

Barlangkutatás radiokip módszerrel*

PETHŐ GÁBOR – UJSZÁSZI JÓZSEF**

A mérés a felszíni rádiófrekvenciás geofizikai kutatómódszerek egyike, mely távoli, nagy és állandó teljesítményű műsorszóró adó, esetleg adók terét használja fel földtani kutatásra. A rádiófrekvenciás tér földtani szerkezettől függő komponenseit mérjük. A cikk az elektromos tér vízszintes, adó irányú komponensének és a mágneses tér vertikális komponensének a barlangokkal való kapcsolatát vizsgálja.

Описываемый метод представляет собой один из геофизических разведочных методов, основывающихся на использовании радиочастот, причем для целей геологоразведочных работ изучается поле удаленных радиопередатчиков большой и постоянной мощности. Измеряются составляющие поля радиочастот, зависящие от геологического строения. В настоящей работе рассматривается связь горизонтальной составляющей электрического поля, совпадающей с направлением передатчика, а также вертикальной составляющей магнитного поля с пещерами.

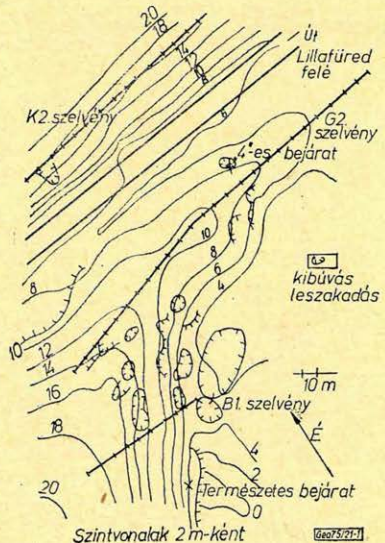
The method is one of those surface radiofrequency-methods of geophysics, which uses the field of a distant broadcasting station – or stations – with high and steady performance for geological exploration. The components of the radiofrequency-field as depending on geological structure are measured. The paper discusses the connection of the horizontal, emitter-directed component and of the vertical component of magnetic field with caves.

1. Mért komponensek

A radiokip módszer elve szorosan kapcsolódik a magnetotellurika elméletéhez [1]. A barlangok kimutatására az elektromos tér vízszintes adó irányú komponensét (E_R) és a mágneses tér vertikális komponensét (H_z) használtuk fel [2]. A felszínen a rádiófrekvenciás hullámok a beesési szögtől függetlenül úgy törnek meg, hogy homogén feltételben a felszínre merőlegesen hatolnak be a formációba. Így kialakul az elektromos tér adóirányú vízszintes komponense. A mágneses tér erre merőlegesen, ugyancsak vízszintes síkban végzi rezgéseit.

A felszín alatti fajlagos ellenállás inhomogenitásoknál áramsűrűség-változás jön létre, amely az E_R változásában nyilvánul meg; a fajlagos ellenállás növekedésével E_R is növekszik.

Fajlagos ellenállás inhomogenitásnál a jóvezető határfelületére koncentrált áram miatt létrejön H_z .



1. ábra. A Vizes-barlang feletti terület topográfiai térképe

Рис. 1. Топографическая карта участка над пещерой Визеш

Fig. 1. Topographical map of the area over the „Vizes barlang” (Watery cave)

* Elhangzott 1975. márc. 12–13-án az Ifjú Szakemberek Anktóján, Pécsen. (Díjnyertes előadás.)

** NME Geofizikai Tanszék hallgatói.

A hullám behatolása (p) az alábbi képlet szerint függ a formáció átlagos fajlagos ellenállásától (ρ) és az adó periódusidejétől (T), [3]:

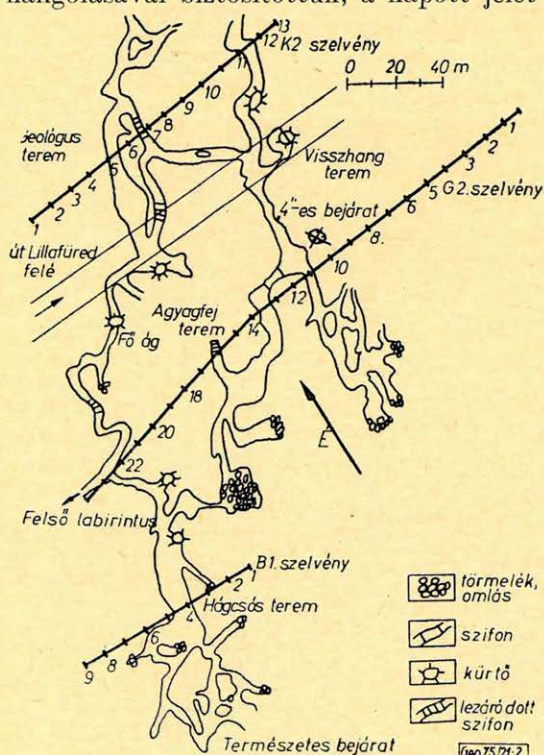
$$p \text{ [km]} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{10 \rho [\Omega\text{m}] T [\text{s}]}$$

Így az adó frekvenciájának változtatásával a különböző fajlagos ellenállású kőzetekben eltérő hullámbehatolás érhető el.

2. Műszerek, terepi mérés

Az egyes komponensek mérésekor a szelektivitást kell kihangsúlyozni, ui. az adó frekvenciáján kívül valamennyi más periódusidejű jel zavaró. Méréseinknél a brassói 155 KHz-es adó terét használtuk fel. A műszereket az NME Geofizikai Tanszéktől kaptuk. E_R mérésekor az adó irányába terített elektródákon kapott jelet felerősítjük, innen transzformátoron keresztül csatlakoztatunk a szelektivitást biztosító rezgőkörre. Az így kapott jelet egyenirányítás után érzékeny Deprez-műszerről olvassuk le.

H_z mérésekor a rádiókészülék ferrit antennáját függőleges helyzetbe hozzuk a táskarádió falára szerelt libella segítségével. A szelektivitást a rádió hangolásával biztosítottuk, a kapott jelet mV -mérőn olvastuk le.

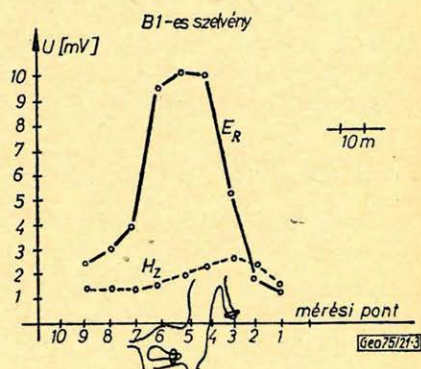


2. ábra. A Vizes-barlang vízszintes síkra vonatkozó vetületi térképe

Рис. 2. Проекция пещеры Визеш на горизонтальную плоскость

Fig. 2. Horizontal projection map of the „Watery cave”

A brassói adó iránya \vec{E} -kal 135° -os szöget zár be, ha a Bükkben mérünk. Az 1. ábrán látható, hogy mérési vonalaink nem adóirányúak, hanem a barlang csapásvonalára merőlegesek. Választásunkat az indokolja, hogy a radiokip módszer a felszínközeli hatásokra lényegesen érzékenyebb mint a mélybeliekre. Ilyen szelvények mentén a felszínen nem tapasztaltunk kőzetváltozást, míg az



3. ábra. B1-es szelvény

Рис. 3. Профиль B1

Fig. 3. Profile B1

adó irányával egybeeső terítés vízzel telített agyagot, kompakt mészkövet harántolt volna. E_R mérések az elektródátávolság 10 m volt. H_z mérések azon pontokban álltunk fel, ahol az E_R mérések az elektródákat leszűrtük.

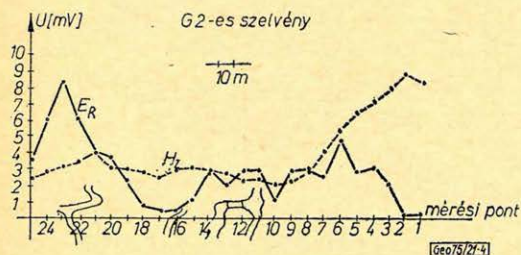
3. A mérési eredmények ismertetése

Méréseinket a felszínhez viszonylag közel elhelyezkedő, elég részletesen ismert barlangok felett végeztük, hogy a megfelelő térképek és mérési profilok összehasonlításával az elmélet alapján kapcsolatot keressünk a barlangi járatok és a mért eredmények között.

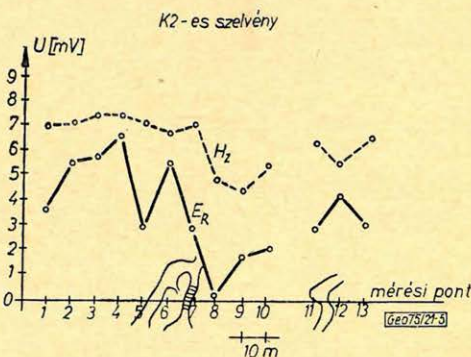
A Bükk Kis- és Nagy-fennsíkján végeztünk méréseket a létrás-tetői Vizes-barlang és a barátságkerti visszafolyónál található Szamentu barlang felett.

A Vizes-barlang felett három szelvényt vettünk fel. (1. és 2. ábra, B1, G1, K2.) A barlang fő csapásvonala közel E irányú. A járatok mélysége a domborzati viszonyoktól függően $4-60\text{ m}$ -ig változik. A barlang vízszintes jellegű, de a járatok geometriai viszonyai nagyon változékonyak. A B1 szelvény (3. ábra) közvetlenül a bejárat felett húzódik. Itt egy 5 m széles, $3-15\text{ m}$ magas terem található, amelyben az időszakosan befolyó víz következtében nem halmozódott fel nagy mennyiségű agyag. A terem teteje $5-10\text{ m}$ mélyen helyezkedik el a felszíntől. A szelvényen az E_R maximuma egyértelműen a terem hatását bizonyítja. A H_z görbe nem hozható kapcsolatba a barlanggal.

A G2-es szelvényt (4. ábra) a barlang fölött húzódó kisebb domb gerincén vettük fel. A szelvényhez közel helyezkedik el egy mesterséges bejárat, amelyet magnetométeres felvétel alapján bontottak ki. Itt tehát a barlang szintén a felszín közelében van. Az E_R görbén látható maximum a szelvény bal oldalán egyértelműen a barlang fő ágának agyagmentes vizes járatát mutatja, ahol a járat szélessége $1-2\text{ m}$, magassága azonban helyenként eléri a $15-20\text{ m}$ -t is. Az anomália nagy szélessége a fő ág fölött és környékén található ún. Felső labirintus ismert, de feltérképezhetetlen kisebb járatainak szövevényére is utal. A szelvény 16-17. pontjainál levő E_R minimum agyaggal kitöltött barlangi ágot mutat kis fajlagos ellenállással. Ezt az „Agyagfej” terem és környékének agyagbányája is alátámasztja. A 11-14. pontokon jelentkező kis anomáliák a járatokat kialakító törésvonalnak tulajdoníthatók. A szelvény jobb oldalán mutatkozó E_R anomália a mesterséges bejárat környékén ismert, de még fel nem térképezett járataival hozható kapcsolatba. A H_z görbén jelentkező nagy maximum egy beásott elektromos kábeltől származik.



4. ábra. G2-es szelvény
Рис. 4. Профиль G2
Fig. 4. Profile G2



5. ábra. K2-es szelvény
Рис. 5. Профиль K2
Fig. 5. Profile K2

A K2-es szelvény (5. ábra) alatt a barlangi járatok a feltételezés szerint 30–45 m mélységben vannak. A szelvény közepén látható E_R maximum az itt elhelyezkedő terem és a hozzá kapcsolódott járatok együttes hatását tükrözi. A szelvény bal oldalán levő nagy E_R anomália eddig még ismeretlen járatra vagy járatokra utal. A szelvény jobb oldalán a görbék folytonossága egy fenyeletpítést védő erdősáv miatt szakadt meg, ahol technikai okokból nem tudunk mérni,

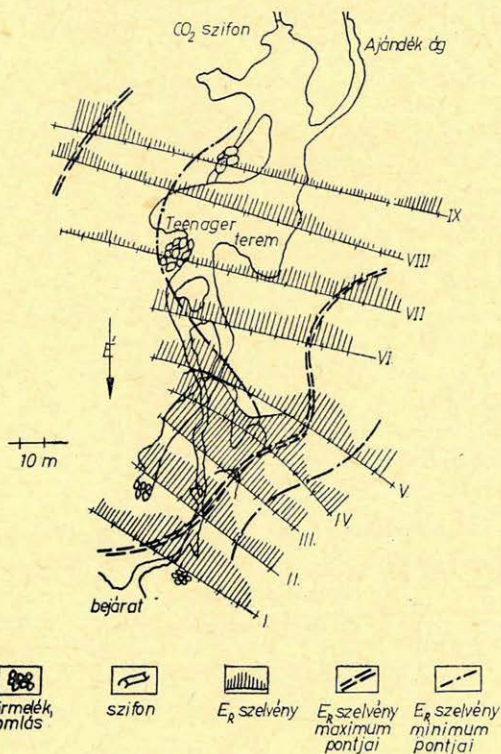
A Szamentu barlang (6. ábra) vízszintesen elhelyezkedő tagolatlan barlang. Felette D felé jelentősen emelkedik a domborzat. A barlang magassági méretei a bejáratától mintegy 80 m hosszan 0,5–1 m között váltakoznak (I. szelvéynél). A VI. szelvénytől kezdve a barlang fokozatosan kitágul és végül a Teenager terembe torkollik. A terem feltételezett mélysége itt már 60 m. Ezzel magyarázható, hogy a terem óriási méretei ellenére (70 × 40 × 30 m) sem mutatható ki. A kis anomáliák oka a felszín agyagosága. A mérési tapasztalatok azt mutatják, hogy a barlangot radiokip módszerrel közvetlenül kimutatni nem lehet. Jól látható azonban, maximum-, illetve minimumzónák jelölhetőek ki a szelvényeken. Ezek a barlang kialakulásával kapcsolatos agyagos vetőknek és törésvonalaknak tulajdoníthatók.

Összefoglalva az eddigieket, a mérésekből az alábbi következtetések adódnak:

1. Az E_R komponens jobban kapcsolatba hozható a barlangokkal, mint H_z .
2. Vetőzónák, törésvonalak – melyek a barlangok genezisével összefüggnek – nyomon követhetők.
3. Csak a felszínközeli üregek mutathatók ki, és ha agyagosak, akkor az E_R komponensben nem maximummal, hanem minimummal jelentkeznek.

4. A módszer lehetőségei a barlangkutatásban

Még hathatósabb eredmények érhetők el az alábbi megfontolások alapján: 1. Mivel a behatolás mélysége az adó frekvenciájától is függ, a kutatási mélységnek megfelelő frekvenciájú adót kell választani. A kisebb frekvencián sugárzó adóval mélyebb behatolás érhető el. 2. A szerkezet kimutathatóságát



6. ábra. A Szamentu barlang vízszintes síkra vonatkozó vetületi térképe

Рис. 6. Проекция пещеры Самету на горизонтальную плоскость

Fig. 6. Horizontal projection map of Szamentu-cave

az adó, ill. a kutatott szerkezet geometriai helyzete, egymáshoz való térbeli viszonya, valamint a szerkezet fajlagos ellenállása határozza meg. Pl. jó vezető függőleges lemez alakú szerkezet kimutathatóságának feltétele, hogy a mágneses erővonalak merőlegesen metszék a lemezt, ugyanis ekkor a legnagyobb a rádiófrekvenciás örvényáramok sűrűsége. Ez azt jelenti, hogy az adó felé húzó agyagosodott vezetőzóna könnyen kimutatható.

Egy nem agyagos barlang (*rossz vezető*) akkor változtatja meg jelentősen az áramsűrűség eloszlását, ha az elektromos tér a csapásvonalra merőleges. Ha a barlang csapása az adó irányára merőleges, akkor a kimutathatóság jobb. Következésképp érdemes különböző helyzetű adók terét vizsgálni. Az adó kiválasztásánál figyelembe kell venni a törésrendszer irányítottágát. Pl. ez a Bükk esetében $\vec{EK} - DNY$ -i, illetve erre merőleges. Másrészt olyan adót kell választani, amely nagy teljesítménnyel sugároz, ez biztosítja a megfelelő nagyságú mérési jelet.

IRODALOM

- [1] Takács E.: Tapasztalatok a radiokip módszer alkalmazásában. Magyar Geofizika XII. évf. 4. sz.
- [2] Májoros Zs.: Barlangkutatás radiokip módszerrel, Karszt és Barlang 1969. II.
- [3] Renner-Salát - ...: Geofizikai kutatási módszerek III. Felszíni geofizika, Tankönyvkiadó, Budapest 1969.

Lapszemle

Tatabányai Szénbányák Műszaki Közleményei 14. évf. 4. sz., 1974 okt. - dec.

Bodri Bertalan - Gerber Pál: Karsztvízszint-mérési adatok feldolgozásának előzetes eredményei és az eredmények bányavízvédelmi vonatkozásai, 175 - 179 old.

A tanulmány összefoglalja a karsztvízszint-ingadozás alapján is kimutatható térfogati deformációt a földkéregben a változó lunisolaris hatás következtében. Ezen periodikusan ismétlődő mozgáson kívül olyan rengéseket is kimutatott, amelyek többek között kétségkívül hozzájárulnak a vízbetörések előidézéséhez. Lehetségesnek látszik a gyakorlati alkalmazás is a vízbetörések időpontjának előrejelzésére, illetve a veszélyes időszakok kijelölésére és az árapály jelenségek alapján a víztérfogat meghatározására.

Asztronautikai Közlemények - Magyar szerzőknek az űrkutatással és asztronautikával kapcsolatos dolgozatai, MTE SZ Központi Asztronautikai Szakosztálya, 1974, 1 - 209 old. Litografált kiadvány.

Bodri Bertalan: Az árapálysúrlódás szerepe a Hold termikus történetében, 5 - 79 old.

Geonomia és Bányászat. A Magyar Tudományos Akadémia X. Föld- és Bányászati Osztályának Közleményei, 7. köt. 3 - 4. sz. 1974.

Ádám Antal: Geoelektromos mélyszerkezet és geotermikus értelmezése a Magyar Medencében, 265 - 287 old.

A Magyar Medence sajátos földtani-geofizikai alkata a geoelektromos mérések eredményeinben is tükröződik. A jelen tanulmány a 60-as évek eleje óta végzett elektromágneses indukciós kutatások összefoglalását, szintézisét tartalmazza.

Mint hogy az elektromos vezetőképességet nagyobb mélységben a félvezetés elve alapján a hőmérséklet szabályozza, a nagy mélységű geoelektromos adatok értelmezése az anyagi sajátságok mellett elsősorban a geotermika paramétereivel történhet. A tanulmány második része a kérdést erről az oldaláról világítja meg.

Hédervári Péter: A szeizmikus energia eloszlása és a magmaképződés valószínű mélysége az Északi-Sziget (Új-Zéland) aktív tűzhányói alatt, 299 - 305 old.

Kőháti Attila: A Mars és Vénusz kutatásának földtani vonatkozásai, 307 - 325 old.

T. G.