinek mérésére szintén a torziós mérleg elvére alapított eszközt szerkesztett, amelyet *mágneses transzlátométernek* nevezett el. Az eszköz külső alakjában a nehézség horizontális variométeréhez, mai nevén az Eötvös-ingához hasonlít, a lefelé nyúló csőben azonban nem platina-tömeg, hanem acélmágnés függ és az eszköz nem a mérlegrudat felfüggesztő szál körül, hanem a mágnest felfüggesztő szál körül forgat-

ható. Ugyanis az eszközzel mérhető adatok a mérőmágnes által elfoglalt helyre vonatkoznak, tehát mérés közben e mágnesnek kell helyben maradnia.

Eötvös megmutatta, hogy ha a műszer vízszintes mérlegrúdjának egyensúlyi helyzetét a mágneses meridiánra merőleges állásban, továbbá ezzel 180° -os és -180° -os szöget bezáró állásban észleljük, akkor ezekből az észlelésekből a mérőmágnesre ható *transzlációs erő északi komponense*, a mágneses meridián irányába eső ugyanilyen három állásból pedig a *keleti komponense* meghatározható.

A mérőmágnes hajlását a vízszinteshez képest változtathatóvá téve és a mérést előbb a vízszintes siktól lefelé, azután ugyanakkora szöggel felfelé irányított mágnessel is elvégezve, a két vízszintes transzlációs erőkomponens két-két értéke adódik és e négy értékből *négy mágneses gradiens-adat* meghatározható.

A mágneses transzlatométer mérlegrúdjának állására természetesen a *nehézség térbeli változásai* is befolyást gyakorolnak. Ezt a befolyást azonban könnyen meghatározhatjuk és ettől észlelésünk eredményeit mentesíthetjük, ha az észlelés helyén a nehézség gradienseit meghatározzuk. Ez magával a mágneses transzlatométerrel is történhetik, ha a mérőmágnes helyébe ugyanakkora tömegű nem mágneses testet helyezünk és az eszközt, mint a nehézség horizontális variométerét, azaz mint Eötvös-ingát alkalmazzuk.

Ha tekintetbe vesszük, hogy a földmágneses térerősségnek — esetleg egy kis részétől eltekintve — van potenciálfüggvénye, akkor e térerősség térbeli változásainak jellemzésére 6 független gradiensadat meghatározása szükséges. A transzlatométerrel négyet mérhetünk le, tehát hátra van még kettőnek, illetve a LAPLACE-féle egyenlet felhasználásával csak még egynek a meghatározása.

E hiányzó adat meghatározására Eötvös egy másik eszközt, az *asztatikus variométert* szerkesztette. Torziós mérleg ez is: finom szálon könnyű alumínium csövekből összerakott vízszintes kereszt függ, amelynek végein négy, egymást lehetőleg asztatizáló mágnes van elhelyezve, a keresztet alkotó egyik rúdon északi végeikkel kifelé, a másikon befelé.

E keresztalakú elrendezésnek nagy előnye, hogy erre a mérlegtestre a *nehézség térbeli változásának* forgatónyomatéka is és a földmágnesség által a mágnesekben *indukált mágnesség* forgatónyomatéka is zérus. Tehát itt a nehézség térbeli változásainak forgatónyomatékait nem kell tekintetbe venni, a földmágnesség vízszintes komponensének forgatónyomatéka pedig úgy számítható, mintha a mágnesek indukciótól mentesek, azaz állandó mágnesek volnának.

Az eszközt magába záró szekrény a függőleges tengely körül forgathatóan különböző azimutokba állítható. Négy azimutban végzett észleléssel a földmágnesség térbeli inhomogenitásának jellemzésére még szükséges *ötödik adat*, sőt egy ötödik állásban végzett észleléssel még egy *hatodik adat* is meghatározható. Ez a két adat lényegében véve megfelel a gravitációs Eötvös-ingával meghatározható görbületi adatoknak. A hatodik adat meghatározása azonban már felesleges, mert, mint említettük, a transzlatométerrel meghatározott négy adat és az asztatikus variométerrel meghatározott előbbi adat a LAPLACE-féle egyenlettel együtt a feladatot már teljesen megoldják.

Megfelelő momentumú mérőmágnesek és megfelelő torziós együtthatójú mérőszálak alkalmazásával a földmágneses térerősség normális és anomális térbeli változásainak gradiensei ily módon jól kimutathatók. De — mint Eötvös maga kifejezte — a *normális változások* kicsinyége miatt nem érhette el az érzékenységnak olyan fokát, amellyel e normális változásokat nemcsak kimu-

tatni, hanem a kívánt pontossággal mérni is tudta volna. Azok a *helyi anomális változások* azonban, amelyeket a Föld mágneses terében közel fekvő tömegek, hegyek, völgyek, vagy a felszín alatt eltakart mágneses kőzetek létesítenek, a legtöbb esetben a normális változásoknál sokkal nagyobbak és ezek meghatározására az eljárás érzékenysége több mint kielégítő.

Eötvös tudatában volt annak, hogy ezek a helyi anomális változások a fontosabbak és már a vizsgálatait tárgyaló, már említett 1896. évi akadémiai jelentésében rámutatott arra, hogy eszközei ilyen értelemben — már kisebb érzékenység esetén is — *jó szolgálatot tehetnek a geológiának*.

A mágneses transzlatométer csakhamar igen érdekes alkalmazást talált *múlt időbeli mágneses inklináció-adatok meghatározására*. Eötvös a Math. és Phys. Társulatban 1900. február 1-én tartott előadásában rámutatott arra, hogy régi idők eseményei, jelenségei mindig érdeklik a kutatókat. A fizikusnak azonban ritkán van alkalma és módja arra, hogy a maga kedves tárgyának régi időkbeli szerepéről valamit megtudjon. Különösen az erőkről szerezhetünk kevés ismeretet. Bizonyos ugyan, hogy azok az erők, amelyek a régi időkben működtek, visszahagyták a maguk nyomait, de ezekből a nyomokból csak kivételes esetekben van módunk kiolvasni azt, amit az erőkre nézve ismerni szeretnénk.

Ilyen módot talált az olasz Folgheraiter, midőn 1899-ben megjelent közleménye szerint *régi égetett agyagedények* mágnesezettségét vizsgálta ebből a szempontból.

Folgheraiter *régi etruszk agyagedényeket* vizsgált meg remanens mágnességük szempontjából. Az agyagedények felületén megnyilvánuló szabad mágnesség eloszlásából következtetett a remanens mágnesezettségük irányára és ebből a kiegészítésük idejére vonatkozó inklinációra.

Azt találta, hogy *Olaszországban* időszámításunk kezdete előtt 8 évszázaddal az inklináció kicsiny és a maival ellenkező előjelű volt, vagyis az inklinációs tñ — ha akkor ilyen lett volna — északi végével a horizont fölé mutatott volna; néhány évszázaddal később lett nulla és ezután vette fel mai pozitív értékeit.

Folgheraiter nyomán azonnal Eötvös is végzett hasonló vizsgálatokat, nemcsak *égetett agyagedényeken*, hanem *égetett téglákon* is. Pontosabb és finomabb eszközével, ezek mágneses momentumának derékszögű komponenseit határozta meg és ezekből számította ki az illető korra és helyre vonatkozó inklináció szögét.

Folgheraiterhez hasonlóan Eötvös is azt találta, hogy az inklináció az időszámításunk kezdete előtti IV — III. évszázadban nálunk is negatív volt, időszámításunk első évszázadainak valamelyikében lett nulla; azóta pozitív és növekedő volt, a XVII. század végén érte el a maximumát és azóta a múlt század végéig fogyott.

Természetesen megfordítva, ismerve most már valamely vidéken az inklináció múlt időbeli változásait, az illető vidékről származó régi agyagtárgyak remanens mágnesezettségéből eképpen megállapítható inklináció értékéből a vizsgált *agyagtárgyak korára* következtethetünk és esetleg ilyen régészeti tárgyak valódiságát ellenőrizhetjük. A Nemzeti Múzeumból rendelkezésére bocsátott égetett agyagtárgyak ilyen irányú remanens mágnesezettségi vizsgálatával néhány esetben sikerült Eötvösnek a régészek feltevéseit helyesbíteni.

Eötvös a vizsgálatot folytatni kívánta és különösen az első évezred folyamán készült agyagtárgyakra kívánta figyelmét fordítani. Nincs tudomásunk arról, hogy ez megtörtént-e.

A mágneses transzlatométer természetesen alkalmas más kis mágneses momentumok, tehát pl. *közetek mágnesezettségének vizsgálatára* is. Eötvös nem is mulasztotta el sohasem a mágneses mérések területén talált közetek mágnesezettségének rendszeres meghatározását. Ugyanis, ha a mért földmágneses helyi anomáliákat eltakart vagy kibúvó közetek mágneses hatásának tulajdonítjuk, akkor e hatók mibenlétére vonatkozó következtetéseinkhez, vagyis *a mérések eredményeinek értelmezéséhez* ismernünk kell a mérések területén és környékén található közetek mágneses tulajdonságait.

Eötvös a megvizsgálandó *közetek irányított mintavételére* egyszerű mágneses tájolóat is szerkesztett, amelynek segítségével a kőzetdarabnak a lelőhelyen elfoglalt helyzete, orientációja, azaz rajta az északi, keleti és a függőleges irány megjelölhető. E jelölés segítségével a kőzetmintának nemcsak az indukált mágnesezettségét jellemző mágneses *szuszeptibilitása*, hanem a *remanens mágneses momentumának* az északi, keleti és a függőleges komponense is, tehát a kőzet remanens mágnesezettségének iránya is meghatározható.

Régi, de még történelmi, illetve régészeti korok földmágnességének előbb tárgyalt vizsgálatát ma *archeomágneses kutatásnak* nevezik. Folgheraiter és Eötvös tehát a múlt század végén a mai archeomágneses kutatásoknak voltak az előfutárjai.

Még régebbi időkre mehetünk vissza *eruptív közetek* remanens mágnesezettségének vizsgálatával. Ugyanis az eruptív közetek remanens mágnesezettsége is az izzón folyós állapotból történt kihűléskor felvett és állandósult mágnesezettségből származik. Eszerint orientált eruptív kőzetminták remanens mágnesezettsége irányának meghatározása a lávalehűlés, tehát *a kőzetkeletkezés korában ható földmágneses térintenzitás irányának* meghatározására alkalmas. Megfordítva, ha tudjuk, hogy melyik földtörténeti korban volt a földmágneses térintenzitás ilyen irányú, akkor meghatározhatjuk a *kőzet keletkezésének* és ezzel együtt *a vulkáni tevékenységnek a korát*.

A kőzetmágnesség ilyen irányú vizsgálatát ma már igen kiterjedten alkalmazzák és *paleomágneses kutatásnak* nevezik. Tehát Eötvös az irányított kőzetminták remanens mágnességének vizsgálatával az említett archeomágneses kutatásokon kívül igen közel állott a mai paleomágneses kutatások alapfogalmához is.

A Nemzetközi Földmérés (Internationale Erdmessung) szervezetének 1906 szeptember havában Budapesten tartott XV. általános értekezletén Eötvös a nehézségre vonatkozó vizsgálataival mellett *a nehézség és a földmágnesség anomáliáinak kapcsolatával* is foglalkozott. Már régebben is tapasztalták, hogy a földmágneses anomáliák gyakran együttjárnak a nehézségi vagy gravitációs anomáliákkal, de Eötvös előtt nem sikerült felismerni, hogy van-e kapcsolat a kétféle erőhatás anomáliái között, és ha van, miben áll ez a kapcsolat.

Eötvös szerint a negatív eredmény oka abban kereshető, hogy földmágneses anomáliák nemcsak mágneses hatású kőzetektől, hanem *földi* (tellurikus) *elektromos áramok* szabálytalanságaiból is származhatnak; de hozzátette, hogy ő erre még egy másik, jobb magyarázatot is tud adni.

Ha a nehézségi anomália fogalmát csak az ingával és a függővel mérhető anomáliákra, azaz csak a nehézségi gyorsulás nagyságának és irányának anomáliáira alkalmazzuk, akkor Eötvös szerint sem lehet kapcsolatot találni ugyanazon a helyzen észlelt nehézségi és mágneses anomáliák között.

Poisson ismert tétele alapján Eötvös mutatott rá először arra, hogy ha a földmágneses anomáliákat a földkéreg valamely homogén kőzetestében a

földmágnesség által indukált mágnesség okozza, akkor a helyes kapcsolat szerint e hatásból származó *földmágneses anomáliák* nem a földi nehézségnek, hanem a *földi nehézség térbeli gradienseinek az illető kőzettest okozta anomáliáival arányosak*. Pontosabban: a földmágneses anomáliák komponensei a megfelelő nehézségi gradiensek homogén lineáris függvényei.

Ebből következik, hogy nagyobb földmágneses anomáliák nem éppen ott keresendők, ahol a nehézségi gyorsulás anomáliái, hanem ott ahol a nehézségi gradiensek anomáliái a legnagyobbak. Tehát nem a *ható kőzettömb* közepe felett, hanem a *szélein*, ahol a ható tömb a környezetébe beékelődik, vagyis a ható testtel kapcsolatban *tektonikus vonalak* mentén. Eötvös megemlítette, hogy a földmágneses anomáliáknak ezt a tulajdonságát már Edmund Neumann kimutatta.

A tárgyalt összefüggés alapján a torziós mérleggel kimutatott tömegeknek nemcsak a helyzetére és méreteire, hanem bizonyos mértékben még az *anyagi minőségére* is következtethetünk. Mindenesetre az Eötvös-inga mérésekkel együtt megfelelően végrehajtott földmágneses mérések eredményei egyébként is fontos felvilágosításokat adhatnak a mágneses hatású kőzetek, elsősorban az *eruptívumok* jelenlétéről és települési viszonyairól és ezek a következtetések *előnyösen egészítheti ki* a nehézségi mérések eredményeiből levonható következtetéseket.

A Nemzetközi Földmérés következő, 1909. évi Londonban és Cambridgeben tartott XVI. általános értekezletén Eötvös ismét foglalkozott a torziós ingamérések és a velük együtt végzett földmágneses mérések együttes értelmezésével. Itt mindenekelőtt azt emelte ki, hogy *túl nagy állomástávolság* esetén az együttesen végzett gravitációs és mágneses mérések eredményeiből sem kaphatunk eléggé biztos felvilágosítást sem a nehézségi, sem a mágneses anomáliákról, sem az ezeket előidéző ható testekről. Az anomáliák kellő részletességű megismerése és helyes értelmezése érdekében mindkétféle mérést *eléggé sűrű hálózatban vagy közökben* kell végezni. Az országos mérések szokásos több *10, 30, 50* vagy még több *km*-es közökben végzett egyes mérései erre nyilván nem elegendők, hanem ilyen következtetésekre az eredmények alakulása szerint lényegesen sűrűbb állomáshálózat szükséges.

1902-től kezdve Eötvös mindenütt, ahol torziós ingamérések történtek, földmágneses méréseket is végeztetett és az együttesen végzett gravitációs és földmágneses mérések eredményeit együttesen igyekezett értelmezni.

Eötvös torziós ingamérései és az ezekkel együtt végzett földmágneses mérések rendszerint *hálózatosan* elosztott állomásokon történtek, amelyek átlagos távolsága az átkutatott vidék sajátosságai és az eredmények alakulása szerint különböző volt, de seholsem volt nagyobb *4–5 km*-nél.

Ezt az országos mérésekhez képest máris elég sűrű gravitációs és mágneses hálózatot ott, ahol a mágneses anomáliák változásai szükségessé tették, még sűrűbben, esetleg – rendszerint észak–dél irányú – *vonalak* mentén néhány száz méteres, egyes helyeken *50–100*, sőt *5–10* m-es közökben elhelyezett *mágneses állomások* közbeiktatásával egészítették ki.

Az Eötvös-ingamérésekkel együtt végzett mágneses mérésekben a horizontális intenzitás, a deklináció és az inklináció *abszolút értékeit* határozták meg az akkor szokásos eszközökkel, amelyeken azonban Eötvös célszerű módosítóskat eszközölt.

A helyenként, mágneses szempontból zavart területeken vagy más okból közbeiktatott további állomásokon ún. *relatív méréseket* végeztek. Ezekben vagy csak a horizontális intenzitást mérték Eötvös által terepi viszonyokra

alkalmassá tett Kohlrausch-féle helyi variométerrel, vagy ezt és a deklináció két-két hely között mutatkozó változását is, Eötvös által külön erre a célra szerkesztett mágneses teodolitpárral.

Az Eötvös-ingamérésekkel kapcsolatos első ilyen nagyobb szabású, igen részletes földmágneses mérések az 1902., 1903. és 1904. években a Szerémségben Ny–K irányban húzódó Fruska Gora szigethegységben és annak környékén történtek. A hegységtől északra, a síkságon talált nagy kiterjedésű és nagy értékű, feltűnő szabályosságú anomáliák magyarázatául Eötvös 1906. évi jelentésében még eltakart *vasércre* gondolt, de 1909. évi beszámolója szerint később sikerült kimutatnia, hogy ezeket az anomáliákat a hegység felépítésében is részt vevő *eruptív* tömegekben a földmágnesség által indukált mágnesség okozza.

A figyelmét erre az a körülmény terelte, hogy a hegygerinctől északra, a síkságon kimutatott nagy kiterjedésű, Ny–K irányú fő anomália-vonulattal párhuzamos kisebb kiterjedésű mellékvonulatban magán a hegyen még nagyobb anomáliák jelentkeztek. E nagy anomáliák egyike a hegygerinc közelében ott mutatkozott, ahol az anomáliát okozó ható a hegységet alkotó kristályos palatömegek közé ékelt 800 m széles és Ny–K irányban hosszan elnyúló *szerpentin*tömb alakjában a felszínre bukkan. A megvizsgált szerpentin-darabok szuszceptibilitása 0,005-től 0,010-ig terjedő értékűnek adódott. Eötvös szerint még mindig merésznek tűnhetett a mért nagy mágneses anomáliákat ilyen kevéssé mágneses kőzet indukált mágnességével megmagyarázni akarni, de az elvégzett számítás szerint a 0,005 mágnessézettségű ható test mágneses hatása meglepő jól megadta a tömb felett 1 m műszermagasságban a hegyen mért nagy értékű *másodlagos anomáliákat*, 80 m mélységből pedig a síkságon mért *főanomáliákat*. Minthogy a hegygerincen észlelt másodlagos anomáliákat nyilván valóban a kibúvó mágneses hatású szerpentin-tömb okozza, feltehető, hogy ugyanilyen kőzetek lehetnek azok is, amelyek nagyobb mélységből a síkságon mért főanomáliákat idézik elő.

Minthogy pedig az egyidejű gravitációs mérések eredményei nem mutatnak anomáliákat a mágneses anomáliák helyén, következtetésünket úgy egészíthetjük ki, hogy az észlelt mágneses anomáliákat velük egyező sűrűségű kőzetek közé ékelődő mágneses hatású kőzetek okozzák.

Másik példaként Eötvös az 1908-ban *Makó és Szeged között* a nehézségi gradiensek és a földmágnesség anomáliáival egyaránt kimutatott ÉÉNy – DDK irányú eltakart tömegvonulatot említi, amelyet a számítás szerint 0,0035 szuszceptibilitású kőzettömb okozhat. Minthogy ilyen szuszceptibilitásuk is elsősorban eruptív kőzeteknek lehet, Eötvös itt is a geológusok által nem sejtett *eruptív tömegvonulatra* következtetett.

Ezek a példák mutatják, hogy megfelelő módon végzett földmágneses mérések valóban fontos felvilágosításokat adhatnak mágneses hatású kőzetek, elsősorban eruptívumok előfordulásairól és települési viszonyairól.

Eötvös kifejezte azt a reményét, hogy több és kiterjedtebb területen végrehajtott hasonló vizsgálatok *a geológiának jelentős szolgálatakat fognak nyújtani*.

A Nemzetközi Földmérés utolsó, 1912. évi hamburgi általános értekezlete elé terjesztett jelentésében Eötvös a kecskeméti földrengési terület gravitációs térképén a *földmágneses anomáliákat* is szemléltette, de a szokásostól nagyon különböző *sajátságos módon*.

Ugyanis a vizsgált területen a mágneses anomáliák nagyon kicsinyek és a kiszámításukhoz szükséges normális értékek nem kielégítően definiált értékek.

Ezért Eötvös a mágneses anomáliák más, jobb értelmezésére a térerősség vízszintes síkbeli gradienseit használta fel. Ezek a gradiensek ezen a kevésbé zavart területen is a szokásos egységükben elég nagy értékűek, nem ritkán a normális értékeik tízszeresénél is nagyobbak. A mágneses anomáliák jellemzésére e gradiensekkel meghatározott oly mennyiséget választott, amelynek jelentése a földmágneses térerősségre nézve ugyanaz, mint a *horizontális irányító-képességnek* a nehézségi erőre nézve és Eötvös a térképen is ugyanúgy ábrázolta. Az ábrázolásnak ez a módja a mágneses anomáliák jelenlétét és helyét is jól megadja és ezen felül azt az előnyt is nyújtja, hogy kisebb területen végzett mérések eredményei alapján is jól alkalmazható, anélkül, hogy egy nagy-kiterjedésű országos mérés befejezését megvárni szükséges volna.

Eötvös az így értelmezett földmágneses anomáliákat *angliai és japáni mágneses mérésekre*, sőt 0° és 60° szélességi körök között az egész északi fél-gömbre is alkalmazta, de ezeket az eredményeket nem publikálta.

IRODALOM

Báró Eötvös Loránd élete és tudományos működése. A Math. és Phys. Lapok Eötvös Loránd-füzete (1918. évi 6–7. füz.). Írták: Fekete Jenő, Mikola Sándor, Pekár Dezső, Rybár István és Tangl Károly. Budapest, 1918.

Kövesligethy Radó, *Eötvös Loránd.* Műveltség: A gondolat úttörői, első sorozat. Szerkesztette Lambrecht Kálmán. Dante könyvkiadó, Budapest (év nélkül).

Báró Eötvös Loránd Emlékkönyv. A MTA megbízásából szerkesztette Fröhlich Izidor. Kiadta a Magyar Tudományos Akadémia. Budapest, 1930.

Eötvös Loránd összegyűjtött munkái. (Roland Eötvös Gesammelte Arbeiten.) A MTA megbízásából sajtó alá rendezte Selényi Pál. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1953.

Renner János, *Eötvös Loránd.* Műszaki nagyjaink, III. kötet. Szerkeszti Szőke Béla. A Gépipari Tud. Egyesület kiadása, Budapest, 1967.

MAGYAR GEOFIZIKA X. ÉVF. 5. SZ.

Eötvös Loránd kutatásainak geodéziai jelentősége

B I R Ó P É T E R

Az eddigiekben több oldalról méltattuk Eötvös Loránd tudományos eredményeinek jelentőségét. Életműve világhíre emelte őt a geodézia tudományában is. Eredményeinek java része itt került gyakorlati alkalmazásra és szerzett Eötvös Lorándnak nemzetközi elismerést.

Eötvös Loránd korában már ismeretes volt, hogy az égitestek, közöttük Földünk alakja tisztán geometriai úton nem definiálható, mert ezt fizikai hatás – a nehézségi erő hatása – alakítja ki. Ezért Eötvös idejében már egyre inkább előtérbe kerültek a geodézia fizikai módszerei, melyeket ma fizikai geodézia néven ismerünk.

A 18–19. századi elméleti geodéziai kutatások jelentős része a forgó folyadéktömeg egyensúlyi alakjának meghatározására irányult.

A 19. század közepén Poincaré, Laplace, Gauss és mások vizsgálatai nyomán már ismeretes volt, hogy az egyensúlyi állapotban levő folyadéktömeg szabad felszínén a nehézségi erő potenciáljának értéke állandó, vagyis a szabad folyadékfelszín a nehézségi erő potenciáljának egyik szintfelületével azonos. Következésképpen a részben már megszilárdult Föld alakja sem lehet távol fel-

színközeli szintfelületeinek alakjától. Tekintettel arra, hogy Földünk kb. $\frac{3}{4}$ részét ma is szabad folyadékfelszín – a tengerek felszíne – határolja, Gauss a Föld elméleti alakjának a földi nehézségi erő potenciáljának azt a szintfelületét választotta, mely a közepes tengerszintek magasságában halad. Ezt a szintfelületet Listing (1873) óta geoidnak nevezzük.

A szintfelületek elméletének részletes kifejtését Eötvös Loránd fiatal professzorsága idején Bruns (1878) és Helmert (1884) adta közre. Eötvös tudományos működésének korában tehát a geodézia középponti kérdése a szintfelületek, de különösen a Föld alakját képviselő szintfelület – a geoid – gyakorlati meghatározása volt. Erre vonatkozóan ismeretek voltak már Clairaut nevezetes összefüggései, Bruns geometriai módszere, Helmert eljárása, sőt Stokes fizikai módszere is, amelyeknek gyakorlati megoldása azonban különböző nehézségekbe ütközött. Ilyen akadályok voltak például a földfelszíni nehézségi gyorsulás-értékek hiánya, a függővonal irányának kevés pontban való ismerete stb.

Ebben a tudománytörténeti helyzetben érthető, hogy a geodéziai tudományos világ nagy érdeklődéssel fordult Eötvös Loránd felé, amikor ő eredményeit közzétette.

Az Eötvös-inga mérési eredményeiből számítani lehet az inga felfüggesztési pontján áthaladó szintfelület két főgörbületének különbségét. Ez az érték jellemzi a szóban levő szintfelületnek a gömbalaktól való eltérését. Eötvös eredményei felhívták a figyelmet arra, hogy kis távolságban is a szintfelület görbületi viszonyaiban igen jelentős változások következhetnek be, még teljesen sík területen is, ahol a felszíni viszonyokból ez nem következne. A mérési eredmények alapján számítható a görbületi sugarak közelítő értéke is, ha a nehézségi gyorsulás függőleges gradiensére normálértéket veszünk fel.

Meghatározható továbbá a főgörbületek iránya is. Ezekből az adatokból már számítható a szintfelület görbületi sugarának jó közelítő értéke tetszőleges azimutban, például mért geodéziai alapvonalaink tengerszintre redukálásához.

A görbületi sugarak pontos számításához a nehézségi gyorsulás vertikális gradiensének ismerete lenne szükséges. Maga Eötvös is kísérletezett ennek mérésére alkalmas műszer szerkesztésével, de sajnos erre sem neki, sem azóta másnak még nem sikerült olyan tökéletes műszert szerkeszteni, mint amilyen a torziós inga a maga területén.

A torziós inga által mért értékekből meghatározható továbbá a vizsgált ponton átmenő függővonal görbülete. Erre éppen Eötvös idejében terelődött a geodéták figyelmé, amikor Pizetti 1906-ban javasolta, hogy a korábbi Helmert-féle vetítési móddal szemben ne az ellipszoidi normális, hanem a nehézségi erőter függővonala mentén vetítsük a földfelszíni pontokat a tengerszintre. Ennek a vetítésnek matematikai megoldásához elengedhetetlenül szükséges a függővonal görbületének ismerete. Ezt hosszú ideig csak az Eötvös-féle torziós inga mérési eredményeiből lehetett meghatározni. Azóta dolgoztak ki már más módszereket is, de lényegében mindegyik módszernek a nehézségi gradiens számításra kell visszajutni, ami viszont ma is Eötvös-ingával végezhető el a legpontosabban.

Eötvös felismerte azt, hogy a geodéziának a földi nehézségi erőter és így a földalaki részletesebb vizsgálatához nagyszámú földfelszíni nehézségi gyorsulás értékre van szüksége. Ezek meghatározása akkoriban csak nehézkes relatív inga mérések útján történt, sok költséggel és fáradtsággal. Ezért Eötvös gravimétert is szerkesztett, amelynek elvét sajnos nem tette közzé és így lényegében ugyan-

ezt 30 évvel később „újra feltalálták”. Talán éppen az Eötvös-inga mérések eredményei terelték el figyelmét a graviméter elvének publikálásától, hiszen az ingamérésekkel végzett összehasonlító vizsgálatok kimutatták, hogy az Eötvös-ingával legalább olyan pontossággal végezhető a gravitációs hálózat kis távolságra való sűrítése sík terepen, mint relatív ingaméréssel.

Éppen ezen vizsgálatok készítették a Budapesti Műegyetem Geodéziai Intézetét – Oltay Károly akkori adjunktust – arra, hogy nehézségi gyorsulás méréseket végezzen és kapcsolatot létesítsen a potsdami főalappont és a Budapesten létesített magyarországi gravitációs főalappont között.

A szintfelületek alakjának tanulmányozásához, továbbá egyéb gyakorlati célokra fontos a függővonal iránya és a számítási alapfelületeknt felvett ellipszoid normálisa által bezárt szög – a függővonalelhajlás – ismerete minél több pontban. Ennek jelentőségére is Eötvös idejében terelte a figyelmet Helmer és Bruns. Ebben a vonatkozásban is igen jelentős volt Eötvös felfedezése geodéziai szempontból, mert a torziós ingával végzett mérések eredményeiből meghatározható két közeli pont között a függővonalelhajlás megváltozása.

Az Eötvös-inga-állomások hálózata, ha ezt ismert asztrogeodéziai pontok közé illesztjük, olyan sűrű függővonalelhajlás hálózatot nyújt, amelynek alapján a szintfelületek, így a geoid alakja is részleteiben tanulmányozható. Eötvös Arad környéki klasszikus vizsgálati területéről el is készítette a geoid ábráját és ezzel lényegében elsőként készített geoid-térképet egy évtizeddel megelőzve Gallét, aki 1916-ban tette közzé a Harz-hegység geoid-ábráját.

Eötvös módszerét a függővonalelhajlások sűrítésére több vonatkozásban tovább fejlesztette Renner János, de a lényeg azóta sem változott. A módszer ma is jól használható és nem eldöntött kérdés, hogy például magyarországi alföldi viszonyaink között az újabb módszerek mellett nem még mindig ez a legpontosabb eredményre vezető eljárás-e? A kérdés vizsgálata folyamatban van. A legutóbbi időkben az Egyesült Államokban végeztek hasonló kísérleti méréseket, igen kedvező eredménnyel.

Geodéziai szempontból ugyancsak nagy jelentőségű Eötvös felismerése a kelet – nyugati irányban mozgó tömeg súlyváltozásával kapcsolatosan. Ezt a hatást az egész nemzetközi geodéziai irodalom Eötvös-féle effektus néven ismeri. Gyakorlati jelentősége Eötvös korában a tengeri hajókon végzett nehézségi gyorsulás mérések redukálásában volt. A kérdés fontossága azóta még fokozódott, mert ma már nemcsak alig mozgó hajókon, hanem gyorsjárású repülőgépeken is végeznek nehézségi gyorsulásméréseket, ahol a hatás nagyságrendekkel nagyobb.

Az Eötvös eredményei iránt megnyilvánult nagy nemzetközi érdeklődésre jellemző az, hogy a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió elődje, a Nemzetközi Földmérés (Internationale Erdmessung) XV. általános értekezletét 1906-ban Budapesten rendezte. Itt mutatta be Eötvös Loránd teljes részletességgel és rendszerezettséggel a torziós inga elméletét, geodéziai és geofizikai alkalmazását, továbbá az addig végzett kísérleti méréseinek eredményeit. A konferencia határozatilag elismerte Eötvös eredményeinek jelentőségét és felkérte a magyar kormányt Eötvös méréseinek támogatására.

Eötvös Loránd tudományos működésével maradandó nemzetközi elismerést szerzett a magyar tudománynak a geodézia területén is. Ezért a geodéták is őszinte tisztelettel emlékeznek rá halálának 50. évfordulóján.

A geofizikai adatok felhasználása az érc- és ásványbányászati földtani kutatásokban

CSEHNÉ M E T H J Ó Z S E F

Az érc- és ásványbányászati földtani kutatásban elsősorban a hagyományos kutatási módszerek játszanak fontos szerepet, így a metallometriai mintázás, árkolás, mélyfúrás és vályatkutatás.

Az érckutatók már régóta igénylik, hogy — különösen fedett-területeken — a geofizikai módszereket is az eddigénél nagyobb mértékben alkalmazzuk. Igen sok geofizikai vizsgálat volt exponált helyeken (vasérc Rudabánya, színesfémércek Mátra hegység, Velencei hegység) azonban ezek — egyrészt a módszerek bizonytalansága, de főleg az eredmények nem megfelelő értékelése folytán — nem adtak olyan mértékű segítséget, ami a kutatást döntően befolyásolta volna akár területi lehatárolásban, akár kutatási költség kihatásában.

Néhány módszeres, több éven át tartó geofizikai vizsgálat tudott segítséget adni a kutatás irányításában, például Rudabányán a fedő pannóterület kijelölésében, Mátrában telérek nyomozásában. A mélyfúrásoknál alkalmazott vizsgálatok eredményét, úgy hiszem elsősorban mélyebb értékeléssel hasznosítani kell, különösen olyan helyeken, ahol sok ilyen vizsgálat volt.

Az ásványkutató területén kevés hazai geofizikai vizsgálat volt. Néhány, utóbbi időben végzett kutatás (Felsőpetényi) mélyfúrásos ellenőrzése napjainkban folyik.

Igen fontos lenne az eddig végzett geofizikai vizsgálatok kritikai újraértékelése és ezután a legkedvezőbb elterjedési mód megkeresése, ami úgy a földtani tárlati fejlesztésben, mint a költségkihatásban folyamatosan betervezendő.

В геолого-разведочных работах, связанных с разработкой месторождений полезных ископаемых, основную роль играют — благодаря своим характерным особенностям — классические методы разведки, так напр. металлометрическое моделирование, шурфование, глубокое бурение и исследование выработок.

В области разведки рудных месторождений, в частности на скрытых площадях, уже давно возник вопрос о необходимости усиленного применения геофизических методов. До сих пор проведен весьма большой объем геофизических работ в значительных рудоносных районах (железные руды — Рудабанья, цветные металлы — горы Матра и Виллань), однако, в связи с неопределенностями методов и в частности, несоответствующей интерпретацией результатов, не была получена решительно эффективная помощь ни по оконтуриванию месторождений, ни по снижению разведочных работ.

Некоторые методические геофизические исследования, проводившиеся в течение нескольких лет, оказали помощь в направлении последующих разведочных работ, напр. на месторождении Рудабанья — в области выделения зоны развития покровных паннонских отложений, а в районе гор Матра — по линии прослеживания рудных жил. По мнению автора результаты геофизических исследований глубоких скважин необходимо использовать с более полной их интерпретацией, главным образом в местах, где был проведен большой объем промыслово-геофизических исследований.

В области разведки на минералы в Венгрии проведен небольшой объем геофизической съемки. В настоящее время проводится проверка глубоким бурением результатов некоторых геофизических съемок, проведенных за последнее время (Фельшпетень).

Было бы желательно подвергнуть результаты проведенных до сих пор геофизических исследований критической переработке и найти затем оптимальных комплекс методов, работы по которым должны быть запроектированы как в области перспективного геологического развития, так и в работах по проектированию разведочных расходов.

In der geologischen Erkundung für Erz und Mineralien spielen in erster Reihe die herkömmlichen Forschungsmethoden (metallometrische Probeentnahme, Röschen, Tiefbohrungen und Streckenauffahrung) eine wichtige Rolle.

In der Erzerkundung — besonders in den bedeckten Gebieten — zeigte sich schon längst die Notwendigkeit der Anwendung geophysikalischer Methoden in grösserem Masse als vorher. Es wurden schon viele geophysikalische Messungen ausgeführt (nach Eisenerzen in Rudabánya, Bunterzen im Matra-Gebirge und Velence-Gebirge usw.), aber teils die Unsicherheit der Methoden, teils die unge-

nügende Bearbeitung der Messdaten hatte zur Folge, dass die Messungen keine, die Schürfung in determinierender Weise beeinflussenden Resultate ergaben.

Nach einer Besprechung der bisherigen Messresultate vertritt der Verfasser die Ansicht, dass besonders durch die volle Ausnützung der modernen Karottage-Methoden und der Anwendung der maschinellen (digitalen) Auswertungsverfahren bedeutende Erfolge erreicht werden können. Man sollte auch die älteren Messungen einer neuen Bewertung unterziehen und für die anzustellenden Arbeiten einen Plan einzusetzen, welcher für die perspektivische geologische Entwicklung und auch für die Kostenaufwand-Gesichtspunkte massgebend sein kann.

Örömmel tettem eleget a meghívásnak, hogy a 4. Geofizikus Vándorgyűlésen itt Pécsen, a helyi csoport 10 éves jubileumán elmondjam az iparágunkban végzett geofizikai mérések és értékelések problémáit. E hely azért is alkalmas erre, mert a MÉV geofizikusai az utóbbi időben sok hasznos vizsgálatot végeztek az iparágban és ezek fontos támpontokat nyújtottak feladataink megoldásában.

Az érc- és ásványbányászati földtani kutatásokban elsősorban a hagyományos földtani kutatási módszerek játszanak döntő szerepet, így a földtani térképezés, a metallometriai mintázás, árkolás, mélyfúrás és részletes fokon a vágatkutatás. A geofizikai vizsgálati lehetőségek eddig kevesebbet szerepeltek. Különösen az ércbányászatban, de ma már az ásványbányászatban is igen lényeges az ásványtelepek minőségének megismerése, változásainak rögzítése, ezért a részletes kutatást vágatokkal végzik, de ritkább esetben már elég sűrű hálózatos mélyfúrásos kutatással is. Az elmúlt 5–10 évben határozott törekvések voltak arra, hogy a geofizikai vizsgálatokat iparágunknál szélesebb körben bevezessük. Jelentős összegeket irányoztunk elő felszíni geofizikai vizsgálatokra, de ezenkívül kiterjedten alkalmazzuk a karottázs méréseket is.

Az iparág területén szóbajjható geofizikai vizsgálati lehetőségeket az alábbiak szerint különíthetjük el:

1. Az elő- és felderítő kutatás folyamatában, a földtani adottságok, szerkezeti viszonyok, esetenként bizonyos fémek, ércetek, elbontási zónák előrejelzése.

2. A mélyfúrásos kutatásban a különböző paraméterek meghatározása mellett, az egyes pontokban kapott adatok távolabbi kiterjeszhetőségének megítélésében, a réteghatárok pontosabb elhatárolásában stb.

3. A részletes kutatás, termeléselőkészítés során esetleges, minőségi (pl. fémtartalom) adatok megszerzésére.

Az érc kutatásban már régóta van igény arra, hogy — különösen fedett területeken — a geofizikai módszereket az eddiginél nagyobb mértékben alkalmazzuk. Ilyen szellemenben sok kísérleti mérés volt exponált érces területeinken (vasérc Rudabánya, mangánérc Úrkút—Eplény, színesfémérc Mátra hegység, Velencei hegység), azonban részben a módszerek bizonytalansága, de főleg a kapott geofizikai adatok nem elég elmélyült értékelése miatt ezek nem adtak olyan segítséget, ami a földtani kutatások irányát döntően befolyásolta volna.

Az ásványbányászati földtani kutatásban kevés geofizikai vizsgálat volt, de ezek azt mutatják, hogy a módszer kedvező megválasztása esetén hasznos adatokat szolgáltathatnak (okkerföld: Cserszegtomaj, tűzállóagyag; Felsőpetény).

Érces területek

Mátra hegység

A hegység színesfémérc-nyomos és reménybéli központi és nyugati területein 1965–67. években a MÉV geofizikai részlege — de azt megelőzően más szervek is — végeztek kísérleti jellegű, részben konkrét földtani problémák meg-

oldására szánt geofizikai méréseket. Ezek során a feladat az volt, hogy a kovás – karbonátos teléreket nyomozzák, gyakran nagyobb vastagságú törmeléktakaró alatt. E vizsgálatok, illetve mérések (ahol szimmetrikus ellenállás, IZS, MAN, VESZ-módszerű mérés, természetes potenciál, gerjesztett potenciál, mágneses mérés volt) azt mutatták, hogy ilyen módszerekkel, vagy azok együttes alkalmazásával az egyes teléreket, azok nyomvonalait ki lehet mutatni, helyesebben a teléreket közelműködésben anomáliákat okoznak. Emellett azonban más anomáliák is jelentkeztek, főleg kőzettani határoktól, de gyakran szerkezeti vonalaktól függően.

A geofizikai módszerekkel kimutatott anomáliák éppen ezért még kisebb mértékben felszíni árkolásos ellenőrzésre, de feltétlen bányászati kutatásra szorulnak.

A Mátra hegységben a cseternyásbérci és a parádsasvári telércsoport nyomozásában, illetve nyomvonalának kijelölésében adtak segítséget ezek a geofizikai mérések.

Hasonlóan hasznosítható volt a mágneses mérések eredménye is, mivel azokkal az egyes andezitféleségek (elbontatlan állapotban), jelen esetben a takaróandezit és a középső, az érceléreket is befogadó andezit elkülöníthetők voltak.

Nagyon hasznos tájékozódást adtak a légifelvételezésű káliumanomália térképek is, melyeken az anomáliák nagyon szépen egyeztetethetők az egyes telércsoportokkal, helyesebben az azokat körülvevő magas káliumtartalmú bontott zónákkal. Ezeket a tájékoztató adatokat távlati kutatási terveink kialakításánál fel tudjuk használni.

A hegység K-i peremén, a Recsk környéki ércesedések kutatása igen régi múltra nyúlik vissza, már a bükkszéki kőolajkutatással kapcsolatban voltak itt geofizikai mérések. Az 1950-es évek közepétől ismét a területre terelődött a figyelem és geofizikai úton is adatokat igyekeztek gyűjteni, hogy elsősorban a lahócai ércesedés további nyomozását elősegítsék, részben pedig, hogy a régi mélyfúrásokból megismert alaphegységi kifejlődést, és az esetleges ércesedés lehetőségét tisztázzák. Ezek között a legjelentősebb volt az 1955. évi szeizmikus felvétel, amelynek során a fedő andezittakaró, a feltételezett triász alaphegység helyzetét kísérelték meghatározni. A kapott geofizikai eredményeket a kutatási tervek kialakításánál figyelembe is vették.

A mélyfúrásos kutatással párhuzamosan rendszeres karottázs vizsgálat is folyt.

A fúrásokban elvégzett potenciál, ellenállás, valamint természetes-gamma, gamma-gamma és neutron-gamma mérések kiértékelését a MÁELGI végezte. Tekintettel arra, hogy a kiértékelés számára csak az elsődleges anyagfeldolgozás állt rendelkezésre, az egyes képződményekre egymást átfedő paraméter értékeket kaptak, és így az egyes képződmények korrelálása a mélyfúrás geofizika segítségével nagy nehézségeket jelentett. A területen végzett földtani újrafelvételezés azt bizonyítja, hogy a geofizikai paraméterváltozások alapján a legfontosabb kőzettípusok, andezitek, andezit agglomerátumok, mészkövek, dolomitok, agyaggalák egymástól elkülöníthetők, sőt bizonyos esetekben ezek elválosztási típusai (kovásodás és agyagásványosodás) jellegzetes értékeket adnak. Az esetleges ércesedés meghatározására a hagyományos karottázs módszereken túl speciális módszereket is alkalmaztak, mint például az indukciós és gerjesztett potenciál vizsgálatok, valamint a szelektív gamma-gamma és a neutron aktivációs analízis. Ezek az eljárások már adtak biztató eredményeket, de további finomításra szorulnak.

A területen végzett Eötvös-ingamérések, földmágneses mérések, szeizmikus-mérések helyes értékeléséhez a nagyszámú mélyfúrásból származó földtani adat és geofizikai karottázs szelvény lehetőséget ad, de ez az eddigi vizsgálatok alapos újraértékelését is kívánja, a földtani és geofizikus szakemberek szoros együttműködésével.

Problémaként jelentkezett a – feltehetően mélységben rekedt – andezit távolabbi területeken való jelzése is. Fontos kérdés kimutatni ennek az andezitnek az üledékkal való érintkezését is, mert a kutatás irányításában segítséget nyújthat. Ezért első feladatunk és javaslatunk az lehet, hogy az eddigi geofizikai és földtani adatokat kritikus szemmel újraértékeljük. A kutatás során mindent meg kell tenni olyan geofizikai módszerek kialakítására, illetve felszíni mérési eredmények mélyfúrásokban való ellenőrzésére, amelyek lehetőséget adnak az egyes ércutatások esetén a szélesebb körben való alkalmazásra.

Velencei hegység

A Velencei hegység területén igen kiterjedt geofizikai vizsgálatok folytak korábban is, azonban az érces, illetve ásványnyomos területekre vonatkozóan csak az utóbbi időben történtek kísérletek a MÉV geofizikai részlege kivitelezésében.

Az 1965–67 időszakban a működő, vagy már bezárt bányaterületeken a korábbi kutatásokból ismert területeken és nyomokon indultak meg a mátrai kutatásokhoz hasonlóan a kísérleti geofizikai mérések. (Pátka–Kórákáshegy, Pákozd–Lászlótanya és Pátka–Szűzvár környezetében). E vizsgálatok eredményeiből az esetek többségében csak a korábban ismert (bányászati és árkolásos) nyomvonalakat sikerült kisebb bizonytalanságokkal követni. Néhány következtetés (gránit/pala határa) a későbbiek folyamán mélyfúrásos kutatással még ellenőrzendő.

A székesfehérvári aplitbánya területén felszíni elektromos módszerekkel (*VESZ*, horizontális és szimmetrikus szelvényezés) az ép gránitot fedő gránitmurva és lösztakaró vastagságát jó eredményekkel sikerült meghatározni. Ugyanakkor az *IZS*-módszerrel a gránittesten belüli aplittelérek meghatározása csak részben oldható meg, mélyfúrásos kiegészítésre szorul.

Rudabánya

A rudabányai vasércterületen szintén igen elterjedten alkalmaztak geofizikai vizsgálatokat, részben a NME Geofizikai Tanszéke, részben a MÉV geofizikai részlegei kivitelezésében. A kutatások célkitűzése az volt, hogy az ércesedésre alkalmas kőzetek elhelyezkedését tisztázzák, az ércesedés települési mélységére tájékoztatást adjanak. Ezek a vizsgálatok általában reális adatokat szolgáltatottak, a mélyfúrásos kutatások során ezek igazolódtak.

A vastagabb pannonfedő kijelölésében segítséget adott a kutatás; a külszíni fejtésre alkalmas területek között elkerülhető volt (Szőlőhelytető).

A területen végzett felszíni geoelektromos, gravitációs, mágneses, tellurikus mérések együttes alkalmazásával az ércesedést lehatároló fő tektonikai vonalakat pontosan meghatározták és egyes főbb képződmények (eocén-oligocén fedő, triász-evaporitok, ladini agyagpala stb.) meghatározása kisebb mélységben lehetséges volt.

Több éve tartó vizsgálatokat folytattak a mélyfúrásokban karottázs módszerekkel a vastartalom meghatározására vonatkozóan is. E vizsgálat kiértékelése még további feladatunk.

Cserszegtomaj

Cserszegtomajon tűzállóagyaggal kitöltött, elfedett dolomittöbrök helyének meghatározására, azok kiterjedésének és mélységének meghatározására sikerrel alkalmazták a MÉV geofizikusai a szimmetrikus elektromos szelvényezést és a vertikális elektromos szondázás módszerét. A geofizika által kimutatott fedett töbrök mélyfúrásos kutatására ez évben kerül sor. A további kutatás kijelölésében ezt a módszert alkalmazni kívánjuk.

Romhányi rög

A Romhányi rög területén *VESZ*-méréssel és szimmetrikus elektromos szelvényezéssel a területet határoló fő tektonikai vonalak meghatározók voltak. Ugyanakkor kísérletet tettek az alsó-oligocén homokösszletben levő tűzállóagyagtelepek kimutatására is, de azok a kis vastagság miatt egyértelműen nem értékelhetők.

Az agyagösszlet kivastagodását jelző triász alaphegység relatív mélyületeinek meghatározása viszont egyértelműen sikerült. A mészkő és a felette települő kovás komokkó hasonló nagy ellenállása miatt az alaphegység mélységének pontos megállapítása nem lehetséges.

Egeofizikai mérések következtetései ez évben kerülnek mélyfúrásos ellenőrzésre.

A területen néhány fúrásban karottázs mérésekre is került sor, de ezek kiértékelését még nem végezték el.

Tokaj hegység

A Tokaj hegység ásványbányászati nyersanyagainak kutatásánál eddig csak kísérleti mérésekre került sor. A „*Szerencsi öböl*” perspektivikus kutatása során néhány fúrásban (1960 – 63) geofizikai mérésekre is sor került. A mérések kiértékelése mindmáig nem történt meg. Azonban a kvarcitrétegek, a kaolin és bentonittestek, az agyagos zónák geofizikai paramétereik alapján jó közelítéssel elkülöníthetők voltak. Éppen ezért feltétlenül szükségesnek tartjuk a mérések pontos kiértékelését és további kísérletek végzését.

Kísérleteket végzett az OFKEV és a NME Geofizikai Tanszéke a bentonitok ioncserés lyukgeofizikai vizsgálatára, amelyek folytatását továbbra is javasolni lehet.

Felszíni geofizikai méréseket végzett a MÉV a mezőzombori és a szegilongi kaolin, valamint a fűzerradványi illitelőfordulás területén a haszonanyaglencsék helyzetének és településének meghatározására. Az alkalmazott *VESZ* és szimmetrikus elektromos szelvényezés, valamint a földmágneses mérések együttes kombinációjával sem sikerült egyértelműen kimutatni a haszonanyagtesteket a fedőandezit, a riolit, illetve a kvarcit-rétegek alatt.

Véleményünk szerint az ásványbányászati nyersanyagok kutatásánál mind a felszíni, mind a lyukgeofizikai méréseket tovább kell kísérleti jelleggel végezni és törekedni kell arra, hogy lehetőleg minden fontosabb nyersanyagtípus, illetve a különböző helyzetű teleptani jellegek geofizikailag is meghatározhatók legyenek.

Az elmondottak korántsem ölelik fel a teljes területet, az egyes részproblémákra nem térünk ki. Az azonban minden esetben érezhető, hogy a vizsgálatok gyakran megálltak a rutinméréseknél és több-kevesebb összefoglaló értékelés

adásánál. Ezért javasoljuk azt, hogy összes vizsgálati adatainkat, mérési eredményeket értékeljük újra és úgy a geofizikus szakemberek, mint a földtani kutatás szakemberei általában kerüljenek közelebb e munkák során, hogy a kutatások kiértékelése mélyebb értelmű legyen.

Sok irányú feladataink között is ma legfontosabbnak tartjuk, hogy a Keleti-Máttra kutatási területén az eddig alkalmazott vizsgálati módszereket, illetve a kapott eredményeket mélyebben értelmezzük. A közvetlen további kutatás célját pedig elsősorban abban tudnánk megjelölni, hogy az elkövetkező év feladatainál a már korábban említett mélységi andezit kiterjedését, lehatárolását megközelítően megtegyük. Úgy hisszük, ehhez ma már — figyelembe véve a nagyméretű vizsgálati adathalmazt — a lehetőségeink megvannak.

Az iparágban eddig végzett geofizikai vizsgálatokról nem szólhattunk a teljesség igényével. Várjuk a geofizikai módszerek rendszeresebb és elmélyültebb alkalmazását az érc- és ásványbányászati kutatásoknál. Az ehhez szükséges anyagi feltételeket földtani kutatásirányító szerveink is minden bizonnyal biztosítani fogják.

EGYESÜLETI HÍREK

Az MGE Automatizálási Bizottságának összefoglaló jelentése az 1968-ban elért automatizálási eredményekről

1968. év folyamán mind az új digitális eljárások kidolgozása területén, mind a geofizikai gépi információfeldolgozáshoz szükséges speciális berendezések tervezése és építése területén jelentős eredmények születtek.

Az új, geofizikai célokat szolgáló programok kidolgozása az *INFELOR* (Információfeldolgozási Laboratórium, Budapest XII., Szilágyi Erzsébet fasor 20/a) tulajdonában levő *MINSZK-2* elektronikus számítógépre történt.

A kidolgozott programok kb. 90 – 95%-a gépi utasításrendszerben készült a már előző években elkészült *ADMINISZTRÁTOR* rendszer felhasználásával és 5–10%-a a *MITRA* autokód nyelven. Néhány feladat megoldására egyéb számítógépet (*Elliott 803, ICT, Cellatron, Razdán, Odra, Gier*) használtak fel.

Az *ELGI 16*, az *OKGT* heti 27 órában bérelte a számítógépet az *INFELOR*-tól.

A bérelt gépidő eloszlása — felhasználása alapján — az alábbi volt:

- A már elkészített programokkal gépi adatfeldolgozás és elméleti görbeseregek számítása.
- Újabb geofizikai kiértékelő és ellenőrző programok kidolgozása.
- Az épülő geofizikai információfeldolgozást szolgáló digitális berendezések ellenőrzése és működtetésükhöz szükséges operátorok előállítása.
- Organizációs és technikai programok kidolgozása.

Megemlítünk néhány jelentősebb programot, amely a *MINSZK-2*-re 1968-ban készült el.

- Általános program a gravitációs adatok feldolgozásában használatos másodlagos módszerekhez (analitikus folytatás, magasabb deriváltak módszere, regionális és maradék anomália számítása). Az eljárás gyakorlati korlátja: 4000 adat a transzformálandó adatok száma, 512 a transzformáló mátrix elemeinek a száma.
- Négyszéthálózat pontjaiban adott mélységadatok alapján tetszőleges alakú földtani modellhez tartozó g hatás számítása derékszögű hasábokra bontás módszerével. A réteghatárt 4000 pontjával lehet megadni.
- Gyorsított Fourier-analízis készült arra az esetre, ha az ordináták száma 4 egész számú többszöröse. Ez a program lényegesen rövidebb idő alatt adja meg a Fourier együtthatókat, mint az általános, viszont nem számíthatunk együtthatókat tetszőleges frekvenciáértékekhez.

(folytatás a 193. oldalon.)

Az érc és szénkutató fúrások geofizikai vizsgálatának problémái

SEBESTYÉN KÁROLY

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

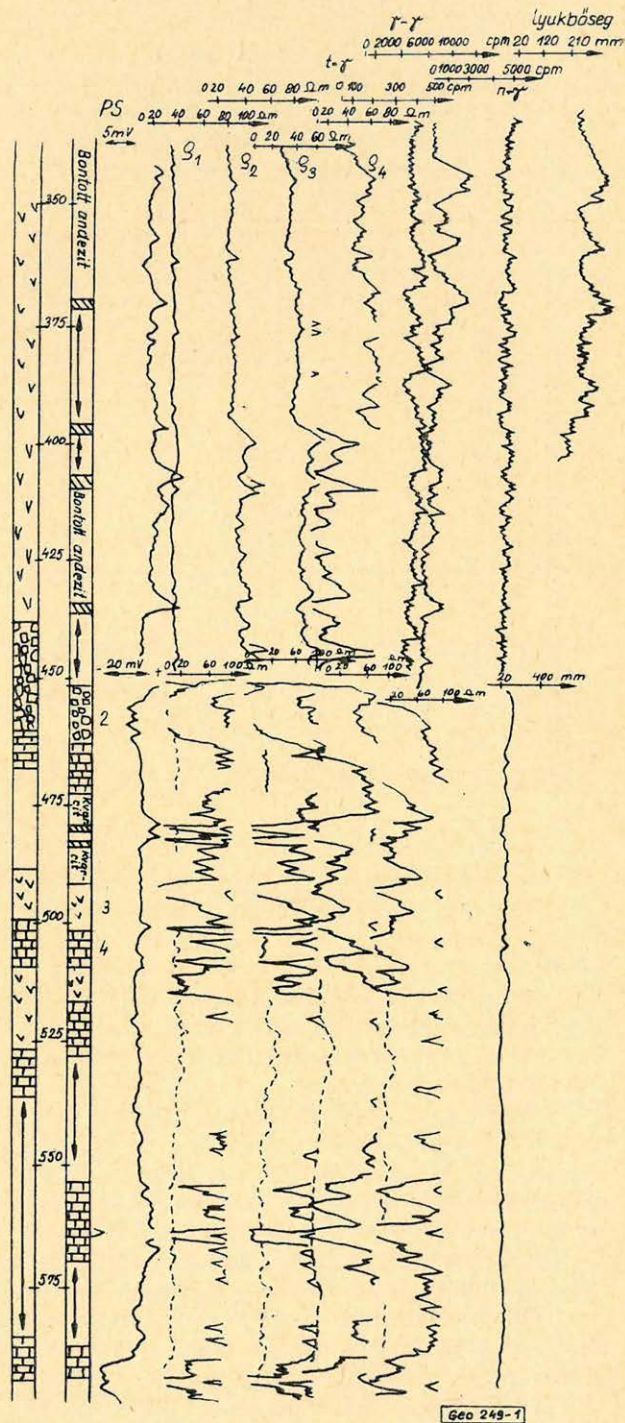
1. ábra. „Hagyományos szelvényezési görbék” egy érckutató fúrásban. Jellegzetes példa arra, hogy az ismétlődő ellenállásgörbék nem adnak új információt

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

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

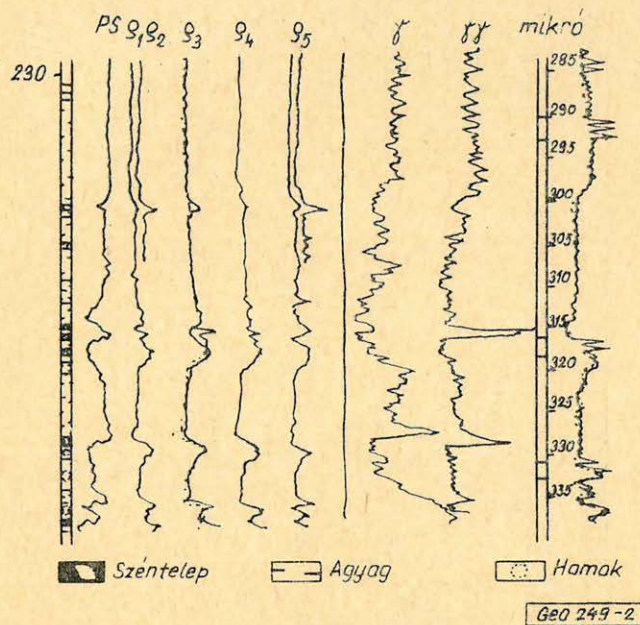
Az optimális mérés-komplexum megjelölés nyilvánvalóan tartalmazza azt a követelményt, hogy a kitűzött földtani – geofizikai cél a legkevesebb méréssel a legteljesebben elérhető legyen.

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



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

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



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

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

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

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

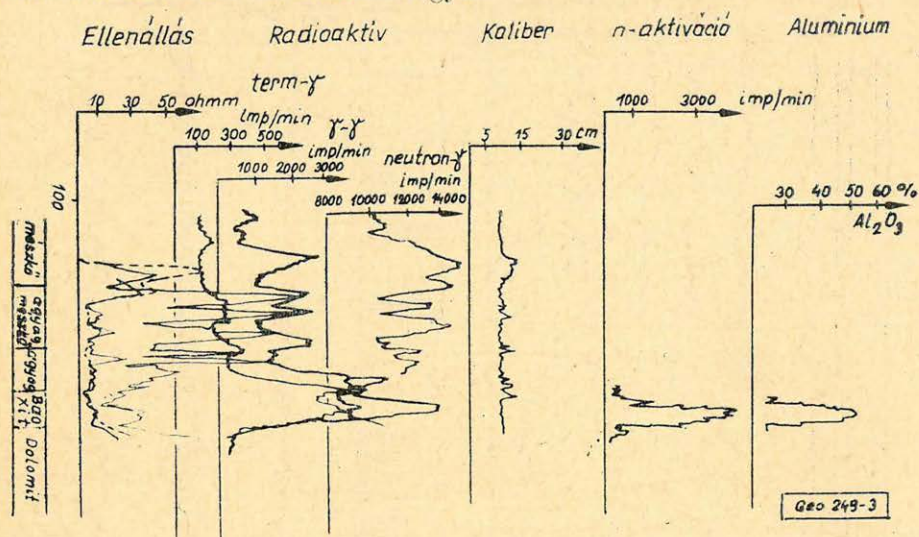
Ekkor is meg kell azonban fontolni, hogy a kitűzött cél a korszerű technika adta lehetőségek felhasználásával nem érhető-e el lényegesen kevesebb görbéből álló mérés-sorozattal. Pl. két különböző behatolású indukciós szonda csaknem szelektíven adhatja a lyukkörnyezet övezeteinek fajlagos ellenállását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

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

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

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

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



3. ábra. Teljes mérés komplexum bauxitkutató fúrásban

Фиг. 3. Полный комплекс исследований в бокситопроисковской скважине

Fig. 3. Vollständiger Messkomplex in einer Bauxitschürfenden Bohrung

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

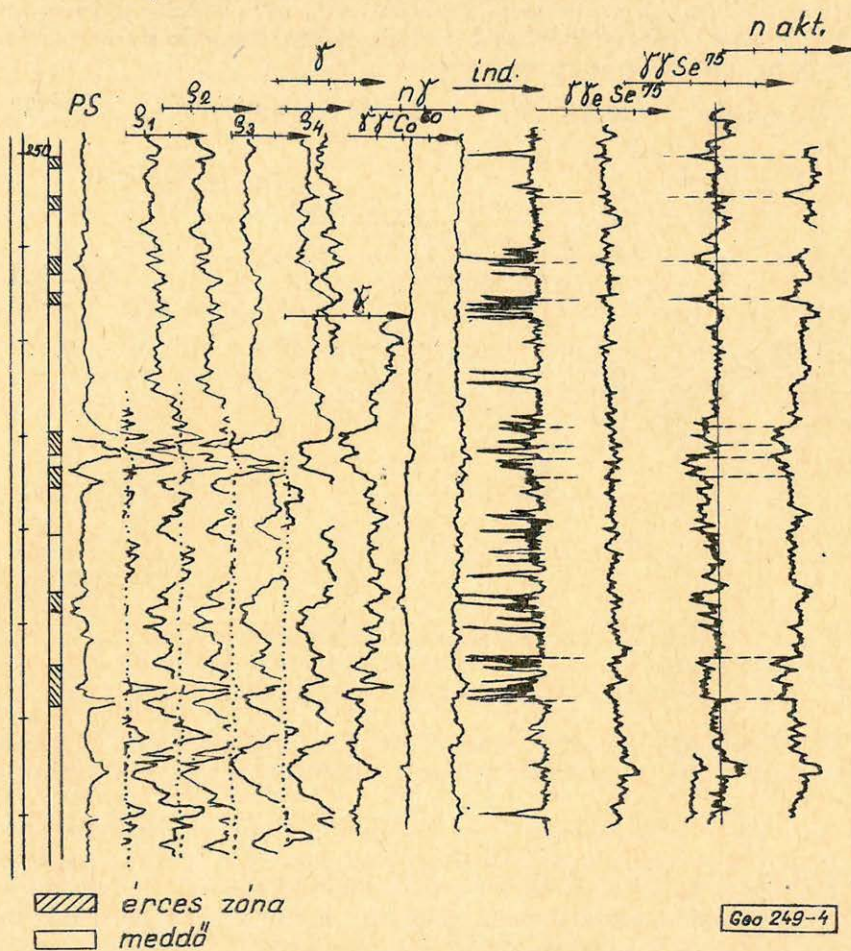
Itt is változhatna a helyzet, ha a kitűzött földtani cél mereven lehatárolt, egy nyersanyagra irányuló volta kiszélesedne, illetve ha az egyoldalúan magfúrásra alapított kutatási szemlélet a szükséges információk egy részének geofizikai úton történő megszerzésének gazdaságosabb mivoltát figyelembe venné.

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

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

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

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



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

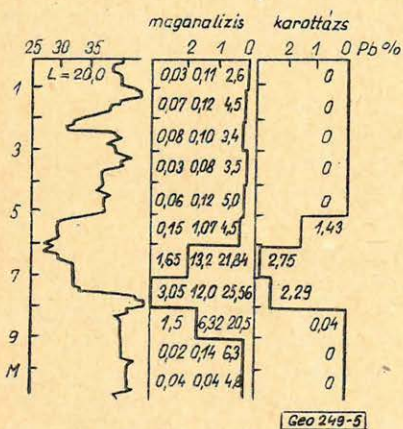
Fig. 4. Полный комплекс исследований в рудопроисковой скважине. Если опустить значительную часть стандартных кривых сопротивлений не снижается степень интерпретируемости данных

Fig. 4. Vollständiger Messkomplex in einer Erzschrüfenden Bohrung

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

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

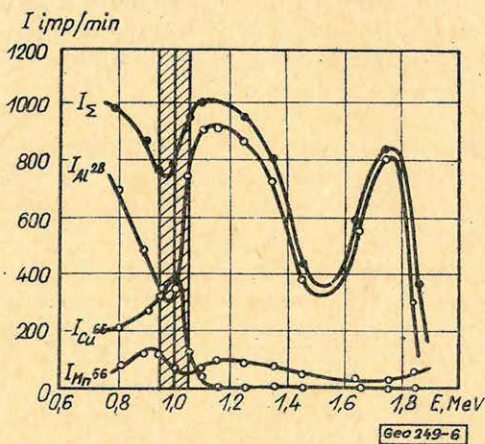
Az ólomtartalom szelektív gamma-gamma karottázs útján történő meghatározására vonatkozó irodalmi anyagon kívül némi hazai tapasztalat is van. Mint ismeretes, megfelelően lágy gamma-forrás, rövid szondahossz és a lágy gamma kvantumok átérésztésére alkalmas szondaház (továbbá szcintillációs detektor) alkalmazásával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



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

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

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



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

Фиг. 6. Разделение величин интенсивности гамма-излучения алюминия и меди с нейтронной активацией по данным спектрального ГГК

Fig. 6. Trennung der neutron-aktivierten gamma-Intensität von Al und Cu durch Gamma-Spektral-Messung.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EGYESÜLETI HÍREK

(folytatás a 185. oldalról.)

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

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

Az automatikus speciális információfeldolgozást szolgáló berendezések:

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

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

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

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

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

Zilahy-Sebestyén László
az Automatizálási Bizottság titkára

Ipari geofizikai kutatás a NME Geofizikai Tanszékén

CSÓKÁS JÁNOS

A NME Geofizikai Tanszék kutatásainak összefoglalása, amelyet 1950-től az MTA és más szervezetek támogatásával, valamint bányászati és ipari megbízásból végezett.

В работе в сводном виде излагаются исследования, проведенные на Геофизической кафедре Мишкольцского университета тяжелой промышленности начиная с 1950 г. при поддержке АН ВНР и других учреждений, а также по поручению горных и промышленных организаций.

Es werden die Untersuchungen besprochen, die an der Lehrkanzel für Geophysik der Technischen Universität der Schwerindustrie zu Miskolc vom 1950 an mit der Unterstützung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften und anderer Institutionen, sowie in Ausführung von Bergbau- und Industrie-Aufträgen geführt wurden.

A *Nehézipari Műszaki Egység Geofizikai Tanszékén* 1950-ben kezdődött az oktató és kutató tevékenység, a kutatási témákat az oktatók érdeklődési köre a kutatást támogató intézmények (MTA, OMF) ajánlásai, valamint a megbízó ipari vállalatokkal kötött szerződések szabták meg. Az említett meghatározó tényezők egymásra hatottak, így több ipari megbízásból tudományos téma és eredmény született. Sokkal ritkábban fordult elő a fordított eset, tehát az, hogy elvében megoldott, sőt laboratóriumban kipróbált eljárást az ipar átvegyen és ipari módszerre kifejlesszen, holott a legtöbb civilizált országot a technikai forradalom az energiahordozó és ipari ásványi nyersanyagok kutatásának fokozására kényszeríti.

Az ötvenes évek legelején a rádiófrekvenciás geoelektromos módszerek bányabeli alkalmazására történtek kísérletek vizes vetők, karsztvizes járatok helyeinek meghatározása céljából. Az akkori feltételek között egyszerű abszorpciós eljárással bányavágatokban kapott mérési eredmények nem voltak biztonságosak. Ezzel szemben a legutóbbi évben kipróbált rádiófrekvenciás módszerrel, távoli hosszúhullámú adóállomások térerősségének elektromos és mágneses összetevőit mérve, felszínközeli vezetőképesség-inhomogenitások, agyagos vetők, törésvonalak igen nagy és éles relatív anomáliával jelentkeznek. Ezzel a módszerrel megoldódott a nagy fajlagos ellenállású kőzetekbe települt jövezető zónák, így karbonátos képződményekben agyagos törések, homokkövekben elagyagosodott részek meghatározása. E módszerrel jó vezető agyagos képződmények csökkent agyagtartalmú vagy más nagyobb fajlagos ellenállású területei ugyancsak elhatárolhatók.

Az adóállomás mágneses térerősségének H_z függőleges összetevője jövezető zónák felett maximumot ad, ugyanis a normáltérnek homogén közeg felett nincs függőleges összetevője. Az elektromos tér horizontális E összetevője a rossz vezető zónákat emeli ki, ilyen helyeken nagyobb a térerősség gradiense a talaj felszínén. Az E/H impedancia meghatározásával rádiófrekvenciás szondázás is végezhető, a behatolás H_z mérés esetén 100 m körüli a kisebb frekvenciáknál.

A természetes földi elektromágneses tér vizsgálatát hazánkban tellurikus, majd magnetotellurikus mérésekkel a Tanszék kezdte 1952-ben a Mihályi-szerkezeten, és már akkor megállapítást nyert: „a magyar geofizika új, az

üledékes rétegek szerkezetének kimutatására alkalmas kutatási módszerrel gazdagodott". Azóta országunk tekintélyes részét több tellurikus csoport felmérte. ebből Eger – Mezőkeresztes – Mezőcsát – Polgár – Tiszavasvári – Nagyhalász és Kisvárdai térségében mintegy 300 km^2 területet a Tanszék mért fel. Több olyan üledékes szerkezet felismerése lett méréseink eredménye, amely az addig végzett gravitációs és mágneses mérésekből nem volt értelmezhető, vagy az alapkőzet horizontális sűrűség-inhomogenitása miatt az utóbbiakból helytelen értelmezés adódott; ilyen a Görbeházától Tiszavasváriig emelkedő gerinc, a Dombrádtól ÉK-re levő emelt szerkezet stb.

A Nyírségben a magnetotellurikus méréseinkből számított horizontális vezetőképesség mindig nagyobbra adódott, mint a dipól-szondázással meghatározott érték, ez alapon felhívtuk a figyelmet arra, hogy a geoelektromos szondázás alapján értelmezett végtelen fajlagos ellenállásúnak vett alapkőzet alatt ilyen esetben még további üledékes rétegek lehetnek. Ezekből az észrevételekből terelődött a Tanszék figyelme az öt-összetevős (két elektromos és három mágneses) magnetotellurikus mérések felé. Ehhez magnetométereket kellett készítenünk, tudomásunk szerint pillanatnyilag ilyen komplett berendezéssel csak a NME Geofizikai Tanszéke rendelkezik.

Az utóbbi években kőolajszerkezet-kutatás szempontjából a Bakony hg. ÉNy-i előtere, és a Mihályi-szerkezet közötti terület érdekessé vált. Az itt végzett mérések alapján különösen a magnetotellurikus térvariációk H_z függőleges mágneses összetevőjének felhasználásával olyan magnetotellurikus földtani értelmezési szabályokat sikerült felállítani, amelyekkel ez a módszer a földtani szerkezetek részletező meghatározásában szorosan a szeizmikus módszerek mögé zárkózott fel. Ezek szerint a föld felszínére beeső elektromágneses hullám polarizációjának a mérési pont alatti szerkezet csapásirányával bezárt szögétől függ az üledékes medence-aljzat reliefjére jellemző magnetotellurikus impedancia. Ez azt jelenti, hogy a MT impedancia-ellipszisek tengelyeihez tartozó főimpedanciákat kell a földtani értelmezéshez felhasználni a már rendelkezésre álló előzetes földtani és geofizikai ismeretek alapján felvett földtani modellből kiindulva.

Megnyúlt ellipszisek dőlt helyzetű, nagy fajlagos ellenállású alapkőzetről tanúskodnak és H -polarizáció esetén, vagyis, ha a térnek csak H_y , E_x és E_y összetevője van, a MT impedancia jól követi az alapkőzet reliefjét. Ezzel szemben E -polarizációnál, vagyis ha az E_y összetevő párhuzamos a szerkezet csapásvonalával, akkor a MT impedancia csak regionálisan tükrözi a szerkezeti viszonyokat.

Egy szerkezet tetőpontja közelében az MT-ellipszisek nagytengelye dőlésirányú, a két tengely aránya a tetőmélység függvénye. E -polarizáció esetén az E/H_z szelvénymenti minimuma alkalmas a dőlésirány kijelölésére. A H_z relatív amplitúdója az alapkőzet mélységével növekszik, így helyi szerkezeti változások kutatására is felhasználható, a többi összetevővel együtt pedig nagy fajlagos ellenállású közbetelepiült összletek szerkezeti kutatását teszi lehetővé. A mágneses mikrovariációk függőleges összetevőjének vizsgálatával horizontális inhomogenitások kutatása, kristályos mészkő – kristályos pala váltása közel vertikális sík mentén ugyancsak megoldható.

Az öt-komponens magnetotellurikus mérés részletező szerkezetkutatásra is alkalmas, mivel egy-egy földtani egységre jellemzőek a mért adatok, tehát egy kutatófúrás környékén MT mérésekkel körülhatárolható az a terület, amelyre a fúrás jellemző, a következő fúrást már ennek ismeretében lehet kitűzni.

Úgy tűnik, a magnetotellurikus kutatási eljárást érdemes továbbfejleszteni, a műszereket korszerűsíteni, a feldolgozást automatizálni a nagyobb teljesítőképesség érdekében.

Mesterséges áramokkal bányászati geoelektromos kutatásokat végeztünk az Oroszlányi Szénbányák területén, valamint a szilikátipar és a mész-kő-bányászat megbízásából leművelési tervezéshez a töréses szerkezetek meghatározására, a bauxit bányászat területén pedig alábányászott összlet süllyedési felzárulása időbeli lefolyásának vizsgálatára, továbbá Tata környékén bányatómedékeléshez a megfelelő minőségű homoktelep kiterjedésének meghatározására. Közben oldalirányú inhomogenitások kimutatására a szondázási görbék metszéspontjai és a hárompotenciálos elv alapján eredményes módszertani vizsgálatok is történtek. Kiterjedt elméleti és terepi kutatás eredménye a fókuszált áramterű eljárás kifejlesztése, mely sok tekintetben előnyösebb a négyelektródás eljárásnál.

A kőbányászat kamrás robbantásai okozta épületkárokat vizsgálva a mérési eredmények alapján javaslat készült az *ARBBSz* vonatkozó előírásainak megváltoztatására, eszerint a szeizmológiai épületkárok biztonsági távolsága 500 kg töltetsúlyig $r = a q^{2/3}$, azon felül $r = b q^{1/2}$ alakú, ahol $r(m)$ a biztonsági távolság, $q(kp)$ a töltet súlya, a és b állandók.

Geotermikus méréseket végeztünk egy geotermikus maximummal bíró területen 50 m körüli fúrólukakban izoterma- és izogradiens-térképek megszerkesztése céljából, melyet a módszer mérési technológiájának kidolgozása előzött meg.

A hazai fúrómagok radioaktivitását az ötvenes évek elejétől a természetes gamma-karottázs lehetőségének vizsgálatára és rétegazonosításra, a bauxit radioaktív anyagának meghatározására vizsgáltuk. Kiderült, hogy bauxitunk tóriumtartalma a feldolgozás során a vörösiszapban feldúsul.

A kőzetminták vizsgálata vezetett egy új eljárás, az izotermális remanencia-karottázs elméletének és a módszer gyakorlati elvének kidolgozására, mely ipari alkalmazás esetén olyan kőzettani tagolást tenne lehetővé, mely más eljárással nem végezhető el.

A hazai bauxittelepek gravitációs módszerrel történő kutatása a karbonátos fekü-összlet bauxitnál nagyobb sűrűségén és a telepek lencés kifejlődésén alapult. A bauxit testek felett $3-4 \text{ mgalos}$ minimumok adódtak. További széleskörű általános elméleti gravitációs vizsgálatok a regionális és a maradékanomáliák szétválasztására vonatkoznak, ezek közül különösen az ún. „felületi interpoláció módszer” említhető.

Különleges bányászati feladat volt kőzetomlás alá került bulldózer felkutatása; méréseink előtt hetekig hordták rossz helyről a leomlott kőzetet. Egy másik esetben szivattyú-kamrára irányzott, de elferdült szellőztető fúrás talpát kutattuk fel 125 m mélységben elektromágneses irányméréssel.

A Tanszék műszerkonstrukciós kutatásai eredményeképpen öt-összetevős magnetotellurikus mérőállomás, fúróiszapban oldott szénhidrogének kimutatására gázdetektor, vágatfalak hőmérsékletének ellenőrzésére geotermikus mérőberendezés készült, az utóbbi bányatüzek megelőzésére és karsztvízes zónák körülhatárolására szolgál. Fúrólyukak zavartalan hőfokának vizsgálatára termokarottázs berendezést, felszínközeli vezetőképesség-inhomogenitások felkutatására radiofrekvenciás detektort konstruáltunk.

Mesterségesen keltett épületrengések regisztrálásához három-összetevős, 1 Hz alatti önrezgésszámú szeizmométereket terveztünk és állítottunk össze,

továbbá szeizmoszkópot kőzetmintákban akusztikus rezgések terjedési sebességének megméréseire, valamint nagy teljesítményű magnetostrikiós adót meghajtó impulzusgenerátorral különféle anyagok ultrahanggal történő vizsgálataira.

A Tanszék kutatási eredményeiről eddig mintegy 70 nyomtatásban megjelent közlemény és 35 ipari kutatási zárójelentés tanúskodik.

A felsorolt kutatások eredményeit azonban nem mindig sikerült ipari méretekben bevezettetni. Reméljük, hogy az ezen előadás elhangzása óta létrehozott Tudománypolitikai Bizottság elősegíti a kutatók és a kutatások hasznosítása előtt még meglévő akadályok lebontását, ennek az összefoglalásnak ilyen célja is van.

MAGYAR GEOFIZIKA X. ÉVF. 5. SZ.

10 éves a MGE Déldunántúli Csoportja

Tíz év telt el a Magyar Geofizikusok Egyesülete Déldunántúli Csoportjának alakuló ülése óta.

Tíz éve határoztuk el anyaegyesületünk biztatására, zömében fiatal, az egyetemről alig-hogy kikerült mérnökök, hogy társadalmi egyesületben tömörülünk egymás eredményeinek meghallgatása és buzdítása céljából. Tettük ezt akkor, amikor az alakításban résztvevő tagok többségére hatalmas, talán akkor még teljes mértékben át sem érzett felelősség hárult egy Magyarországon új iparág létrehozásában, felvirágoztatásában.

E téren a magyar geofizika nem rendelkezett tapasztalatokkal és tradíciókkal. Vizsgáztunk tehát mi is és tanítóink is. Tarsolyunkban e téren nem volt más, mint az egyetemeinken belénk oltott általános szakmai ismeret és szakmai szeretet, de ez is elegendőnek bizonyult ahhoz, hogy a magyar geofizika nagy tradícióihoz és lendületéhez méltóan hordjuk a ránk háruló terheket. Útunkon a magyar geofizikai társadalmon kívüli segítőtársunk is akadt: a világ geofizikájának, ezen belül elsősorban a szovjet geofizikának irodalomba sűrített tapasztalata. Más téren segített bennünket idősebb, elsősorban bányamérnök kollégáinknak nagy gyakorlati és irányítási tapasztalata, kezdeti tétovázásainkon átségitő jóindulata.

Tíz év nagy idő. Sok energia és kezdeményezés születik, valósul meg, vagy megy feledésbe. De ha megkérdeznénk csoportunk tagjait, mire a legbüszkébbek az elmúlt 10 év eredményeiből, biztos vagyok benne, hogy nem elsősorban az egyéni sikerekre, hanem arra, hogy kollektív munkánk nyomán sok ezren biztosan élhettek, s létrejött, virágozik és épül a magyar geofizikában egy új irány: a bányászati geofizika.

A Magyar Geofizikusok Egyesületén belül önálló Pécsi Csoport megalakításának első kísérlete Masszi Dénes tagtársunk nevéhez fűződik, aki mint a MGE alapító tagja 1955-ben kezdeményezte a Pécsi Csoport létrehozását. E kezdeményezés megvalósítására az első lépés 1957-ben történt, amikor Sebestény Károly főtitkár a MGE Vezetősége nevében az egyesületi összekötő tisztjére felkérte Elek István kollégánkat, aki viszonylag rövid idő alatt kellőképpen előkészítette a Pécsi Csoport megalakulását. A *Pécsi Csoport 1959. január 14-én alakult, majd 1964. december 21-én alakult át az Országos Elnökség javaslatára Déldunántúli Csoporttá*, egyesülve a Nagykanizsai Csoporttal. Ekkor *tagjainak száma 54 fő lett. Jelenleg a Déldunántúli Csoport létszáma 66 fő, ebből 56 fő a Mecseki Ércbányászati Vállalatnál, 8 fő az Országos Kőolaj- és Gázipari Trósztnél, 1-1 fő a Mecseki Szénbányánknál, illetőleg MAELGI-nél dolgozik.* Létszámban csoportunk az egyik legnagyobb vidéki csoport, az országos egyesület taglétszámának mintegy 15%-át adja. Mivel a Déldunántúli Csoport tagjainak többségét a MEV adja, a csoport szakmai tevékenységében elsősorban a Mecseki Ércbányászati Vállalat geofizikai szolgálatának szakmai tevékenysége tükröződik.

Így volt ez az 1962. év júniusában Pécsen rendezett első Geofizikai Vándorgyűlésen is. Ezen elsősorban kutatásmethodikai problémáinkat tettük le az ország geofizikai közvéleménye elé megvitatásra. A Magyar Geofizika külső száma az itt elhangzott előadásokat, a MAELGI I. évkönyve pedig az előadások és a vita szintézisét tartalmazza, a Délkelet-Dunántúlra vonatkoztatva.

Ezt követően 1967-ben a Magyarhoni Földtani Társulat Mecseki Csoportjával közösen, a Baranyai Műszaki Hetek keretében, szűkebb pátriánk, Baranya megye fejlődését elősegítő gazdaság-földtani ankétot szerveztünk.

E nagyobb rendezvényeken kívül tagtársaink mintegy hetven esetben tartottak előadást, zömében Pécsen, esetleg Nagykanizsán, vagy az anyagegyesület valamely országos rendezvényén, de eljutottak Freibergbe, Moszkvába, Krakóba, Leningrádba is előadást tartani.

Eredményeink szépszámú publikációban is tükröződnek, de ennél nagyobb azoknak a jelentéseknek a száma, amelyek a Mecsekben, vagy az ország egyéb területein végzett munkálataink, kérésleink eredményeit foglalják magukban.

Csoportunk tagjainak továbbképzésére is nagy figyelmet fordítottunk. Azonfelül, hogy általában az egyesületi rendezvényeken igyekeztünk mindenkor maximális létszámmal résztvenni, vállalatunk könyvtárában szép számmal megtalálható a hazai és külföldi geofizikai irodalom. Továbbképzéseket is szerveztünk. A Nagykanizsán az OKGT által szervezett továbbképzések témája általában speciális, a MÉV által két esetben szervezett téma általános volt. Egyesületünk szellemét tükrözi, hogy e továbbképzéseken a szakma kiváló képviselői mindig szívesen vettek részt, adták át tudásukat. Ezenkívül tapasztalatesérkekkel, tanulmányi kirándulásokkal is igyekeztünk tagjaink ismeretét bővíteni. Ellátgattunk két esetben Nagykanizsára, Komlóra, Sopronba, Miskolcra. Külföldet megismerni tagjaink közül 7 főnek biztosított a vállalat támogatásával az Egyesület lehetőséget. Ennél nagyobb azonban azoknak a száma, akik a vállalatoktól jutottak külföldre az adott ország geofizikájának megismerése céljából.

A statisztikai kép szép, tennivalónk azonban bőven akad. Tagjaink az Egyesület által Budapesten szervezett továbbképzésre ritkán juthatnak el, ezért feltétlenül, még hozzá egyesületi alapon kellene biztosítani ezek jegyzetének beszerezhetőségét, minimális költségen. Az országosan gyenge támafizyest egyesületi alapon kellene megszervezni és a jelenleg gyakran, a nyelvismeret hiányából adódó információhiányt tagjaink számára információbőségé kell változtatni. Ehhez a Magyar Geofizika füzeteit, vagy egy-egy témaösszefoglalóval kapcsolatban különkiadványait kellene felhasználni. E téren mindenesetre tenni kell valamit, ez nemcsak a vidéki csoportok érdeke, hanem általános érdek is. Hasonlóan a felvetettekhez, érdekünk fűződik a geofizikai közép-kader-képzés mielőbbi megoldásához is.

Az Egyesület központjához és a Baranya megyei MTE SZ I. B. szervezethez fűződő kapcsolataink jóknak mondhatók. Az Egyesület központja és a Baranya megyei MTE SZ I. B. igényli tagjaink részvételét különböző szerveinek, rendezvényeinek munkájában és hathatósan elősegíti csoportunk egyesületi életét, a rendelkezésre álló anyagi és technikai, valamint szellemi eszközökkel. Mindkét szervezetnek köszönetünket fejezzük ki ezért és kérjük, hogy továbbra is mindig mindkettő édesgyermekének tekintse csoportunkat.

A társesületekkel, a Magyarhoni Földtani Társulat Mecseki Csoportjával, a Bányász – Kohász Egyesület mindkét csoportjával, a Kémikusok Egyesülete helyi csoportjával stb. kapcsolataink szintén megfelelőnek mondhatók.

A Mecseki Ércbányászati Vállalat, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, és már a Mecseki Szénbányák is jelentős támogatást nyújtanak a Déldunántúli Csoport működéséhez. Ez a támogatás elsősorban nem a jogi tagdíj összege. Ennél sokkal jelentősebb az egyes rendezvényeken tagjaink részvételének biztosítására a vállalatok által hozott anyagi áldozat. Tagjaink nevében köszönöm a vállalatoknak Egyesületi életünkhöz nyújtott támogatását. Remélem, hogy ügyünk fontosságát átérzve, a továbbiakban sem vonják meg tőlünk anyagi és erkölcsi támogatásukat.

Úgy érzem nem lenne teljes beszámolónk, ha tagjaink konkrét szakmai tevékenységének összefoglaló áttekintését, vizsgálati irányát nem érintenénk.

A Mecseki Ércbányászati Vállalat az ország egész hegyvidéki területére kiterjedő kutatásokat folytatott az elmúlt időszakban. E kutatásokban irány és alkalmazott módszerek szempontjából több periódust különböztethetünk meg. Az első időszakban főképpen a korábbi gyengébb felbontóképességű műszerekkel történt légi mérésekkel felderített anomáliák földi rádiometrikus, később komplex ellenőrzése folyt. Mivel elsősorban a perm homokkővekhez kapcsolódó anomáliák bizonyultak perspektivikusnak, a komplexum mélykutató módszerekkel és eszközökkel bővült és iránya a második periódusban a perm felderítése lett. A modern légi felderítő műszerek megjelenése ismét az anomáliakutatásra fordította figyelmünket, a perm feltérképezésének folytatása mellett. Jelenleg a kutatóknak ez a harmadik periódusa él. Geofizikus kutatóink jelentős szerepet játszottak az érc- és ásvány, valamint bauxitbányászati geofizikai kutatások újraindításában és sikeres vitelében, az egész országra kiterjedő geofizikai paraméter-vizsgálatokban. Ez azért volt lehetséges, mert a Mecseki Ércbányászati Vállalat geofizikus kutatóit sokoldalú ércbányászati vizsgálatokra általában alkalmas, modern gazdaságos munkavégzést lehetővé tevő műszerekkel szerelte fel.

A bányaművelést elősegítő geofizikai tevékenység az elmúlt időszakban jelentősen fejlődött. A korábbi években módszerfejlesztésünk elsősorban az ércesedés kimutatásának, paraméterei meghatározásának pontosítására irányult. Az 1960-as évek elejétől kezdve e téren egyik fő feladatunkká a geofizikai ércprognosztika, az érc elterjedtségének makro- és mikro-méretekből való előrejelzése lett. E feladat fontosságára való tekintettel – általában bányászati fejlesztésünk részben e feladat megoldásán múlik – módszerfejlesztésünk zömét ide irányítottuk és megoldá-

sára minden célszerű eszközt igénybevevünk és veszünk. (Lásd átvilágítási kísérletek, számítógépek, paraméter vizsgálatok, bányakarottázs-módszerek fejlesztése stb.).

Az utóbbi néhány évben a bányászokdás mélyülésével kapcsolatban felmerülő kőzetmechanikai problémák megoldásába is bekapcsolódtak geofizikus mérnökeink. Tapasztalataink és általános rádiometriai ismereteink birtokában segítséget kívánunk nyújtani az ország más bányaiüzemeinek bányaiüzemi és laboratóriumi expressz-analízis módszerek kidolgozásában és alkalmazásában.

A rádiometrikus ércdúsításban is nagyszerű eredményeket ért el a geofizikus kollektíva. 1963-tól kezdve kizárólag saját konstrukciójú gépekkel és műszerekkel folyik a munka. Az állandó fejlesztés eredménye a rádiometrikus dúsítóknál szokatlanul magas, 83%-os meddő leválasztási hatások. Jelentősnek mondható még e téren az ércfeldolgozás optimalizálására felépített lineáris program. Geofizikai laboratóriumunk kezdetben az urán és egyéb hasadó anyagok meghatározási módszereinek tökéletesítésén dolgozott. Később az uráncsalád egyes elemeinek kimutatásával a Vegyi Dúsító mű folyamatainak ellenőrzésére adott lehetőséget. Jelenleg a különböző spektrometriai, a ritkaföldfém-elemzési módszerek lehetőségeinek vizsgálatán, valamint egyéb hasznos-ásványok expressz-analízis módszereinek kimunkálásán dolgoznak.

Módszerfejlesztő részlegeink munkája lehetővé tette, hogy a Vállalat geofizikai szolgálata zömében hazai gyártmányú nukleáris műszerekkel dolgozzék, ami rendkívül nagy előnyt jelent és alapja lehet egy műszergyártó programnak.

A Mecseki Szénbányák Kutatási Osztályán 1954 óta folynak geofizikai témájú kutatások. Az Osztály munkaterülete két fő téma köré csoportosult: a szilikóziselhárítással kapcsolatos kutatásokra, valamint a gázkitörések elleni küzdelemre. A későbbiek folyamán két újabb témával bővült a munkaterület, és pedig a gáz- és szénporrobbanások vizsgálatával, valamint a tűzelhárítással. Ezen négy biztonsági témán belül a geofizikai csoport végezte azokat a kutatásokat, melyeket a geofizika tárgykörébe be lehetett sorolni és a fenti témák művelésében jelentős segítséget nyújthattak. A nagykanizsaiak a pécsiakkal az elmúlt 10 év alatt több ízben találkoztak közös rendezvényeken és kicserélték tapasztalataikat. Az első közös kirándulás és szakülés a soproni csoport meglátogatása volt.

A nagykanizsai geofizikusok előadásikat általában az anyaegyesület mélyfúrásai geofizikai szakülésein tartották. Beszámoltak pl. a nagymélységű fúrások eszközeinek és kiértékelési módszereinek fejlődéséről (Markó, Paulik, Hesch). E beszámolókat egyrésze a Magyar Geofizikában is megjelent.

A nagymélységű mérések technikai nehézségeiről Jesch Aladár Pécsen is beszámolt egy szakülésen, nagy érdeklődés mellett. Igen jól sikerült az 1968-as nagykanizsai szakülés, amelyen a geofizikusok mellett a geológusok is kicserélhették tapasztalataikat, megismerkedhettek egymás gondjaival.

Úgy érzem, ezzel elnöki kötelességemnek eleget tettem. Ismételten üdvözlöm a Déldunántúli Csoport nevében minden megjelent kedves vendégünket. Kívánom, érezzék magukat kellemesen eme ősi város vendégszerető falai között, majd testben és lélekben felfrissülve új lendülettel fogjanak szép hivatásuk gyakorlásához. További sikereikhez kívánok magam és a Déldunántúli Csoport tagjai nevében

jószereccsét!
Szabó János
a MGE Déldunántúli Csoportjának
elnöke

MAGYAR GEOFIZIKA X. ÉVF. 5. SZ.

Mágneses szuszceptibilitás meghatározására alkalmas műszer

SZARKA RUDOLF

Nagy tömegű kőzetminta mérésének a lehetősége vetette fel a szuszceptibilitás mérőkészülék elkészítésének a gondolatát.

A készülék elvi megoldása a szovjet irodalomban ismerttetett és több változatban karottázs célra elkészített szuszceptibilitás-mérőkkel egyezik: hangfrekvenciás oszcillátor, induktivitást tartalmazó mérőhíd, erősítő, demodulátor

és kijelző alaplmszer. Az elvi elrendezés alapján kisméretű, könnyen kezelhető nagy érzékenységu műszert lehetett elkészíteni.

A műszer részei: 1000 Hz frekvenciájú oszcillátor, erősítő, L és C elemekből felépített mérőhíd, fázisérzékeny demodulátor, alaplmszer. A készülék félvezető erősítőelemeket tartalmaz. A műszer érzékenysége jobb mint $1 \cdot 10^{-6}$ cgs/sko, tehát a paramétervizsgálatoknál előforduló szuszceptibilitások mérésére alkalmas.

A műszer nagy érzékenysége lehetővé teszi bármilyen kőzet (üledékes is) szuszceptibilitásának igen egyszerű és főleg gyors (1 mérés kb. 1/2 perc) meghatározását. Sűrűn mintázott fúrómagokon végzett szuszceptibilitás-mérések igazolják, hogy a módszer üledékes kőzetek esetében is igen hasznosan egészíti ki a karottázs faciologiai és petrográfiai vizsgálatokat, s a szuszceptibilitás figyelembevétele mint új paraméter nagy segítséget nyújthat kőzetkorrelációs feladatok megoldásánál.

Вопрос о создании прибора для измерения магнитной восприимчивости возник в связи с необходимостью анализа большого количества образцов горных пород.

Принципиальная схема рассматриваемого прибора соответствует схеме приборов аналогичного предназначения, известных из советской литературы и изготовленных в нескольких вариантах для целей промысловой геофизики. В схему входят генератор звуковых частот, измерительный мост с индуктивностью, усилитель, демодулятор и аппаратурная часть. Принципиальная схема позволила создать малогабаритный, удобно обслуживаемый, высокочувствительный прибор.

Прибор состоит из следующих основных узлов: генератора частотой 1000 цз, усилителя, измерительного моста, построенного на элементах L и C, демодулятора, чувствительного к изменениям фазы и из аппаратурной части. Усилитель построен на полупроводниковых элементах. Чувствительность прибора лучше чем $1 \cdot 10^{-6}$ CGS/дел.шк., следовательно он может эффективно применяться для измерения величин восприимчивости, встречающихся при определении физических параметров горных пород.

Высокая чувствительность прибора позволяет очень просто и, главным образом, очень быстро (1 измерение за припл. 1/2 минуты) определять восприимчивость любых горных пород (включая и осадочные). Измерения, проведенные на буровых кернах показали, что получаемые результаты полезно дополняют фашиологические и петрографические сведения промысловой геофизики даже при разрезах, слагающихся осадочными породами. При этом учет магнитной восприимчивости, как нового параметра, может оказать эффективную помощь для решения задач, связанных с корреляцией горных пород.

Die Möglichkeit einer Ausmessung von grosser Anzahl von Proben hat die Frage der Notwendigkeit eines Apparates für die Messung der Suszeptibilität aufgeworfen.

Die prinzipielle Lösung des Apparates stimmt mit jener der in der sovietischen Litteratur beschriebenen und für Karottagezwecke konstruierten Einrichtungen überein: akustischer Oszillator, Messbrücke mit Induktivität, Verstärker, Demodulator und Anzeigeinstrument. Auf Grund dieser prinzipiellen Anordnung kann man einen leicht zu behandelnden Apparat mit grosser Empfindlichkeit aufbauen.

Bestandteile der Einrichtung sind: ein Oszillator mit 1000 Hz Frequenz, eine aus L- und C-Elementen aufgebaute Messbrücke, ein Phasempfindlicher Demodulator und ein Basis-Anzeigeinstrument. Die Empfindlichkeit des Instruments ist besser als $1 \cdot 10^{-6}$ cgs/skt, ist also für die Messung der bei den Parameteruntersuchungen vorkommenden Suszeptibilitäten geeignet.

Die grosse Empfindlichkeit der Apparatur ermöglicht die einfache und recht schnelle Messung der Suszeptibilität von allen Gesteinsarten (auch von sedimentären Gesteinen): eine Messung dauert etwa 1/2 Min.

Messungen, die an mit dicht aneinander liegenden Materialänderungen belegten Bohrkerne ausgeführt wurden, zeigten, dass die Methode im Falle von sedimentären Gesteinen die fazio-logischen und petrographischen Karottage-Untersuchungen recht nützlich ergänzt und die Betrachtung der Suszeptibilität als neues Parameters bei der Lösung von Korrelationsaufgaben recht grosse Hilfe leisten kann.

S. G. KOMAROV

1909 – 1969

Lapunk zártakor kaptuk a szomorú hírt, hogy S. G. Komarov, a műszaki tudományok doktora, Egyesületünknek 1958 óta tiszteleti tagja, a moszkvai VNII Geofizika igazgatóhelyettese, a karottázs-munkálatok vezetője, az alkalmazott geofizika nemzetközi tekintélyű munkatársa elhunyt.

Korai halála nemcsak a szovjet geofizikusokat borította gyászba, hanem érzékeny veszteség a magyar geofizikára is, mert egyike volt azoknak a szovjet geofizikusoknak, akik a szovjet – magyar geofizikai együttműködést a legőszintebben ápolták.

Emlékét tisztelettel és szeretettel megőrizzük.

СОДЕРЖАНИЕ

Лоранд Этвеш, 1848 – 1919	161
<i>И. Рибар</i> : Воспоминания о Л. Этвеше	163
<i>Я. Реннер</i> : Гравитационные исследования Л. Этвеша	167
<i>И. Хааз</i> : Геомагнитные исследования Л. Этвеша	171
<i>П. Биро</i> : Геодезическое значение исследований Л. Этвеша	177
<i>И. Чех Немет</i> : Использование геофизических данных в геологоразведочных работах по разработке руд и минералов	180
<i>К. Шебештьен</i> : Проблемы промыслово-геофизических работ, проводящихся в рудо- и углеразведочных скважинах	186
<i>Я. Чокаш</i> : Промыслово-геофизические исследования, проводимые на геофизической кафедре Мишкольцкого университета тяжелой промышленности	194
<i>Р. Сарка</i> : Прибор для определения магнитной восприимчивости	199
Новости в Обществе Венгерских Геофизиков	185–193–197

INHALTSVERZEICHNIS

Roland Eötvös 1848–1919	161
<i>I. Rybár</i> : Erinnerung an Roland Eötvös	163
<i>J. Renner</i> : Gravitationsuntersuchungen von Roland Eötvös	167
<i>I. Haáz</i> : Die erdmagnetischen Untersuchungen von Roland Eötvös	171
<i>P. Biró</i> : Die geodätische Bedeutung der Forschungen Roland Eötvös's	177
<i>J. Csek-Németh</i> : Benützung der geophysikalischen Daten in den Erz- und Mineralbergbau-Erkundungen ...	180
<i>K. Sebestyén</i> : Probleme der geophysikalischen Untersuchung der erz- und kohlen-schürfenden Bohrungen ...	186
<i>J. Csókás</i> : Industrie-geophysikalische Forschung am Geophysikalischen Lehrstuhl der MNE	194
<i>R. Szarka</i> : Apparatur zur Bestimmung der magnetischen Suszeptibilität	199
Nachrichten der Gesellschaft	185–193–197

Nyomdai kézirat elkészítésének előírásai

A Magyar Geofizika szerkesztősége csak az alábbi módon elkészített kéziratot fogadja el:

A kézirat A/4-es papíron (normál irodapapír) két példányban küldendő be. Ezek közül az egyik példány első gépelés legyen. (Indigóval készült másolatot a nyomda nem fogad el.) A papírlapon csak az egyik oldalra lehet gépelni 2-es sortávval. Egy-egy sorban 50 betűhely lehet. A bal margót az írógép 20-as beosztására kell állítani. Egy oldalon 25 sor gépelés lehet. A gépelt szövegben minden szükséges ékezetet fel kell tüntetni, amelyek nincs az írógépen, azt tollal utólag kell felrakni.

A táblázatokat külön lapra kell gépelni, helyüket a folyamatos szöveg bal oldali margóján is fel kell tüntetni.

A rajzokat tussal kell megrajzolni pausz vagy fehér papíron. A különböző jelölések csak csíkozással, pontozással oldhatók meg, színezett rajzok nem közzélhetőek. Csak kemény, kontrasztos fényképfelvételek fényes papírra készült másolatai alkalmasak a közlésre. Térképeken, szelvényrajzokon a léptéket rajzos léptékben adjuk meg. Az ábrák aláírását, lábjegyzeteket külön lapra kell gépelni, sorrendjüknek megfelelően.

Minden rajzon, fényképen fel kell tüntetni az ábrák számát, valamint nyíllal meg kell jelölni a felső szélét.

A kéziratban a görög, gót betűket, matematikai ábrákat és képleteket rajzolt betűkkel (nem folyóírással) kell feltüntetni.

A cikkhez a lapban orosz, valamint német kivonatot közlünk. Kérjük a szerzőt, hogy ennek szövege röviden ismertesse a tanulmányt úgy, hogy az az összefoglalás alapján érthető legyen.

Amennyiben az idegen nyelvű összefoglalást a szerzőnek nem áll módjában a fenti két idegen nyelven megadni, úgy kérjük annak fordításra alkalmas magyar nyelvű kivonatát 3 példányban.

A fordítás költségét, valamint a nem szabvány formában érkező kézirat gépelési költségét a szerzői díjából térítjük meg.

SZERKESZTŐSÉG