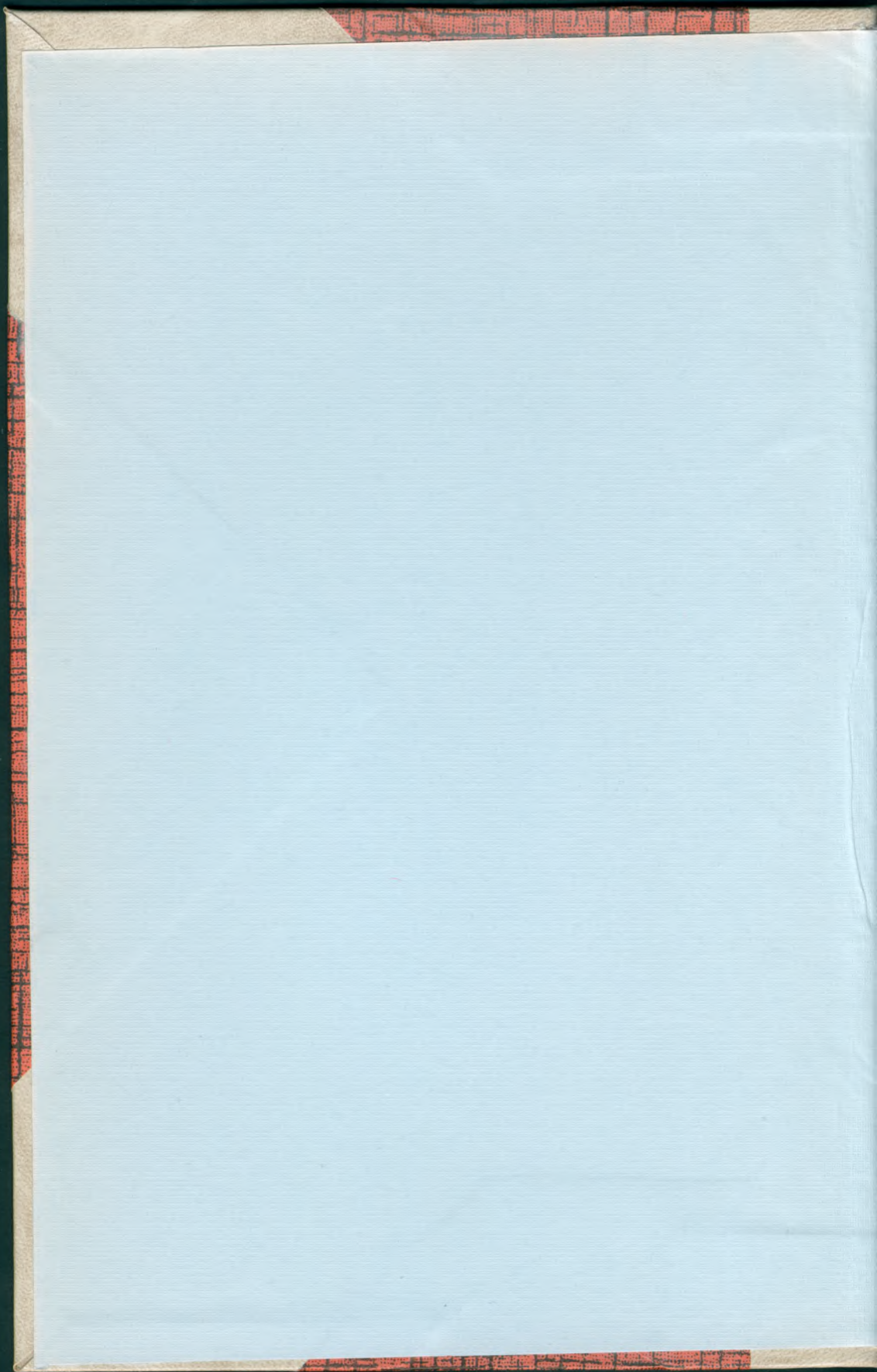
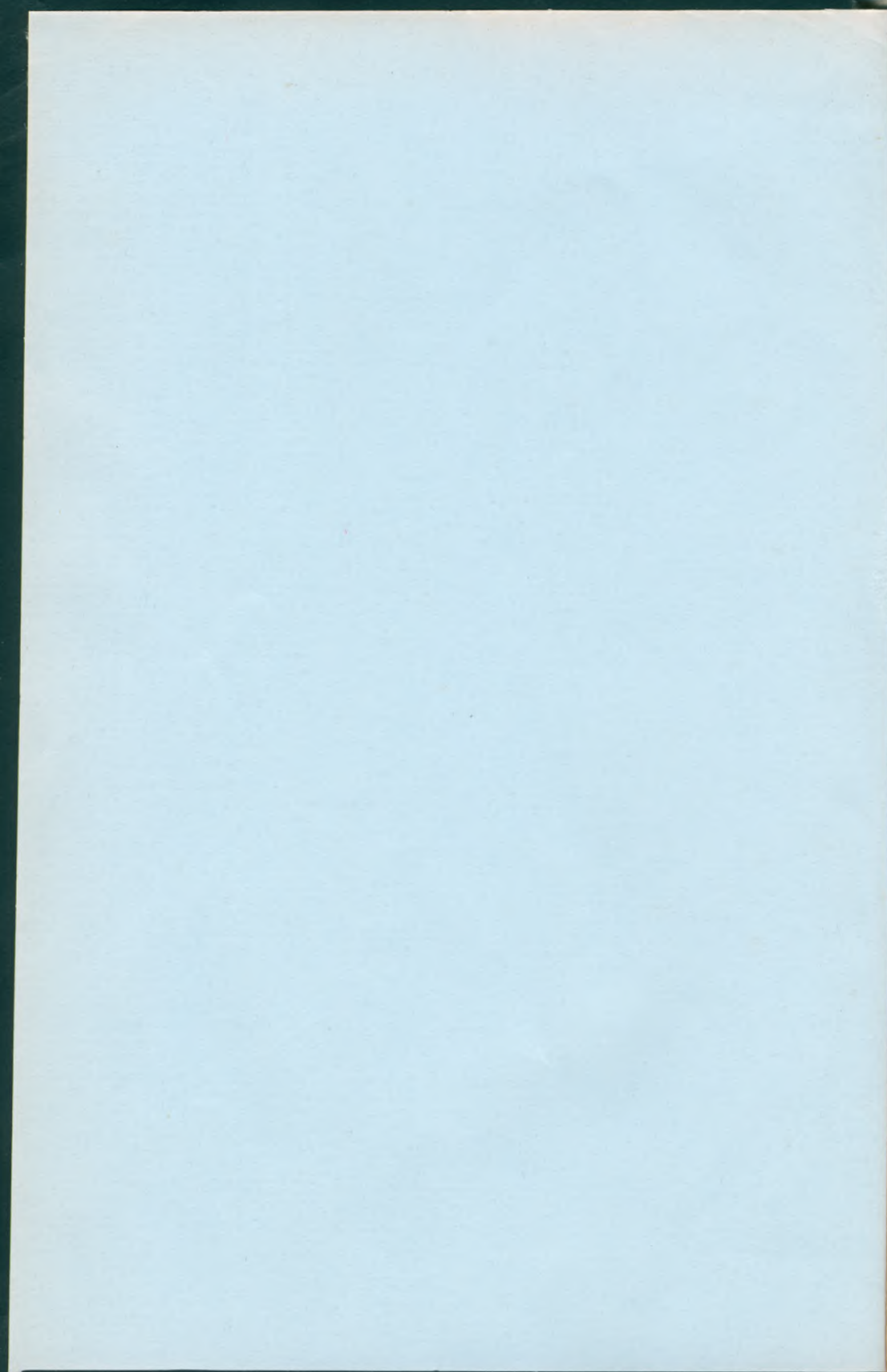


195.039

OSZK

.....





195039

FÖLDALATTI ÜREGEK KIMUTATÁSA EÖTVÖS TORZIÓS INGÁJÁVAL

ÍRTA

PEKÁR DEZSŐ

L. TAG

*Különlenyomat a Matematikai és Természettudományi Értesítő
LIII. kötetéből*

BUDAPEST

1935

Phy



195039



~~36,447~~

ORSZ. SZÉCHÉNYI-KÖNYVTÁR
Növédéknapló
193.5.év. 5531

KÜLÖNLENYOMAT

a Magyar Tudományos Akadémia
Matematikai és Természettudományi
Értesítője

LIII. kötetéből, Budapest, 1935.

SONDERABDRUCK

aus «Mathematischer und Naturwissen-
schaftlicher Anzeiger der Ungarischen
Akademie der Wissenschaften»

Band LIII, Budapest, 1935.

FÖLDALATTI ÜREGEK KIMUTATÁSA EÖTVÖS TORZIÓS INGÁJÁVAL.

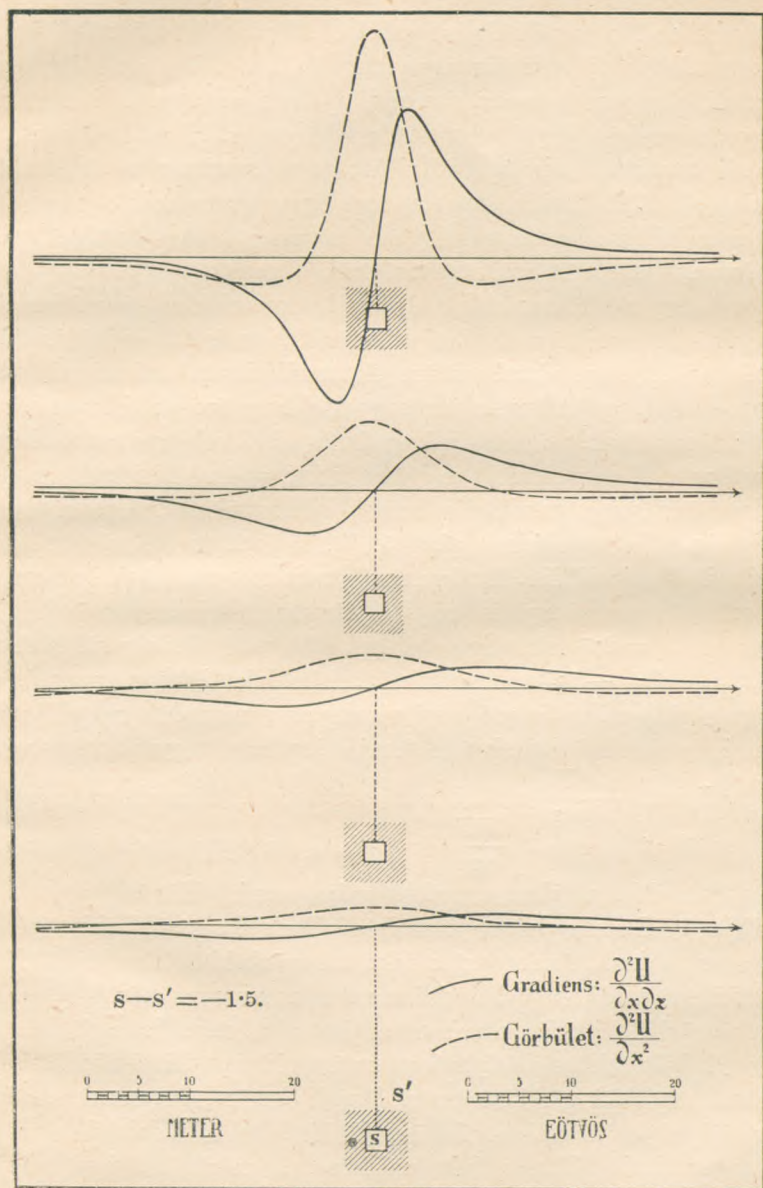
PEKÁR DEZSŐ I. tagtól.

I. Bevezetés.

A Salgó-Tarjáni Kőszénbánya Részvénytársulat nevében dr. SCHMIDT SÁNDOR m. kir. bányaugyi főtanácsos, bányagazgató úr 1928 tavaszán azzal a kéréssel fordult hozzám, hogy nem tudnók-e alkalmas geofizikai módszerekkel megállapítani, illetve *felkeresni a dorogi széntelep fekvését képező triasmészakóban a karsztos üregeket*, amelyekben keresztül a vízbetörés a bányászatot állandó és nagy veszedelemmel fenyegeti.

E célból Dorogra utaztam, ahol egyrészt SCHMIDT SÁNDOR és HOFFMANN RICHÁRD főtanácsos uraktól nyert információk, másrészt a bányában szerzett személyes tapasztalataim alapján ez érdekes probléma megoldására vonatkozólag a következőket állapíthattam meg.

A különböző geofizikai kutatóeljárások közül éppen a torziós ingamódszer az, amellyel a földalatti üregeket az adott körülmények között felkereshetjük. Minthogy azonban a kérdéses üregek a felszíntől nagy, 250—300 métert kitevő mélységben vannak, azok helyét a felszínen végzett mérésekkel nem határozhatjuk meg, annyival is kevésbbé, mert a felszín nagyfokú egyenetlenségei is lényeges zavart okoznak. A felkutatandó üregek azonban a földalatti közléktől már nem nagy mélységben fekszenek és így ezekben a torziós ingával végigmérve, azokat kimutathatjuk, feltéve, hogy a folyosó közelében a földben lévő tömegekben nagyobb egyenetlenség nincsen, ami az üregokozta tiszta gravitációs képet teljesen megzavarja. A megtekintett közlék alakja és méretei



1. ábra. Földalatti üregek gravitációs hatása.

alapján megállapíthattam, hogy a kérdéses helyen a méréseket minden nehézség nélkül elvégezhetjük. Továbbá tekintettel arra, hogy főleg a folyosó tengelye irányába eső adatokat kell majd számításba vennünk, az ácsolat, a sínek és egyéb kisebbfokú egyenetlenségek lényeges zavart nem okoznak. Biztatónak mutatkozik továbbá, hogy az eddigi feltárások szerint a vetődések és az egyéb földalatti alakulatok nem igen keresztezik a folyosót, hanem jobbra azzal egyirányban haladnak, amely esetben azok méréseinkben jelentősebb zavart nem okoznak.

A nyert információk adatainak megfelelően számításokat végeztünk az irányban, hogy különböző méretű és különböző mélységben fekvő vízzel telt üregek gravitációs hatását megállapítsuk, s ez alapon eldönthessük, hogy mekkora üregek kimutatására vállalkozhatunk. Számításaink eredményeiből nehányat az *1. ábrán* grafikusán bemutatunk, amelyben $2 \times 2 = 4 \text{ m}^2$ keresztmetszetű vízzel telt üreg gravitációs hatását tüntettük fel, és pedig azon esetekben, ha az a felszín alatt 5, 10, 15 és 20 m mélységben fekszik, illetve kezdődik. A négyzetes keresztmetszet felvétele csupán a számítás megkönnyítése céljából történt. A triaszmész sűrűségét kereken $s' = 2.5$ -nek, s így a víznek ettől való sűrűség különbségét, $s - s' = -1.5$ -nek vettük fel. A földalatti folyosó mentén a távolsági, továbbá a mélységi viszonyok a megadott meterlépték szerint vannak felrajzolva. A torziós ingamérés egyik eredményét a *gradienst*, a $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$ értékeit a folytonosvonalú, a másik eredményt, a *görbületet*, vagyis a $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ értékeit a szaggatottvonalú görbék tüntetik elő a rajzban megadott méret szerint *Eötvös egységekben* kifejezve. E mennyiségek jelentőségéről majd a későbbiekben részletesen szólnunk. Amint azt a felrajzolt görbékben közvetlenül láthatjuk, a gradiens görbe minimuma és maximuma közötti 0 pont és a görbület görbe maximuma pontosan megadja a földalatti üreg helyét, illetve a folyosóban az üreg közepe felett vertikálisan fekvő pontot. A görbék méreteiből pedig az üreg keresztmetszetére és mélységére következtethetünk. Tekintettel a földalatti folyosóban uralkodó állandó hőmérsékletre, a méréseket igen nagy, néhány tizedig menő pontossággal végezhetjük s így már 3–4 egységnyi eltérést is biztosan és jól lemérhetünk. Számításaink

szerint tehát 20 méter mélységben egy 5—6 m² keresztmetszetű, vízzel telt üreget még biztosan meghatározhatunk, továbbá 10 méter mélységben már 1 m² keresztmetszetű üreget is kimutathatunk.

A mondottak alapján első pillanatban talán azt hihetnők, hogy a torziós ingával a kérdéses üregeket mindenkor teljes biztonsággal felkereshetjük. A tényleges viszonyokat fontolóra véve azonban beláthatjuk, hogy eszközünk nem minden esetben adhat biztos feleletet. A torziós inga ugyanis a földalatti különböző rétegalakulatok együttes, hogy úgy mondjuk, eredő hatását adja meg. Zavaros földalatti alakulatok esetén nem hámozhatjuk ki biztosan az eredő görbéből magának az üregnek a görbéjét. Bizonyos rétegalakulatok hatásai egymást leronthatják, így pl. két egymáshoz közel fekvő üreg esetén esetleg az egyik görbe maximumát a másiknak minimuma eltüntetheti stb. Szóval tekintettel az esetleg fellépő ismeretlen és teljesen bizonytalan földalatti alakulatok hatásaira előre egyáltalán nem állapíthatjuk meg, hogy a kérdéses üregek kimutatása sikerülni fog-e, avagy sem.

Az előrebocsátottak alapján egy rövidebb próbamérés elvégzését ajánlottam a Salgó-Tarjáni Részvénytársulatnak. Kedves kötelességemnek tartom, hogy e helyen is őszinte köszönetemet fejezzem ki elsősorban dr. CHORIN FERENC felsőházi tag, elnökiigazgató úrnak és dr. REIMANN ERNŐ vezérigazgató úrnak, akik e javaslatomat elfogadták, s ily módon lehetővé tették, hogy e nemcsak gyakorlati, de tudományos szempontból is érdekes és tanulságos méréseket elvégezhetjük. Minthogy pedig e munkálatok mielőbbi elvégzése kívánatos volt, sikerült oly megoldást találnom, hogy az itthoni és Franciaországban végzendő méréseink dacára e rövid vizsgálatot még a nyár elején elvégezhetjük.

Különös köszönettel tartozom a nm. Pénzügyminiszter úrnak, valamint a bányakutatások vezetőjének, BÖHM FERENC miniszteri tanácsos úrnak, aki a legnagyobb készséggel hozzájárult ahhoz, hogy e méréseket elvégezhessem; és hogy e célra a *Báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet* műszereit és felszerelését igénybe vehessem.

Az előkészületi munkálatokat sürgősen elvégezve, a méréseket Dorogon június 5-én kezdtük el és azokat megszakítás nélkül, éjjel-

nappal június 20-ig folytattuk. Közvetlen irányításom mellett a megfigyeléseket OSZLACZKY SZILÁRD és BAKOS TIBOR obszervatóraim végezték.

Nagy köszönettel tartozom SCHMIDT SÁNDOR főtanácsos úrnak, a dorogi bányák fáradhatatlan igazgatójának, aki a mérésekkel kapcsolatos bárminemű szükségleteket a legnagyobb előzékenységgel azonnal rendelkezésünkre bocsátotta. Kívüle elsősorban GHIMESSY LAJOS főmérnök úr volt minden tekintetben segítségünk munkálatainkban. A torziós inga leolvasásának hosszadalmas munkájában pedig GOGOLA JÓZSEF és dr. SZIKSZAY MIKLÓS bányamérnök urak nagy buzgalommal működtek közre. Fogadják mindannyian őszinte köszönetemet!

II. A torziós ingamérések végzése.

A méréseket a *Reimann-akna* «H» mezejének vízbetöréssel fenyegetett 45. szinti alapközléjében és folytatólag az 5. szinti alapközlében végeztük.

A mérésre egy *B* jelzésű egyszerű, teljesen megbízható és aránylag könnyen szállítható torziós ingát használtunk, minthogy a kisebb típusú kettős ingáink más felé voltak elfoglalva. Az egyes állomásokon mindenkor a folyosó irányát vettük alapmeridiánnak, amit az előre és a hátra való irányzás középértékeként állapítottunk meg. Az alapmeridiánban a pozitív x irányt az északi félkörben, szóval az alapközléből kifelé haladva vettük fel. Az elméletnek megfelelőleg ezen egyszerű műszerrel az észlelést öt állásban kellett végeznünk, vagyis az alapmeridiánból, a pozitív x irányból kiindulólág 0° , 72° , 144° , 216° , 288° és ismét 360° -os stb. irányokban. Minden állomáson legalább is két teljes sorozatot olvastunk le, sőt a szükséghez képest egyes állásokat megismételtünk. Némi nehézséget okozott különösen eleintén az, hogy a lemérendő értékek nem várt módon nagyok voltak, s így a torziós inga mozgási közében az összes állásokat nem olvashattuk le, hanem a teljes sorozatot a torziós fej elforgatásával két részletben kellett elvégeznünk. Közbevetőleg csupán megemlítem, hogy ezen csakis ily módon segíthettünk, mert bár érzéketlenebb torziós drótot használva, a teljes sorozatot egyfolytában leészlelhettük volna, de viszont ez

esetben nem kaptuk volna meg elegendő pontossággal az üregek hatásaként mutakozó kis értékeket. Feleslegesnek tartom itt az észlelési sorozatok részletes közlését és majd később is csupán a kiszámított eredmények egybeállítására szorítkozom.

Az állomásokat a szükséghez képest 5—15 m távolságban helyeztük el egymástól, különösen ügyelve arra, hogy a folyosónak lehetőleg egyenletes helyein és az ácsoláshoz képest szimmetrikusan feküdjenek. Ily módon elértük azt, hogy a közvetlen környezet egyenetlenségeiből jelentékenyebb zavaró hatás nem származott.

A 45. szinti alapközlében 1—6 folyószámmal 6 állomáson végeztünk mérést. Az 5. szinti alapközlében pedig 7—14 folyószámmal 8 állomáson. E közlében annak vége felé még egy 15. állomás észlelését is megkezdjük, de tekintettel az eszközre csepegő vízre, amely annak belsejébe is behatolt, azt abba kellett hagynunk. Az idő rövidege miatt ugyanis már nem volt módunkban az eszköz feletti tökéletesebb ponyvázással a víz csepegését megátolni.

Az állomások pontos helyét a lemért egymástól való távolságok és a közlében megadott fixpontok alapján rajzoltuk be a részünkre készített 1:100 méretű térképbe. Együttal az állomások összekötő vonalainak egymással képezett szögeit, valamint az alapmeridiánokkal bezárt szögeket is lemértük. Ily módon egyrészt a térképbe való berajzolás helyességét ellenőrizhettük, másrészt az egyes állomások alapmeridiánjainak egymással képezett szögeit is levezethettük. Csapán felemlítem, hogy tekintettel a közlében lévő sínekre, vascövekre az irányokat a busszolóval közvetlenül nem mérhettük le és így azt csapán egy-egy helyen mint állandó irányú mutatót használtuk fel.

III. A gravitációs észlelések feldolgozása.

A torziós inga tulajdonképpen négy adatot ad meg a nehézségi erő változásaira vonatkozólag. Ez adatokat egy X , Y , Z derékszögű koordináta rendszerre vonatkoztatva, mint a nehézségi erő potenciálfüggvényének az U -nak differenciálquotiensent szokás kifejezni. Rendesen az X tengely észak felé, az Y tengely kelet felé

és a Z tengely függőlegesen lefelé mutat. Jelen esetben célszerű volt a koordináta rendszert elforgatni akként, hogy az X tengely, amint azt már említettük, a folyosó mindenkori meridiánjába essék és az északi félkör felé mutasson. Ily módon ugyanis az észlelt adatokból közvetlenül a folyosó irányába eső komponenseket kaptuk meg, amelyek éppen a megoldandó probléma szempontjából fontosak.

A meghatározott adatok első ketteje a $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$ és $\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$ a *nehézségi erő gradiensét* adja meg, és pedig a $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$ annak X tengelymenti, a $\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$ pedig az Y tengelymenti komponensét jelenti. Maga a gradiens a nehézségi erő horizontális síkban való változásának mértéke. Ezen adat határozza meg egyrészt, hogy mily irányban haladva legnagyobb a változás, másrészt számértéke megadja, hogy a legnagyobb változás irányában 1 cm-rel előrehaladva, hány Eötvös egységgel nő a nehézségi erőnek, a g -nek értéke. A nehézségi erő változásai ugyanis nagyon kicsik és azért azt 10^{-9} CGS egységekben szoktuk kifejezni, amely egységet Eötvös érdemeinek megörökítésére internacionálisan «Eötvös»-nek neveztek el és E -vel jelölnek. A $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$ és $\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$ adataiból a gradienst, magát a Gr -et és annak irányát a γ -át könnyen kiszámíthatjuk.

A torziós inga másik két adata a $\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right)$ és $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$ a nehézségi erő nívófelületének, szintfelületének *görbületi viszonyairól* nyújt felvilágosítást. Ez adatokból elsősorban a nívófelület főgörbületeinek irányát határozhatjuk meg, melyek egymásra merőlegesek s amelyek közül az egyikben a legnagyobb, a másikban a legkisebb a felület görbülete.

Ezenkívül ezekből az adatokból az $R = g \left(\frac{1}{\varrho_1} - \frac{1}{\varrho_2} \right)$ mennyiség értékét számíthatjuk ki, amelyben g a nehézségi erő gyorsulását, ϱ_1 a kisebbik, ϱ_2 pedig a nagyobbik főgörbületi sugarat jelenti. Ezen R *mennyiség* határozza meg a nehézségi erő azon forgatóképességét, amely a vízszintesben mozgó egyszerű torziós inga rúdját a nagyobb görbületi sugarú főgörbület síkjába igyekszik terelni. Éppen ezért ezt az R mennyiséget *horizontális irányító*

képességnek nevezzük. A $\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right)$ és $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$ adataiból magát az R értékét és annak irányát a λ -át egyszerű módon kiszámíthatjuk.

Az észlelt adatokból közvetlenül kiszámított *nyers értékeket* az alábbi *I. táblázatban* állítottuk egybe. A táblázat második rovatában az állomások helyét jellemző adatokat közöltünk. A *II. táblázatban* pedig az ezen adatokból kiszámított *Gradiens* és *R értékek* és azok irányai foglaltatnak. A táblázat második rovatában pedig ugyancsak az állomások elhelyezésére vonatkozó adatokat találunk.

I. Táblázat.

Nyers értékek a folyosó meridiánra vonatkoztatva.

Reimann-akna „*H.* mező.

Állomás		Gravitációs adatok			
száma	távolsága az előzőtől m	$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$	$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$	$10^9 \left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right)$	$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$
45. szinti alapközle					
6	0	+ 46·7	— 305·2	+ 730·0	— 20·8
5	12·5	+ 48·5	— 310·7	+ 740·2	— 27·0
3	9·6	— 36·0	— 310·2	+ 669·8	+ 37·1
2	10·0	+ 3·5	— 314·8	+ 639·6	+ 17·7
1	8·6	+ 54·8	— 266·2	+ 570·4	— 2·4
4	8·5	+ 18·0	— 249·8	+ 541·6	+ 33·8
5. szinti alapközle					
11	0	— 104·8	— 371·7	+ 514·4	+ 28·5
14	6·0	— 79·5	— 315·2	+ 276·0	— 29·4
10	5·8	— 44·7	— 265·7	+ 530·9	— 9·5
9	9·0	+ 24·2	— 295·6	+ 593·8	— 9·8
8	12·3	+ 88·6	— 284·3	+ 499·5	— 17·6
7	13·0	+ 23·5	— 303·5	+ 479·3	— 27·2
13	7·0	— 28·9	— 318·6	+ 474·2	+ 9·0
12	10·5	— 79·4	— 299·4	+ 473·8	+ 26·5

II. Táblázat.

Nyers értékek a folyosó meridiánra vonatkoztatva.

Reimann-akna «H» mező.

Állomás		Gradiens		Horizontális irányítóképesség	
száma	távolsága az elsőtől m	$10^6 Gr$	γ	$10^6 R$	λ
45. szinti alapközle					
6	0	308·8	— $81^\circ 18'$	731·2	— $88^\circ 22'$
5	12·5	314·5	— $81^\circ 8'$	742·2	— $87^\circ 55'$
3	22·1	312·3	— $96^\circ 37'$	673·9	+ $86^\circ 50'$
2	32·1	314·8	— $89^\circ 22'$	640·6	+ $88^\circ 25'$
1	40·7	271·8	— $78^\circ 22'$	570·4	— $89^\circ 46'$
4	49·2	250·4	— $85^\circ 53'$	545·8	+ $86^\circ 27'$
5. szinti alapközle					
11	0	386·2	— $105^\circ 45'$	517·5	+ $86^\circ 50'$
14	6·0	325·1	— $104^\circ 9'$	282·2	— $83^\circ 59'$
10	11·8	269·4	— $99^\circ 33'$	531·2	— $88^\circ 59'$
9	20·8	296·6	— $85^\circ 19'$	594·1	— $89^\circ 3'$
8	33·1	297·8	— $72^\circ 41'$	500·7	— $87^\circ 59'$
7	46·1	304·4	— $85^\circ 34'$	482·4	— $86^\circ 46'$
13	53·1	319·9	— $95^\circ 11'$	474·5	+ $88^\circ 55'$
12	63·6	309·8	— $104^\circ 51'$	476·8	+ $86^\circ 48'$

Ha méréseinkből a földalatti alakulatokra, jelen esetben a vízzel telt üregekre akarunk következtetni, akkor mindenekelőtt adatainkat meg kell szabadítanunk mindazon hatásoktól, amelyeket a látható tömeg egyenetlenségek okoznak. Ezenkívül még a rendes földalaknak megfelelő *normális értékeket* is le kell vonnunk. Mindezen korrekciók után az úgynevezett *subterrán rendellenességeket* kapjuk meg, vagyis tisztán a *földalatti tömegek okozta gravitációs zavart*, amelyet már következtetéseinkre felhasználhatunk.

A külső felszín egyenetlenségeiből származó hatást a jelen esetben teljesen figyelmen kívül hagyhatjuk. A külső felszín ugyanis állomásainktól már oly nagy távolságra fekszik, hogy hatása azon

a rövid 50, illetve 65 méteres darabon, amelyen állomásaink fekszenek, mindenütt ugyanannak vehető. Hasonló okok miatt felesleges az amúgy is kicsi normális értéket levonnunk. Ily módon e hatások mint állandó értékek benne maradnak ugyan adatainkban, de ezek relativ jellegű következtetéseinket egyáltalán nem zavarják.

A folyosók átlagos lejtése, amint azt a rendelkezésünkre bocsátott magassági pontokból megállapíthattuk, a 45. szinti alapközlében $0^{\circ}21'$, az 5. szinti alapközlében pedig $0^{\circ}11'$. Tekintve, hogy a lejtés eléggé egyenletes és annyira csekély, ennek hatását is figyelmen kívül hagyhatjuk.

Mindenesetre tekintetbe kell vennünk azonban a folyosók és azok elágazásainak hatását. A számításban a rendelkezésünkre bocsátott 1:100 méretű térkép adatait használtuk fel. A szén és a mészkő sűrűségét pedig a magunkkal hozott minták alapján határoztuk meg. Méréseink szerint középértékben: a szén sűrűsége 1.38, a mészkő sűrűsége 2.50.

E zavaró hatások számításánál a következő megfontolásokat kell szem előtt tartanunk. Egy egyenes és egyenletes keresztmetszetű folyosó semmiféle zavaró gradienst nem okoz, mert az eszköz egyik oldalán levő tömeghiány hatását, a másik oldalon levő ugyanakkora tömeghiány ellentett hatása lerontja. Ezenkívül a gradiens szempontjából a torziós inga lengő szerkezetének középpontja feletti tömegek hatása ellentett az az alatt fekvő tömegek hatásával. E tömegközéppont a jelen esetben valamivel több, mint 1 m magasságban feküdt a föld szintje felett. Tekintetbe véve tehát a közle trapézalakú keresztmetszetét és megadott méreteit, a folyosó okozta tömeghiányból kb. ugyanannyi esik a lengő szerkezet tömegközéppontja alá, mint fölé. Éppen ezért a folyosó és elágazásainak hatása a gradiens szempontjából teljesen elhanyagolható.

Teljesen más az eset azonban a görbületi adatok szempontjából. Ez esetben ugyanis már egy egyenes és egyenletes keresztmetszetű folyosó hatása igen tetemes, mert az eszköz két oldalán levő tömeghiányok görbületi adata nem ellentett, nem rontja le egymást, hanem összegeződik. Így a megadott méretek szerint kiszámítva, a 45. szinti alapközlé görbületi hatása a $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ értéke $404.4 E$, az 5 szinti alapközléé pedig $314.0 E$. Félreértések elkerü-

lése végett kiemelem, hogy nem téves az az eredmény, hogy a tágasabb közlében az érték kisebb, mert itt a folyosó falai az eszköztől messzebb vannak.

A görbületi adatok szempontjából a folyosó elágazások, a fel-törések és az alapközle nagyobb egyenetlenségeinek hatását is ki kellett számítanunk. Az előzők szerint mindezen zavaró hatások levonásával jutunk a *subterrán értékekhez*, amelyeket a *III. táblázatban* állítottunk egybe. A gradiens nagyságának és irányának adatait a Gr és γ értékeket e táblázatban elhagytuk, mert azok teljesen ugyanazok, mint amelyek a *II. táblázatban* foglaltatnak.

III. Táblázat.

Subterrán értékek a folyosó meridiánra vonatkoztatva.

Reimann-akna «H» mező.

Állomás száma	Gravitációs adatok				Horizontális irányítóképesség*	
	$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$	$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$	$10^9 \left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right)$	$10^9 \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$	$10^9 R$	λ
45. szinti alapközle						
6	+ 46.7	— 305.2	+ 324.3	— 20.8	327.0	— 86°20'
5	+ 48.5	— 310.7	+ 319.2	— 27.0	323.7	— 85°12'
3	— 36.0	— 310.2	+ 264.2	+ 37.1	274.4	+ 82°10'
2	+ 3.5	— 314.8	+ 235.2	+ 17.7	237.8	+ 85°43'
1	+ 54.8	— 266.2	+ 166.0	— 2.4	166.1	— 89°10'
4	+ 18.0	— 249.8	+ 137.2	+ 33.8	152.9	+ 76°53'
5. szinti alapközle						
11	— 104.8	— 371.7	+ 212.7	+ 28.5	220.2	+ 82°30'
14	— 79.5	— 315.2	+ 114.9	— 29.4	129.1	— 76°27'
10	— 44.7	— 265.7	+ 208.1	— 9.5	209.0	— 87°24'
9	+ 24.2	— 295.6	+ 277.3	— 9.8	278.0	— 87°58'
8	+ 88.6	— 284.3	+ 192.3	— 17.6	195.5	— 84°49'
7	+ 23.5	— 303.5	+ 157.0	— 27.2	166.2	— 80°27'
13	— 28.9	— 318.6	+ 157.5	+ 9.0	158.5	+ 86°44'
12	— 79.4	— 299.4	+ 164.7	+ 26.5	173.0	+ 81° 5'

* A gradiens $10^9 Gr$ és γ adatai teljesen ugyanazok, mint a II. táblázatban lévők.

IV. táblázat.

Subterrán értékek az alapmeridiánokra vonatkoztatva.

Reimann-akna «H» mező.

Állomás		Gravitációs adatok			
száma	meridián szög- eltérése az alap- meridiántól	10^9 $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$	10^9 $\frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z}$	10^9 $\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right)$	10^9 $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$
45. szinti alapközlé					
6	— 8°24'	+ 2.2	— 308.8	+ 322.7	+ 26.4
5	— 9°42'	— 4.6	— 314.5	+ 319.0	+ 27.5
3	— 1°30'	— 44.1	— 309.2	+ 260.0	+ 44.0
2	0° (a. m.)	+ 3.5	— 314.8	+ 235.2	+ 17.7
1	— 8° 0'	+ 17.2	— 271.3	+ 160.9	+ 20.6
4	— 6°24'	— 10.0	— 250.2	+ 118.8	+ 48.2
5. szinti alapközlé					
11	+ 3°18'	+ 83.3	— 377.1	+ 217.8	+ 16.1
14	+ 1°48'	— 69.5	— 317.6	+ 111.0	— 33.0
10	+ 2°42'	— 32.1	— 267.5	+ 205.4	— 19.2
9	0° (a. m.)	+ 24.2	— 295.6	+ 277.3	— 9.8
8	— 3°48'	+ 69.6	— 289.6	+ 195.3	— 4.7
7	+ 2° 0'	+ 34.1	— 302.5	+ 152.8	— 32.6
13	+ 8°24'	+ 18.0	— 319.4	+ 156.0	— 14.1
12	+ 14°12'	— 3.5	— 309.8	+ 170.1	— 15.9

Minthogy az alapközlék nem egyenesek, végül még azok görbülését is figyelembe kellett vennünk és az eredményeket ugyanazon állandó irányú koordináta rendszerre kellett átszámítanunk. Állandó X iránynak, illetve alapmeridiánnak a 45. szinti alapközlében a 2. állomás, az 5. szinti alapközlében pedig a 9. állomás meridiánját választottuk. Az ezen alapmeridiánokra átszámított értékeket a IV. táblázatban állítottuk egybe. A második rovatban azokat a szögeket közöljük, amelyet az egyes állomásokon a folyosó, illetve állomás meridian fenti alapmeridiánokkal képez.

Úgy a nyers, mint a subterrán értékekben rendszeres változások mutatkoznak. Csak a 14. állomáson üt ki nagyon a $\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \right)$

és ennek megfelelőleg az R értéke. Ezt az állomást ugyanis éppen a zavaró hatások kísérleti ellenőrzése céljából közvetlenül egy feltörés benyílásával szemben helyeztük el. A subterrán értékekben már jóval kisebb az eltérés, mint a nyers értékekben. Az, hogy a subterrán értékekben is még bizonyos eltérés mutatkozik, onnan származik, hogy az eszköz közvetlen közelében a feltörés benyílása tágasabb, mint a számításba vett folyosó elágazás.

A *gradiens és a horizontális irányítóképesség* értékeit a rendelkezésünkre bocsátott 1:100 méterű térképeken a szokásos módon feltüntettük. A gradienseket ugyanis grafikusan nyíllal szoktuk ábrázolni: a nyilat a gradiens irányába helyezzük, hosszát pedig a gradiens értékével arányosan rajzoljuk. A horizontális irányító képességeket az R -eket pedig kis vonaldarabkákkal ábrázoljuk: a vonalkát az R , a nagyobbik sugarú főgörbület irányába helyezzük és egész hosszát az R értékével arányosan rajzoljuk. Térképeinken a nyilak a gradiensek, amelyek úgy a nyers, mint a subterrán értékeket ábrázolják, mert amint azt az előzőekben részleteztük, e gradiensek azonosak. A folytonos fekete vonallal kihúzott vonalkák a subterrán horizontális irányítóképességek, míg a szaggatott fekete vonallal kihúzottak a nyers R értékeket adják meg. Végül a pontozott vonaldarabkák az egyes állomásokon a folyosó meridián irányát jelzik. Úgy a gradiensek, mint a horizontális irányítóképességek Eötvös egységekben E -ben vannak feltüntetve. Sajnos, e térképeket e helyen nem közölhetjük, mert azokon a megengedhető legkedvezőbb kicsinyítésben is az egyes részletek összefolynak.

IV. A gravitációs mérésekből vonható következtetések.

Amint azt a bevezető sorokban számított példák kapcsán tárgyaltuk, a földalatti vízzel telt üregnek, ha azt észleléseinkkel keresztezzük, a torziós inga adataiban jellemző változásokat kell okoznia. E változások úgy a *gradiensben* a $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$ -ben, valamint a *görbületi adatban* a $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ -ban mutatkoznak és amint azt a közölt 1. ábrán láthattuk, megfelelő jellemző görbéket adnak. A $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$

adatait méréseinkből közvetlenül kiszámíthatjuk és annak értékeit a közölt táblázatokban megtaláljuk. A $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ értékeit azonban a torziós inga közvetlenül nem adja meg, hanem csak $\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right)$ kifejezést, amelyet táblázatainkban ugyancsak közöltünk. Amint azt a bevezető sorokban már említettem, a torziós ingaméréseinktől csak akkor várhatunk biztos eredményt az üregek kimutatásában, ha a zavaró földalatti alakulatok nem keresztezik a folyosót. Ez esetben pedig a folyosóra merőleges hatásoknak a $\frac{\partial^2 U}{\partial y^2}$ értékeinek állandónak kell lennie, s így más zavaró hatásoktól eltekintve, a $\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right)$ változásaiban a $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ változásai érvényesülnek. Éppen ezért a földalatti üreget jellemző görbéknek ezen adatokban is elő kell tűnnie, csak a negatív jel miatt természetesen ellentett irányban, vagyis a maximum helyett minimumnak kellene mutatkoznia. Már eleve megjegyezhetem azonban, hogy tekintettel az óriási nagy zavaró hatásokra, a jelen esetben a torziós inga adataiból teljesen biztos következtetést nem vonhatunk.

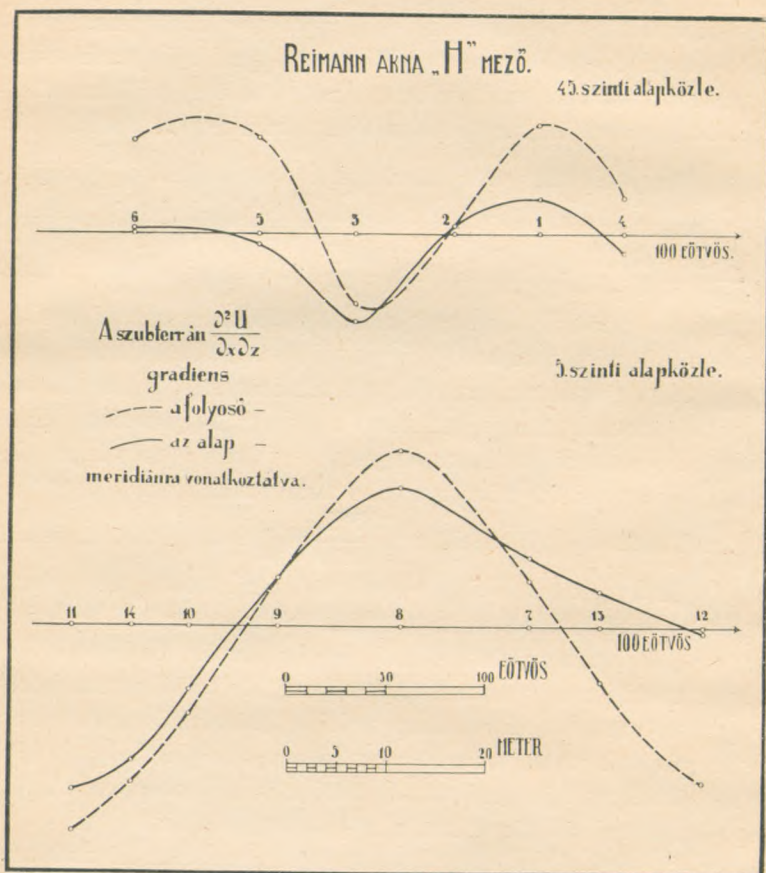
A 2. ábrán a *gradiens*, illetve a $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$ adatainak görbéit tüntettük

elő. Az állomások az abszcissa tengely mentén a közölt meterlépték szerint vannak berajzolva, az ordináták pedig a megfelelő gradiens adatot jelentik a közölt Eötvös lépték szerint feltüntetve. A folyosó meridiánra vonatkoztatott nyers, illetve subterrán görbe szaggatott vonallal, míg az alapmeridiánokra vonatkoztatott subterrán görbe folytonos vonallal van kihúzva. Látjuk, hogy a folytonos görbék, amelyek következtetéseink tulajdonképpeni alapját képezik, kevésbé meredek, mint a szaggatottak.

A 45. szinti alapközle folytonos görbájében, bár torzítva, egy oly fajta hullámot látunk, mint amelyet az 1. ábrán a földalatti üreg hatásaként közöltünk. Ez esetben a 2. állomás közelében van az a metszéspont, amely alatt az üregnek feküdnie kellene. Hasonlóan az 5. szinti alapközle görbájében a 9. és 10. állomás között találunk egy ilyen pontot.

Első pillanatra hajlandók volnánk a görbék alapján megállapítani, hogy torziós inga méréseinkkel sikerült a keresett üregeket

biztosan felkutatnunk. Sajnos, pontosabban bírálat tárgyává téve az eredményeket, beláthatjuk, hogy fenti következtetésünk nem lehet egészen biztos. A görbék elongációja, a minimum és maximum



2. ábra. Gradiensek a dorogi bányában.

közötti számszerű különbség oly nagy, hogy azt egyedül egy föld-alatti üreg nem igen okozhatja, mert annak oly nagynak kellene lennie, hogy előfordulása a nyert információk szerint nem valószínű. A 45. szintű alapközle alatt fekvő üregnek ugyanis kb. 100 m², az 5. szintű alapközle alatt lévőnek kb. 300 m² keresztmetszetűnek,

szóval valóságos barlangnak kellene lennie. E görbék létrejöttében tehát az üregen kívül még más földalatti alakulatnak is kell szerepelnie.

Amint azt a *II. táblázatban* láthatjuk, a teljes gradiensek óriási nagyságok és hozzávetőlegesen merőlegesek a bányafolyosóra. A 45. szinti alapközlében $250.4-314.8 E$, az 5. szinti alapközlében pedig $269.4-386.2 E$ értékűek. E nagy hatás azon vetődéseknek eredménye, mely úgy az egyik, mint a másik alapközlé mellett elhalad, s amelyet a feltörésekben ki is mutattak. Mármost könnyen lehetséges, hogy e vetődések egyenetlenségei hoznak létre a gradiensek bizonyos irányváltozásokat, amelyeknek megfelelőleg a $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z}$ komponenseiben is változások állanak elő, amelyek azután görbéinkben ugyancsak mutatkoznak.

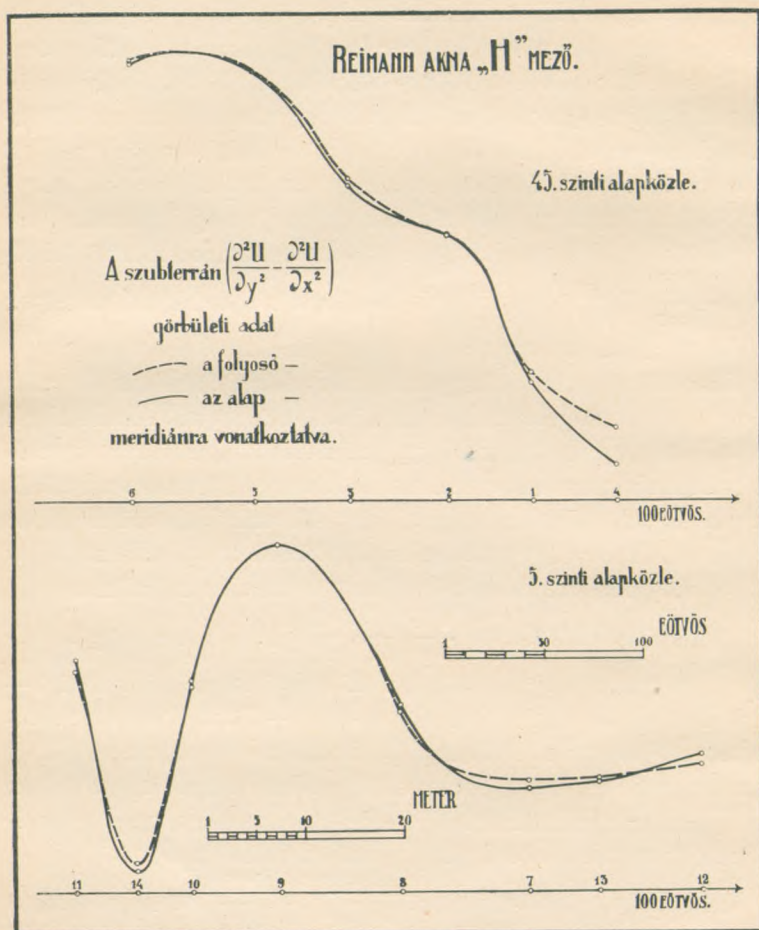
Lehetséges továbbá, hogy még más valami földalatti alakulat pl. egy vetődés keresztezi az alapközlét. Amint azt Akadémiánk kiadásában megjelent cikkemben¹ részleteztem, a földalatti vetődés egy maximumot ad a gradiensben, amely alatt maga a vetődés fekszik. Éppen ezért lehetséges, hogy 45. szinti alapközlében az 1. állomás alatt, avagy az 5. szinti alapközlében a 8. állomás alatt egy vetődés húzódik és az növeli meg a maximum értékét.

A görbületi adatok a $\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right)$ értékei meg éppen túlságosan nagyok: a nyers értékek a 45. szinti alapközlében $541.6-740.2 E$ és az 5. szinti alapközlében $276.0-593.8 E$ között változnak. A subterrán értékek bár kisebbek, de még mindig elég jelentékenyek. A nagy értékeket a folyosó hatásán kívül elsősorban az alapközlék mellett elhúzódnó vetődések okozzák, azonban e mellett más zavaró hatások is érvényesülnek bennük.

A 3. ábrán a görbület, illetve a $\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right)$ értékeinek görbéit tüntettük elő a megadott lépték szerint, még pedig hasonló módon amint azt a gradiensek ábrázolásánál tettük. A rajz méreteinek csökkentése céljából azonban az abszcissa tengelyt $100 E$ értékűnek vettük fel. A görbék a subterrán adatokat ábrázolják, és pedig

¹ Földalatti vetődések kimutatása a torziós ingával. Matematikai és Természettudományi Értesítő. 39. kötet, 1—29. oldal. Budapest, 1922.

a szaggatott görbék a folyosó meridiánra, a folytonos görbék pedig az alapmeridiánokra vonatkozó értékeket tüntetik elő.



3. ábra. Görbületi adatok a dorogi bányában.

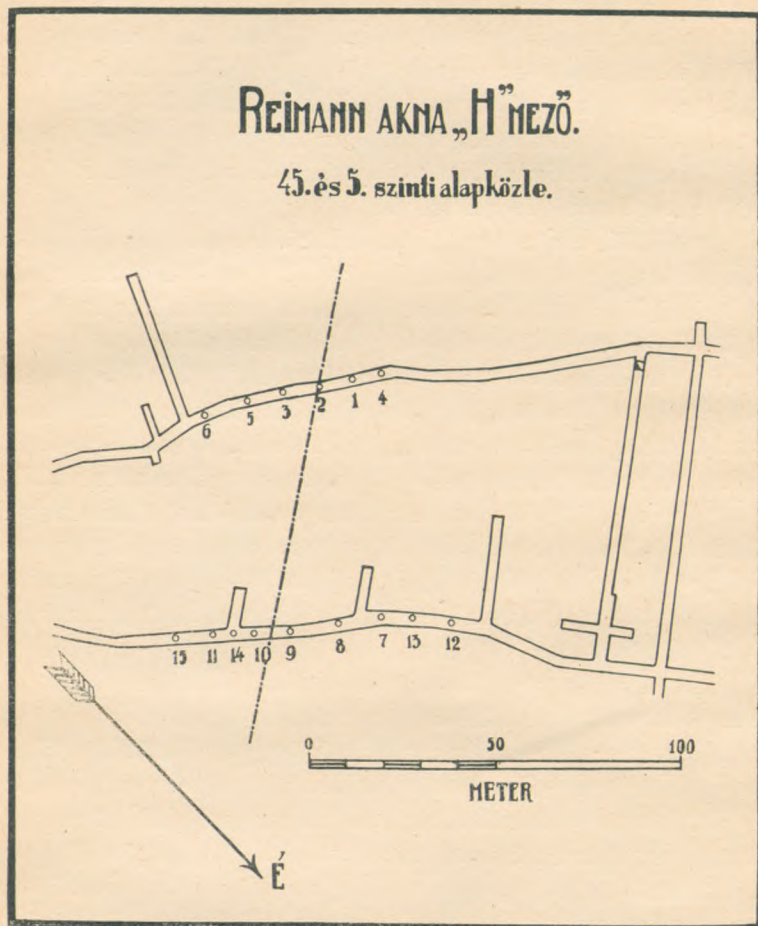
A görbületi adatok általában sokkal érzékenyebbek a zavaró hatásokra, mint a gradiensek, igen távoli tömeg egyenetlenségeket megéreznek. Éppen ezért a jelen esetben is a különböző zavaró hatások oly jelentékenyek, hogy majdnem teljesen elmosás a

földalatti üreg hatását. A 45. szinti alapközle görbéiből ez irányban semmit sem olvashatunk ki. Az 5. szinti alapközle görbéiben már rendszeresebb változások mutatkoznak. A 14. állomás kiűtő értékeit azonban nem vehetjük teljes mértékben figyelembe, mert amint azt már az előzőkben említettük, ez az állomás egy feltörés benyílásában van elhelyezve és a nyílás kiöblösödése miatt a számított hatás, illetve korrekció kisebb a valódinál. Habár biztos következtetést ez esetben sem vonhatunk, de a 14. állomásnál lévő minimum, a zavaró hatásoktól megnövelve és esetleg eltolva, mégis bizonyos fokig alátámasztja a 9. és 10. állomások között a közle alatt húzódó üreg felvételét.

Az előzőkben részleteztem azon körülményeket és kiemeltem azon nehézségeket, amelyek miatt a jelen esetben torziós ingaméréseinkből teljesen biztos következtetést nem vonhatunk. Mindamellett *eredményeink szerint nagyon valószínű, hogy a 45. szinti alapközle 2. állomása alatt és az 5. szinti alapközle 9. és 10. állomásának felező pontja alatt egy-egy üreg húzódik.* Minthogy azonban a gravitációs kép, amint azt már az előzőkben kifejtettük, nem tiszta, ez esetben nem tudjuk megállapítani, hogy a jellemző görbékből mennyi esik az üreg hatására és mennyi a különböző más zavaró földalatti alakulatok rovására. Éppen ezért az üregekre vonatkozólag más közelebbi adatokat elegendő biztossággal nem állapíthatunk meg; nem mondhatjuk meg biztosan azok keresztmetszetét és mélységét.

Lehetséges, hogy a két alapközle alatt kimutatható üregek, a nagy 40 méteres szintkülönbség dacára is egymással összefüggnek, de ez végzett méréseink alapján meg nem állapítható. Hogy az újabb fúrópont elhelyezésére útbaigazítást adhassunk, a 4. ábrán előtüntetett térképbe állomásainkat berajzoltuk és összekötővonalat fektettünk a 45. szinti és az 5. szinti alapközle azon pontjain keresztül, amelyek alatt az üregeket kimutathattuk. A fúrópont legcélszerűbben ezen eredményesen kihúzott vonal mentén, illetve annak közelében volna elhelyezendő. Az elhelyezésnél azonban bizonyos fokig az a körülmény is figyelembe veendő, hogy, amint azt az előzőkben részleteztük, a 45. szinti alapközleében az 1. és az 5. szinti alapközleében a 8. állomás alatt esetleg egy vetődés húzódik, amely ugyancsak alkalmas lehet arra, hogy annak mentén

a víz alulról felnyomuljon. Továbbá tekintetbe kell vennünk azt is, hogy az 5. szintű alapkőze alatt az üreg előfordulását nemcsak a gradiensek, hanem a görbületi adatok is valószínűvé teszik.



4. ábra. A dorogi bányában meghatározott üregek helye.

Mindezek alapján a fúrópontot a berajzolt összekötővonal környékén, annak északnyugati oldalán és a mélyebben fekvő 5. szintű alapkőze közelében javasoltam elhelyezni. A pontos hely természetesen a helyi

viszonyoknak megfelelőleg, a fúrásra alkalmas területen tűzendő ki. Bár a különböző zavaró földalatti alakulatok miatt torziós ingaméréseink a jelen esetben egészen biztos feleletet nem adhattak, mégis remélhettük, hogy az e helyen végzendő fúrásokkal sikerülni fog a vízveszedelmet okozó üreget megtalálni. Az időközben lemélyített fúrások megállapításaink helyességét tényleg igazolták is.

SCHMIDT SÁNDOR, a dorogi bányák agilis igazgatója, mindent elkövetett a veszedelmes vízbetörések megakadályozására, amelyek már nem egyszer egész nagy bányarészeket elfullasztottak. Ő eszelte ki és vezette be azt az igazán érdekes és hasznos eljárást, hogy a karsztos üregeket felülről megfúrva, azokat a fúrólukon át homokkal és cementtel kitöltette, s ily módon a vízfolyást elzárta. *«Az esztergomi szénmedence bányászatának ismertetése»* című értékes könyvében egy külön fejezetben foglalkozik a *«Vízkérdés»*-sel, illetve a vízbetörésekkel, amelyek megakadályozása az e medencében folyó bányászatnak úgyszólván létérdeke. Részletesen ismerteti az e célból végzett munkálatokat és az elért eredményeket. Könyvében két helyen is megemlékezik az Eötvös ingával végzett méréseinkről. Többek között az ez alapon végzett fúrásokról az alábbiakat közli.

«A geofizikai intézet nagynevű vezetője, PEKÁR DEZSŐ min. tanácsos a rendkívül érzékeny műszerrel a földalatti ellenőrizhetetlen behatások dacára, kijelölt egy vonalat, mely alatt valószínűen tömeghiány van, s arra helyeztük 404. sz. fúrásunkat. Bár a fúróluk a triasmészkőben üreget talált, s az 1534 m³ homokot és 1809 q cementet fogadott be, a vizeket ezzel elzárni még mindig nem sikerült, s ezért a Pekár-vonalon még a 418. sz. fúrást is lemélyítettük. Ez a fúróluk 5381 m³ homokot és 5780 q cementet fogadott be, s utána valamennyi forrás apadni kezdett s összesen cca. 200 l víz maradt e terület teljes lefejtésének ideje alatt».

Látjuk tehát, hogy az előzőekben ismertetett rövid próbaméréseink nemcsak tudományos szempontból érdekesek, de gyakorlatilag is eredményesek voltak. Egyúttal azonban alkalmunk volt meggyőződni a sok minden zavaró hatásról, amelyek miatt a torziós ingát csak nagy körültekintéssel és a bányának csak egyes, megfelelően kiválasztott helyein használhatjuk.

V. Kísérletek más módszerekkel.

Minthogy a dorogi bánya területén a vízbetöréssel fenyegető karsztos üregek felkutatása igen nagy jelentőségű, e célból időközben más kísérletek is történtek, amelyekről az alábbiakban röviden beszámolok.

Így többek között a *varázsvesszővel* is próbálkoztak és ezzel kapcsolatban SCHMIDT SÁNDOR igazgató úr azzal a kéréssel fordult hozzám, hogy szakszerű geofizikai módon állapítanám meg, van-e a varázsvesszős kutatásoknak valami tudományos, tényleges reális alapja.

A varázsvessző kérdésének tudvalevőleg elég nagy irodalma van. Szigorúan tudományos szakfolyóiratokban is jelentek meg erre vonatkozó cikkek. Ezekből elsősorban azt állapíthatjuk meg, hogy az elfogulatlan, többnyire geológus szakbizottságok ellenőrzése mellett végzett kísérletek mind negatív eredményre vezettek. Továbbá a jelenség megfejtését célzó elméletek annyira zavarosak és értelmetlenek, hogy azok komoly, tudományos, magyarázatnak nem tekinthetők. Csupán felemlíteni kívánok egy fizikai, illetve meteorológiai jelenséget, amely véleményem szerint esetleg a varázsvesszővel kapcsolatba hozható. Egyenletes szürke felhőzetet ballonból felülről lefotografálva tapasztalták, hogy abban a földfelület folyói lerajzolódnak, mint lecsapódásmentes megszakítások. Szóval, itt a víz vertikálisan felfelé bizonyos fizikai hatást gyakorol. Lehet esetleg, hogy a víz a földből jövő bizonyos sugárzásokat elnyel, s ennek árnyékában kisebb a lecsapódás, mint a környezetben. Talán egy túlérzékeny idegrendszerű és arra alkalmas egyén megérezheti ez árnyékon való áthaladást.

Mindenesetre előnyös volt a jelen esetben, hogy a dorogiak varázsvesszőse hajlandó volt bizonyos fizikai kísérleteket is elvégezni. A varázsvesszősök ugyanis általában nem vállalkoznak az ilyfajta ellenőrzésre, s többek között ezen buktak meg professzorom, Eötvös bárónak kísérletezési szándékai is. A kívánságom szerint végzett kísérletek a következők voltak.

1. A varázsvesszőst bekötött szemmel oly terepen vezettük körül, ahol a vízelőfordulások ismeretesek voltak. Ez esetben a varázsvessző lehajlása egyrészt nem a kellő helyen mutatkozott,

másrészt, megismétléskor teljesen más volt az eredmény. *A kísérlet tehát negatívnak bizonyult.*

2. A varázsvesszős szerint ő a vizet úgy is megérzi, ha kézcsuklóira kábel van csavarva, amelynek a másik végével vezetően összekötött vörösréz cöveket a víz felett a földbe verik, amikor is a vessző ugyancsak nagymértékben lehajlik. Sőt állítása szerint ez esetben a kábelbe iktatott kis galvanometer ugyancsak tekintélyes kitérést jelzett! Hogy mindenféle szándékos befolyást kizárjunk, a vesszőst a közeli épület mögé állítottuk, hogy a megvizsgálandó terepet ne láthassa. Ezenkívül a kábelrel összekapcsolt cöveken kívül még egy másik cöveket is vertünk le különböző helyeken, hogy ily módon a kopogásból ne tudja megítélni, hogy a kábeles cövek leverése közel, avagy távol történt. Néha a kábelösszeköttetést is megszakítottuk, avagy azt egyik cövekről a másikra kapcsoltuk át. A cövekleveréseket magam irányítottam, természetesen rendszertelenül, SZECSDY MIKLÓS geofizikusom pedig a vessző lehajlásának szögleolvasásait ellenőrizte. Mellőzve a rendszeres kísérletsorozat eredményeinek közlését, a megfigyelt szögértékekből megállapíthattuk, hogy a víz fölött a nagy lehajlás egyáltalán nem mutatkozott. A szögekben csak kis változások vannak, sőt ezek sem felelnek meg a vízelőfordulásnak, hanem teljesen rendszertelenek. Szóval a szögértékeket kritikailag egybevetve, kétségtelenül megállapíthatjuk, hogy a *végzett drótkísérlet teljesen negatív eredményre vezetett.*

3. A varázsvesszős saját kijelentése szerint, egy vízzel megtöltött fürdőkádat is megérez. Ez alapon alkalmas kísérletsorozatot végezhattunk a bányatelep egy hídján, amely alatt közvetlenül csilléket lehetett eltologatni. Rendszertelenül váltakozva a híd alá vízzel, illetve szénnel telt csilléket tolattunk, a legközeltekintőbb módon ügyelve arra, hogy a varázsvesszősnek semmiféle támpontja ne legyen a tényleges helyzet megítélésére. *A vízzel telt csillékek végzett kísérletsorozat ugyancsak negatív volt.*

4. Alkalmas helyen közvetlenül egy vastag vízvezetéki cső felett járattuk a varázsvesszőst, amely csőből a vizet hét perc alatt teljesen ki lehetett engedni, illetve azt újból megtölteni. E műveletek elvégzése közben ő egy zárt raktárhelyiségben tartózkodott, onnan kijövet átment a vízvezetéki cső felett és megfordulva

újából átment felette, vissza a helyiségbe, amikor is a varázssvessző lehajlását megfigyeltük. Mellőzve a végzett kísérletsorozat közlését, abból kétségtelenül megállapíthattuk, hogy *a vízvezetéki csővel végzett kísérletek ugyancsak negatív eredményre vezettek.*

5. Az előzőkben közölt kísérleti vizsgálataimtól függetlenül, a varázssvesszős megállapításai szerint két fúrást is végeztek. Ezek közül az egyik nagy üreget tárt fel, a másik azonban teljesen eredménytelen volt.

Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy a Dorogon végzett *varázssvesszős kísérletek eredményei negatívak, illetve teljesen irreálisak.*

★

Továbbá megfelelő *akusztikai berendezést* állítottunk egybe, hogy a bányafolyosó falaira erősített mikrofónok segítségével a földalatti vízfolyásokat kihallgassuk és az egyes mikrofónokban jelentkező különböző hangerősségek alapján az üregek helyét közelítőleg megállapítsuk. Előzőleg a laboratóriumban hosszas kísérleteket végeztünk, amikor is a falba süllyesztett vízvezetéki csőben való áramlást igyekeztünk kihallgatni, ami sikerült is. Kétféle berendezést próbáltunk ki: egy érzéketlenebbet, amellyel a hangot kb. 25,000-szeresre és egy érzékenyebbet, amellyel 100,000—500,000-szeresre erősítettük fel. Sajnos, Dorogon végzett kísérleteink eredménytelenek voltak. Ugyanis kivételes esetektől eltekintve, az üregekben a lassú vízáramlás hangtalanul megy végbe, ezenkívül az állandóan meglevő különböző zajok a tiszta hallást akadályozzák. Ily módon tehát más célszerű megoldásról kell gondoskodnunk.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1933. május 1-én tartott üléséből.)

NACHWEIS VON UNTERIRDISCHEN HÖHLUNGEN MIT DER EÖTVÖSSCHEN DREHWAGE.

Von DESIDER PEKÁR, k. Mitglied der Akademie.

In den Bergwerken von Dorog der Salgótarján-Steinkohlen-Bergbau A. G. befinden sich in dem Triaskalkstein, in dem Grundgestein der Kohle unterirdische Höhlungen, durch welche das einstürzende Wasser den Bergbau mit grosser und beständiger Gefahr bedroht. Es kam nämlich wiederholt vor, dass das einstürzende Wasser bedeutende Teile der Gruben erstickte. ALEXANDER SCHMIDT, der eifrig tätige Direktor der Bergwerke hat ein interessantes und nützliches Verfahren ersonnen und eingeführt, nach welchem diese karstartigen Höhlungen von der Erdoberfläche gebohrt und durch das Bohrloch mit Sand und Cement gefüllt wurden und dadurch der Wassereinsturz verhindert wurde.

Die günstige Lösung des Wasserproblems ist sozusagen Existenzfrage des Bergbaues im Kohlenbecken von Esztergom. Eben deshalb richtete Direktor SCHMIDT jene Frage an mich, ob diese karstartigen Höhlungen etwa mit entsprechenden geophysikalischen Verfahren erforscht werden könnten. Zur Lösung dieser Aufgabe scheint besonders die Drehwage geeignet zu sein. Da aber die fraglichen Höhlungen in bedeutender, etwa 250—300 m Tiefe liegen, kann deren Ort durch Messungen an der Erdoberfläche nicht bestimmt werden. Die zu erforschenden Höhlungen befinden sich aber in geringer Entfernung von den unterirdischen Stollen und infolgedessen wenn man entlang der Stollen Drehwagemessungen ausführt, sind die Höhlungen nachweisbar, vorausgesetzt, dass in der Nähe keine solche Massenungleichheiten vorhanden sind, welche die Gravitationswirkung der Höhlungen fast ganz verwischen. Die Drehwagemessungen mussten natürlich mit der grössten Sorgfalt und Umsicht ausgeführt wer-

den, und die Wirkung der Stollen, sowie der darin befindlichen Massenstörungen mussten wir genau in Rechnung ziehen.

Die Wirkung der unterirdischen Höhlungen zeigt sich sowohl in den *Gradienten* als auch in den *Krümmungsgrössen*. Der Verlauf der Gradienten ergibt eine wellenförmige Kurve, deren Nullpunkt über die Höhlung liegt; in der Kurve der Krümmungsgrössen zeigt sich ein Maximum über die Stelle der Höhlung.

Wir führten Messungen in zwei voneinander unweit liegenden Stollen aus, und trotz der verschiedenen störenden Einflüsse gelang es uns in beiden Linien je eine Stelle zu finden, welche auf unterirdische Höhlung deutete. Auf Grund dieser Drehwagemessungen habe ich in der Nähe der Verbindungslinie dieser verdächtigen Stellen neuere Bohrungen empfohlen. Es wurden hier tatsächlich zwei Bohrungen unternommen. Das eine dieser Bohrlöcher hat 1534 m³ Sand und 1809 q Cement, das andere 5381 m³ Sand und 5780 q Cement verschlungen. Auf diese Weise waren *unsere diesbezüglichen Drehwagemessungen nicht nur wissenschaftlich interessant und lehrreich, sondern auch auf praktischen Gebiete erfolgreich.*

Auf Grund der beobachteten verschiedenen störenden Wirkungen haben wir aber festgestellt, dass die Drehwage zum Nachweis von unterirdischen Höhlungen nur an entsprechend gewählten Orten der Grube verwendbar ist und dass man die Messungen mit der grössten Sorgfalt und Umsicht ausführen muss.

Über die inzwischen mit anderen Methoden ausgeführten Schürfungen ist folgendes zu berichten. Ich hatte Gelegenheit in Dorog durch einen *Rutengänger* Experimente physikalischer Natur ausführen lassen, welche aber zu negativem Ergebnis führten. Ausserdem versuchten wir mit einer entsprechenden *akustischen Einrichtung*, mit an den Stollenwänden angebrachten Mikrophonen die unterirdischen Wasserläufe zu erforschen und ihre Stellen zu bestimmen. Leider konnten wir damit infolge verschiedener störender Einflüsse keine tatsächlichen Erfolge erreichen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1. Mai 1933.)



Felelős kiadó: PEKÁR DEZSŐ.

FRANKLIN-TÁRSULAT NYOMDÁJA.

