

Д. ВАРТА И М. ДЕР:

МАГНИТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОВОГО ВХОДА
В ПЕЩЕРУ МИРА

В статье дается описание метода измерений, определяющих новый вход в пещеру мира, открытой близ пещеры Аггтелек. На соответствующем месте главной линии пещеры помещался электромагнит с вертикальной магнитной осью. Перемагничиванием электромагнита изменилось магнитное поле близи электромагнита и это изменение магнитного поля измерилось магнетометром Шмидта. Из результатов измерений, выполненных на многих точках, определилось место электромагнита и вычислилась глубина подземелья под поверхностью земли. Этот метод более чувствителен, чем определение обычным магнитным методом места электромагнита и не зависит от локальных магнитных аномалий измеряемой территории и от временных изменений силы земного магнетизма.

G. BARTA — M. DÉR

MAGNETIC MEASUREMENTS FOR SURVEYING THE NEW ENTRANCE OF
THE CAVERN NAMED PEACE

Contents: Authors describe the measuring process used for surveying the new entrance of the cavern «Peace» discovered near the cavern in Aggtelek. An electromagnet with a vertical magnetic axis was placed at a suitable place on the chief branch of the cavern. With the magnetic reversal of the electromagnet the magnetic field near the electromagnet got changed and this change was observed by means of a Schmidt-type magnetometer. The measurements performed on several stations resulted in determining the place of the electromagnet and calculating the subsurface depth. This process is more sensible than that of prospecting the location of the electromagnet by means of the usual magnetic measurements, and does not depend on the local magnetic anomalies of the area to be measured, nor on the changes in time of the earth's magnetic force.

MÁGNESES MÉRÉSEK A BÉKE-BARLANG ÚJ BEJÁRATÁNAK
KITŰZÉSÉRE

BARTA GYÖRGY — DÉR MIKLÓS

Jakucs László geológus 1952. augusztus 4-én a bükki karsztvidéken Jósfaő közelében a Baradla-barlanghoz hasonló méretű cseppkőbarlangot fedezett fel. A barlang főágába csak egy nehezen járható tekervényes mellékágon — a felfedező ágon — lehetett bejutni. A barlang a közönség számára csak akkor lesz hozzáférhető, ha a főágba közvetlen lejáratot létesítenek. A felfedező ág nehéz terepviszonyai miatt azonban a létesítendő lejárát helyét nem tudták pontosan kitűzni. A probléma megoldására *Jakucs László* a m. áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézetet kérte fel.

Az elgondolás az volt, hogy a barlang főágának megfelelő helyén

elhelyezünk egy függőleges mágneses tengelyű elektromágnest, és a felszínen mágneses méréssel kimutatjuk a helyét. Ezt a megoldást, amikor a velejáró nehézségeket felismertük, más célravezetőbb módszerrel helyettesítettük. Ezt az eljárást ismertetjük közleményünkben.

A feladatot Intézetünk elektromos és földmágneses osztálya közösen oldotta meg. Az elektromos osztály készítette az elektromágnest, a földmágneses osztály végezte a mágneses méréseket.

Első próbaképpen az elektromágnest a jánoshegyi kilátó alatt helyeztük el, és a mintegy húsz méter magas torony tetején felállított magnetométerrel mértük a hatását. Ez a hatás húsz méter távolságból Gauss I főhelyzetben 40γ volt. Az elektromágnest oldalirányban 30 méterrel elmozdítva a hatás a függőleges összetevőben $\sim 1 \gamma$ -ra, a kimutathatóság határára csökkent. *Jakucs* szerint az elektromágnest a barlangban a földfelszíntől körülbelül 30 méterre helyezhetjük el, ebből a távolságból az elektromágnes hatása — a jánoshegyi tapasztalatok szerint — alig lett volna kimutatható. Fokozta a nehézséget, hogy — mint az első terepbejáráskor kiderült — a felmérendő terület a vártnál jóval nagyobb, mintegy $300 \times 400 \text{ m}^2$ kiterjedésű téglalap. Ezen a területen 10 méteres közzel kétszer kellett volna mérési hálózatot létesíteni, egyszer mágnes nélkül, egyszer mágnessel. Erre feltétlenül szükség volt, mert az első, mágnes nélkül végzett tájékozódó mérések a területen 70γ -s helyi anomáliát jeleztek. A területen ezért kb. 2400 ponton kellett volna a vertikális intenzitást meghatározni. Ilyen terjedelmű és bizonytalan eredményű munkát természetesen nem vállaltunk.

Hogy a feladatot mégis megoldhassuk, más rendszerű mérést vezettünk be. A magnetométerrel felálltunk a terület bizonyos pontján, észleltünk és az elektromágnest ellenkező irányú árammal átmágnesezve figyeltük a magnetométer lengőjének az elmozdulását. A magnetométer lengője az átmágnesezést annál jobban jelzi, minél közelebb van a műszer az elektromágneshez. Az eljárás előnyei a következők:

1. Átmágnesezéssel a pozitív és negatív hatás szembeállítása révén a mérendő hatás megkülönböztethető.

2. Ugyanazon a helyen maradva a műszer szabadon lengő mágnesének csekély meglendülése sokkal pontosabban észlelhető, mint áttelepített műszerrel a térerősség különbsége. Ezért a mérés érzékenysége egy nagyságrenddel nő.

3. A mérés független a mágneses helyi anomáliáktól, nem kell elvégezni a terület előzetes felmérését.

4. A mérés független a mágneses erő időbeli változásától is, ezért a regisztrálásra szánt műszert is felhasználhattuk az elektronágnes helyének kutatására.

Az érzékenység nagymértékű növekedése miatt elegendő volt a mérési pontokat egymástól 50 méterre telepíteni (48 mérési pont). Az ilyen módon végzett mérések igen gyorsan vezettek eredményre. A mérések megkezdése után alig egy órával az egyik műszer jelezte az átmágnesezést. Ezzel a mérendő terület nagyon leszűkült és mindkét műszert a legnagyobb hatás helyének a kutatására használhattuk.

Az elektromágnes felszín alatti mélységét a mérési adatokból a következők alapján számítottuk ki. Helyezzünk egy Δ momentumú dipólust egy koordináta rendszer középpontjába úgy, hogy momentuma a függőlegesen felfelé irányított z tengely irányába mutasson. Az x tengely iránya a vízszin-

tes síkban tetszőleges lehet, mert a függőleges momentumú dipólus tere bármely vízszintes síkban körszimmetrikus (1. ábra).

Ismeretes, hogy koordináta rendszerünkben a dipólus potenciálja

$$V = \frac{Mz}{(z^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (1)$$

A dipólus terének függőleges összetevője a potenciál z szerinti negatív differenciálhányadosa, vagyis

$$Z = -\frac{\partial V}{\partial z} = \frac{M(2z^2 - x^2)}{(z^2 + x^2)^{\frac{5}{2}}} \quad (2)$$

Vizsgáljuk ezt az összetevőt egy az x tengellyel párhuzamos A egyenesen; ezen az egyenesen $z = R$. Mérjük x -et R -rel mint egységgel, vagyis legyen $x = kR$, akkor (2)-ből kapjuk

$$Z = \frac{2M}{R^3} \frac{2 - k^2}{2(1 + k^2)^{\frac{5}{2}}} \quad (3)$$

Az összefüggés a mi esetünkkel kézenfekvő. A dipólus az elektromágnes, a koordinátarendszer kezdőpontja a barlang keresett helye, A a Föld felszíne, R a kiszámítandó mélység. A P_0 pontban lesz a hatás a legnagyobb,

itt $x = 0$, vagyis $k = 0$ és $Z_0 = \frac{2M}{R^3}$. Z_0 -nak ezt az értékét (3)-ba helyettesítve a P pontban a függőleges erőösszetevő Z_0 -val kifejezve a következő:

$$Z = Z_0 \frac{2 - k^2}{2(1 + k^2)^{\frac{5}{2}}} \quad (4)$$

A mérési adatokból a maximális Z_0 és a Z ismert, a k kiszámítható. A maximális hatás P_0 helyétől az adott P pont x távolsága lemérhető. Ismerve a k -t és az x -et, R kiszámítható.

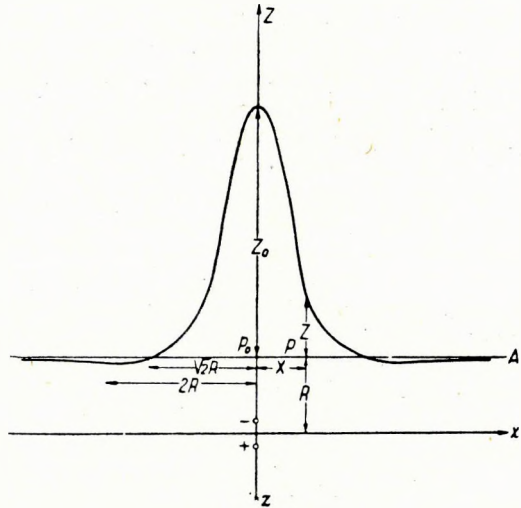
Közvetlenül látható, hogy ha $k = \sqrt{2}$, akkor $Z = 0$, vagyis az A síkon a P_0 középpontú, $x = \sqrt{2} R$ sugarú körön a függőleges tengelyű dipólus terének nincs függőleges összetevője. A függőleges erőösszetevő szélső értékeit és inflexiós pontjait (4)-ből differenciálással határozhatjuk meg.

$$\frac{1}{Z_0} \frac{\partial Z}{\partial k} = \frac{3k(k^2 - 4)}{2(1 + k^2)^{\frac{7}{2}}} \quad (5)$$

és

$$\frac{1}{Z_0} \cdot \frac{\partial^2 Z}{\partial k^2} = -\frac{12k^4 - 81k^2 + 12}{2(1 + k^2)^{\frac{9}{2}}} \quad (6)$$

Az első differenciálhányados nulla, ha $k = 0$, vagy $k = \pm 2$. Az első esetben a második differenciálhányados negatív, tehát a görbének maxi-



1. ábra

muma, a második és harmadik esetben a második differenciálhányados pozitív, tehát a görbének minimuma van. A megfelelő szélső értékek $Z_{\max} = Z_0$ és $Z_{\min} = -0,018 Z_0$.

A második differenciálhányados akkor nulla, ha $k_1 = \pm 0,39$ és $k_2 = \pm 2,57$. A Z görbének tehát az $x_1 = \pm 0,39 R$ és $x^2 = \pm 2,57 R$ abszcisszájú helyeken van inflexiós pontja. A megfelelő ordináta pontok $Z_1 = 0,65 Z_0$ és $Z_2 = -0,014 Z_0$.

Az 1. ábrán arányosan ábrázoltuk a dipólus Z hatásgörbájének fent részletesen leírt változását (a Z hatástengely fölfelé pozitív).

A számításokban az átmágnesezésre nem voltunk tekintettel. Ez az eredményt nem befolyásolja, mert átmágnesezés következtében úgy a Z , mint a Z_0 megkétszereződik, arányuk azonban nem változik.

A végzett mérések eredményeiről Dér Miklós közleményünk második részében számol be.

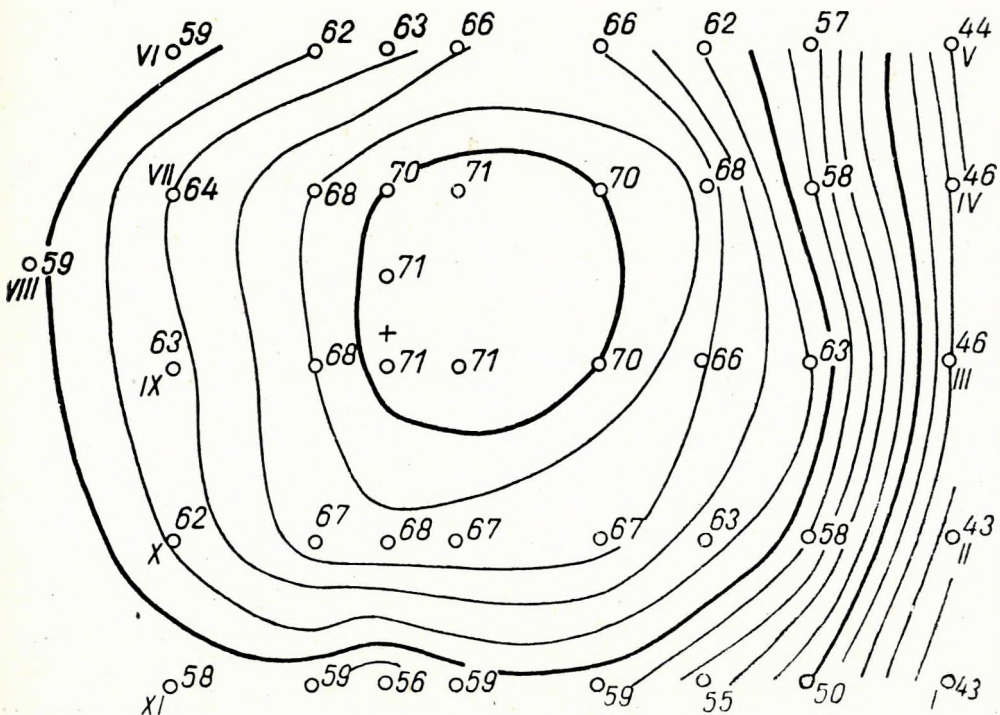
II. RÉSZ

Február 12-én elektromos osztályunk a barlang kijelölt helyére, 12–13 méterre a boltozat alatt, elektromágnest szerelt be, melyet kb. 1100 m hosszú vezeték kötött össze a barlang bejáratánál álló egyenáramú aggregátorral. Innen telefonvezeték húzódott a kb. 5–600 m távolságra levő mérési területig.

A mérések február 13-án kezdődtek két Schmidt-féle vertikális magnetométerrel a kb. 300 m × 400 m kiterjedésű számbajöhető terület két különböző részén.

Minden egyes helyen egy-egy észlelés után helyben maradván az áram irányának megfordítását kértük. Az áram irányával az elektromágneses tér iránya is megváltozott, s ha az észlelés helye az elektromágneses hatóterének a műszerrel még kimutatható részén volt, ez a térirányváltozás az észlelt érték megváltozását vonta maga után.

A műszerekkel É–D irányú szelvények mentén haladtunk. Az álláspontok egymástól 40–50 m-re voltak. 5–6 meddő mérés után az áram



2. ábra

irányának megfordulása alkalmával az egyik műszerrel az észlelt érték gyenge megváltozását tapasztaltuk. A másik műszert is ide vontuk és innen több irányban tovább haladva megállapítottuk, hogy az indikációk NY felé növekedni, majd csökkenni kezdenek. Ezen a részen négy É—D-i irányú 15 m hosszú szelvényt tűztünk ki egymástól 5 m távolságra, egyenként 4 mérési ponttal. A mérések eredménye szerint mindkét műszer ugyanazon a helyen azonos alakú és kiterjedésű maximumot mutatott ki. Másnap a kapott helyen és környezetében sűrítőméréseket végeztünk egymástól 1—2 m-re levő műszerállásokban. Ez utóbbi mérések eredményeit a 2. ábrán közöljük. Azokat a helyeket, ahol egyenlő hatás volt, görbékkel kötöttük össze. Ezek a görbék közelítőleg köralakúak. A mutatkozó kisebb eltérések bizonyára a felszínnek csekély K -re való lejtése és az elektromágnes nem pontosan függőleges helyzete okozta.

Az elektromágnes, felszíni vetületének valószínű helyét ezek figyelembevételével tűztük ki. Ezt a helyet a 2. ábrán kereszttel jelöltük meg és ezen a helyen a szomszédos eredmények alapján a Z_0 hatást 71 gammának fogadtuk el.

Az elektromágnes közepének mélységét a közlemény első részében ismertetett eljárással számítottuk ki.

A nyert eredmények a következők:

A pont száma	Távolság a kezdő ponttól x	A pontban észlelt hatás Z	$\frac{Z}{Z_0}$	k	Az elektromágnes közepének számított mélysége R
I.	9,1 m	40	0,56	0,46	19,8 m
II.	8,2	43	0,61	0,42	19,6
III.	7,8	46	0,65	0,39	20,0
IV.	8,0	46	0,65	0,39	20,5
V.	8,7	44	0,62	0,41	21,2
VI.	4,9	59	0,83	0,25	19,6
VII.	3,5	64	0,90	0,19	18,4
VIII.	5,0	59	0,83	0,25	20,0
IX.	3,0	63	0,89	0,20	(15,0)
X.	4,2	62	0,87	0,22	19,1
XI.	5,7	58	0,82	0,26	21,8

Az átlag tehát 20 m. Ebből levonva a műszermagasságot, valamint az elektromágnes 12—13 méterre becsült távolságát a barlang boltozatától, az átfúrandó fedő sziklaréteg vastagsága kb. 6—7 méterre tehető.

Felelős kiadó: Solt Sándor

Műszaki felelős: Rózsa István

Megrendelve: 1953. VI. 17. — Imprimálva 1953. VIII. 3. — Papíros alakja: 70 × 1000.

A könyv azonossági száma: 1196. Ívek száma: $\frac{1}{2}$ ($\frac{3}{4}$) — Ábrák száma: 2 — Példányszám: 500

Ez a könyv az MNOSZ 5601—50 Á és MNOSZ 5602—50 Á szabványok szerint készült.

5329. Franklin-nyomda Budapest, VIII., Szentkirályi-utca 28.

Felelős: Ketskés János.