

AGYAGTERÜLETEK MÉRNÖKGEOFIZIKAI KUTATÁSA *

Dr. Csókás János

Nehézipari Műszaki Egyetem

Geofizikai Tanszék

Bevezetés

01. Agyagbányászatra alkalmas területek geofizikai kutatásának két fő célja van:
- az agyagterület horizontális és vertikális kiterjedésének meghatározása és geofizikai térképi ábrázolása.
 - az agyagtelepek minőségi térképezése.

A mérnökgeofizikában két eljárással oldható meg az említett feladat:

- horizontális területi felderítő, majd részletező kutatás a talaj felszínén végzett geofizikai mérésekkel, szükség szerint néhány bázisfurás földtani és karotázs szelvényeire alapozva.
 - a felszíni geofizikai mérések alapján kitűzött furások karotázs szelvényei alapján az agyagrétegek és kísérő összleteik részletes vertikális vizsgálata kiterjedés és minőség szempontjából.
02. Az agyagtelepeknek és rétegeknek több fizikai sajátága lényegesen eltér a kísérő összleteiktől, ugyanis az agyagásványok maguk is hasonló különbségeket mutatnak a többi ásványi összetevővel összehasonlítva. Az atomi, a molekuláris és a halmazállapotbeli különbségek a makroszkópikus tulajdonságukban is eltéréseket okoznak, ezen alapulnak az agyagtelepek geofizikai kutatási módszerei.

* Elhangzott a Magyarhoni Földtani Társulat Mérnökgeológia - Építés - földtani és Gazdaságföldtani Szakosztálya, valamint a Szilikátipari Tudományos Egyesület Finomkerámiai és Durvakermiai Szakosztálya 1974. február 28-i közösen rendezett ankétján.

1. Felszíni módszerek.

Az agyagkutatás is geológiai bejárással és felvételezéssel kezdődik, majd ez alapján jelölik ki a reménybeli területet részletes kutatásra. A geofizikai kutatásokat a geológiai feltárásokra, furásokra, kutatóárokra, aknákra célszerű alapozni, mivel ott ismert a képződmény rétegének minősége és vastagsága. A vett minták fizikai paraméterei mérhetőek, ilyenek a térfogatsúly, mágnesezhetőség, elektromos fajlagos ellenállás, szeizmikus sebesség, radioaktivitás. Ezek segítségével a feltárások környékéről készült geofizikai térképek és szelvények könnyen értelmezhetőek: az analógia szerint a távolabb eső területek is.

Ha a felszíni mérések adataiból szerkesztett geofizikai térképen változás látható, az annak a jele, hogy az agyagterület kőzettani kifejlődése megváltozott, esetleg tektonikai zavarok, vetők, törések fordulnak elő.

1.1. Gravitációs módszert, u.n. mikrograviméteres kutatást akkor lehet eredményesen alkalmazni, ha az agyagterületen horizontálisan változik a térfogatsúly, vagy kivastagodás - kiékelődés várható.

A területet 10-20 m közü négyzetháló pontjain graviméterrel felmérve szétválaszthatók a terület azon részei, melyek formációinak térfogatsúlya a felszín közelében legalább $0,1 \text{ g/cm}^3$ -el különbözik.

Ilyen helyzet adódhat agyag-homok között, ha a vető mentén érintkeznek, vagy ha vulkáni vagy karbonátos kőzet mélyedéseiben helyezkedik el az agyagtelep. Bauxitkutatásban is van hazai példa az utóbbi esetre /Csókás - Alpár, 1954 /.

Agyagkutatásra valószínűleg a mérési költségek miatt nem terjedt még el ez a módszer és valószínűleg nincs elegendő graviméter sem.

Agyagok térfogatsúlya $0,1-0,2 \text{ g/cm}^3$ -el nagyobb szokott lenni, mint a homokoké, így legalább $0,05-0,1 \text{ mgal}$ értékű maximumok várhatók szintes

településű agyagtelepeken a környező homokokkal szemben. Jóval nagyobb negatív anomáliák, minimumok adódnak tömör vulkáni, vagy karbonátos alapkőzetek agyaggal kitöltött mélyedései felett /1. ábra/.

- 1.2. Sokkal kevesebb számítási munkát igényel és jóval gyorsabb a magnetómetéres eljárás, ezért olcsóbb is. Akkor alkalmazható, ha az agyagtelep és a kísérő kőzetei között mágnesezhetőség szempontjából különbség van. Ez attól függ, hogy milyen és mennyi a mágneses ásványi összetevők térfogataránya az agyagban, illetve a kísérő kőzetekben. A főbb mágnesezhető ásványok a magnetit, ilmenit, limonit, vas-titán tartalmú ásványok.

Kőzetek mágnesezhetősége

/szuszceptibilitás cgs/

Homokkő ¹	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$5,0 \cdot 10^{-6}$	Kavics ²	$5,3 \cdot 10^{-4}$
Agyag ¹	$2,0 \cdot 10^{-5}$		Kiscelli agyag ²	$1,2 \cdot 10^{-4}$

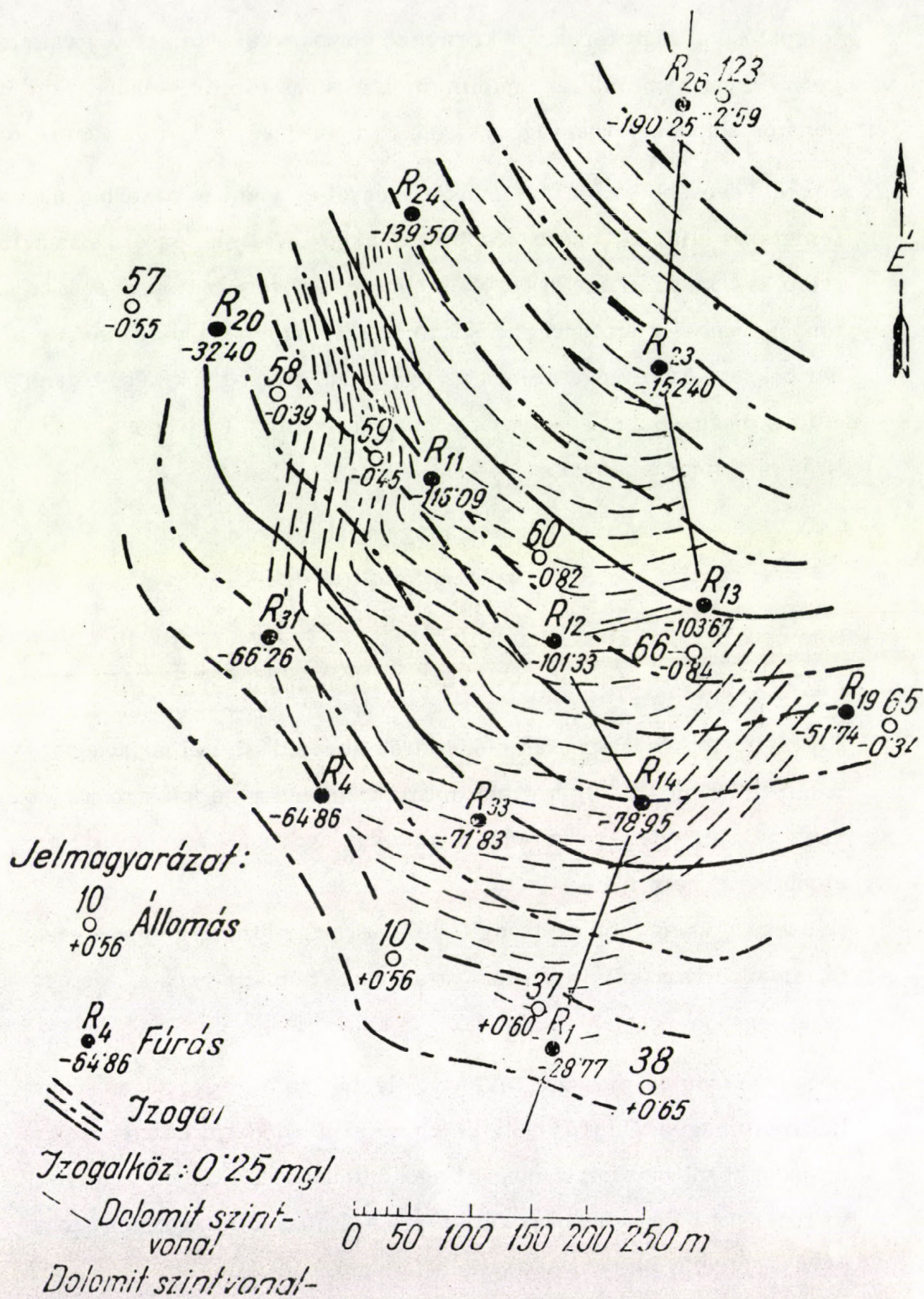
A gravitációs és mágneses módszerek elterjedése valószínűleg azért nem történt meg eddig nagyobb mértékben, mert geoelektromos és szeizmikus módszerekkel olyan adatok is nyerhetők, amelyeket az előbbi kettő nem nyújt.

Ilyenek az agyag-homok arány fokozatos megváltozása mind horizontális, mind vertikális irányban, továbbá tektonikai vonalak, vetők és az agyag-homok-alapkőzethatárok kijelölése.

- 1.3. A geoelektromos módszer terjedt el leginkább az agyagkutatóban. Ez azzal magyarázható, hogy az agyagos kifejlődésű kőzetek fizikai állandói közül az elektromos fajlagos ellenállást az agyagásványok változtatják meg a legnagyobb mértékben. Minél nagyobb az agyagásvány tartalmuk, annál kisebb a fajlagos ellenállásuk. Laza homokok, homokkövek fajlagos ellenállása egy tapasztalati összefüggés szerint:

$$R_t = 0,88 \cdot R_w \cdot \rho^{-1,37} \text{ ohmm}$$

1. Jakosky, 1960. 2. Haáz, 1962.



1. ábra Dolomit alapkőzet reliefjének Bouguer-anomália térképe.

ahol R_w a pórusokat telítő víz fajlagos ellenállása, Φ a kőzet porozitása, $m = 1,37$, a cementációs tényező, $a = 0,88$, az illető formációra állandó.

Egymással érintkező képződményekben /pl. agyag-homok/ az R_w állandó, tehát R_t csak a porozitás, azaz a szemcse-méret eloszlás függvénye agyagmentes kőzetben. Ha a pórusokban nem vezető közeg /levegő, gáz, olaj/ is van, tehát a víz telítettség $S_w < 1,0$, akkor:

$$R_t = a \cdot R_w \cdot \Phi \cdot S_w^{-2} \quad \text{ohmm}$$

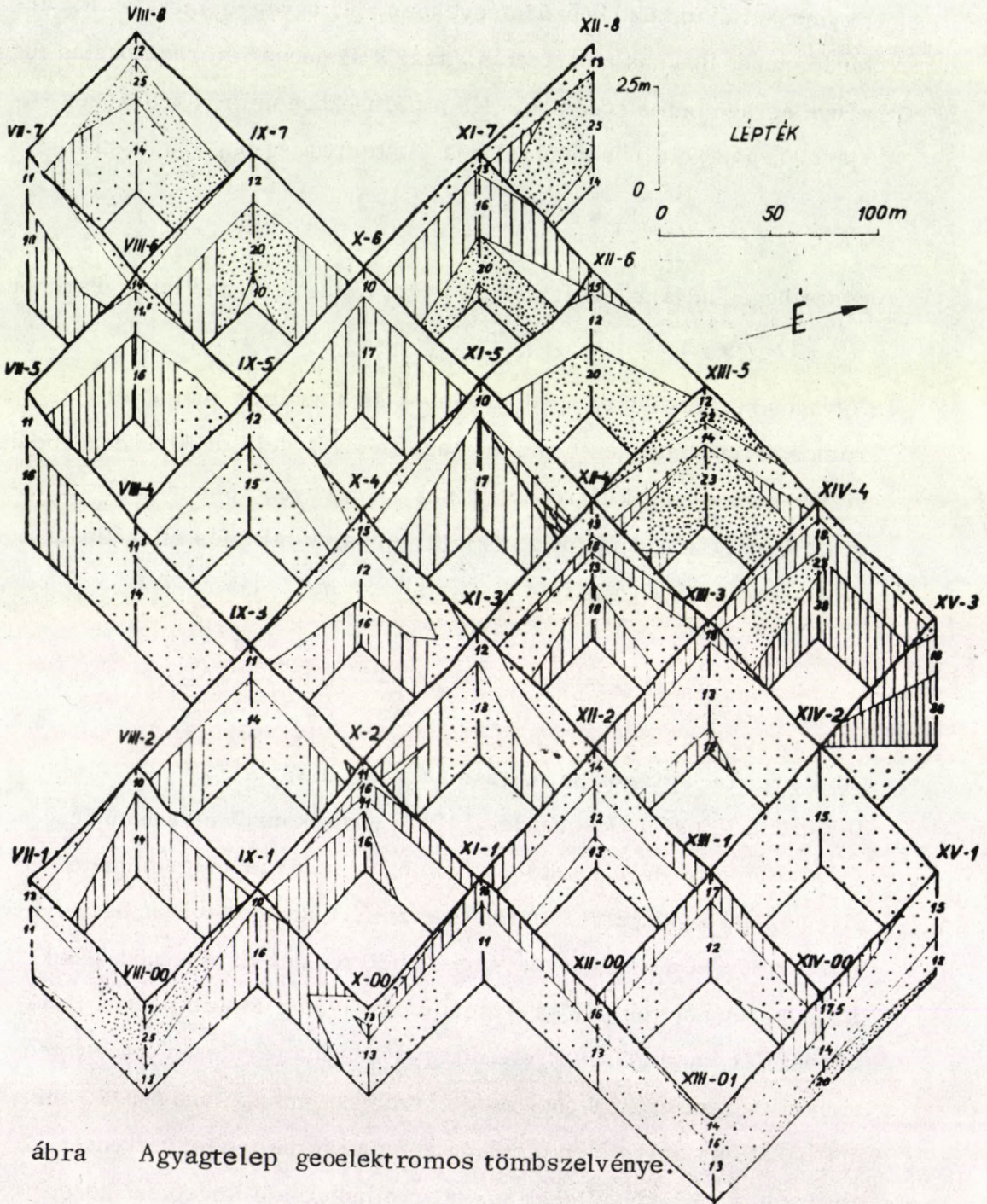
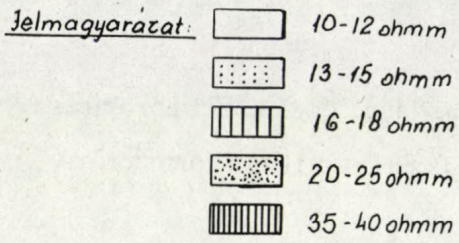
összefüggés adja az agyagmentes kőzet fajlagos ellenállását /Parkhomenko, 1967 /a/.

Agyagos kőzetekben az agyagásványok és a zeolitok megnövelik az elektromos vezetőképességet, mivel nagy fajlagos felületükön adszorbeált vizréteg és kationok is résztvesznek az áramvezetésben az R_w fajlagos ellenállású formációvizen kívül. Agyagok fajlagos ellenállását a következő összefüggés írja le:

$$\frac{1}{R_{sh}} = \frac{\Phi_{sh}^m}{R_w} + C/\Phi_{sh}/$$

ahol a tiszta agyagok porozitása $\Phi_{sh} \approx 0,35$, a $C/\Phi_{sh}/$ értéke 0 - 0,8 közé esik /Desbrandes, 1968/, grafikonról olvasható ki.

Geoelektromos agyagkutatóra több hazai példa is megemlíthető, ilyen az akkor kimerülőben lévő neszemlyi agyagbányában bányabővítés érdekében újabb ásványvagyron helyzetének és elterjedésének meghatározása volt /Jósa-Szabadváry, 1968/. Másik példa a Hejőcsabai Cementgyár csornyatetői agyagbányája területén végzett geofizikai mérések. Az utóbbi geoelektromos tömbszelvényén /2. ábra/ jól látható az agyagtelep minőség szerinti térbeli elhelyezkedése. A feltüntetett fajlagos ellenállás-intervallumokba a következő kőzet-típusok esnek:



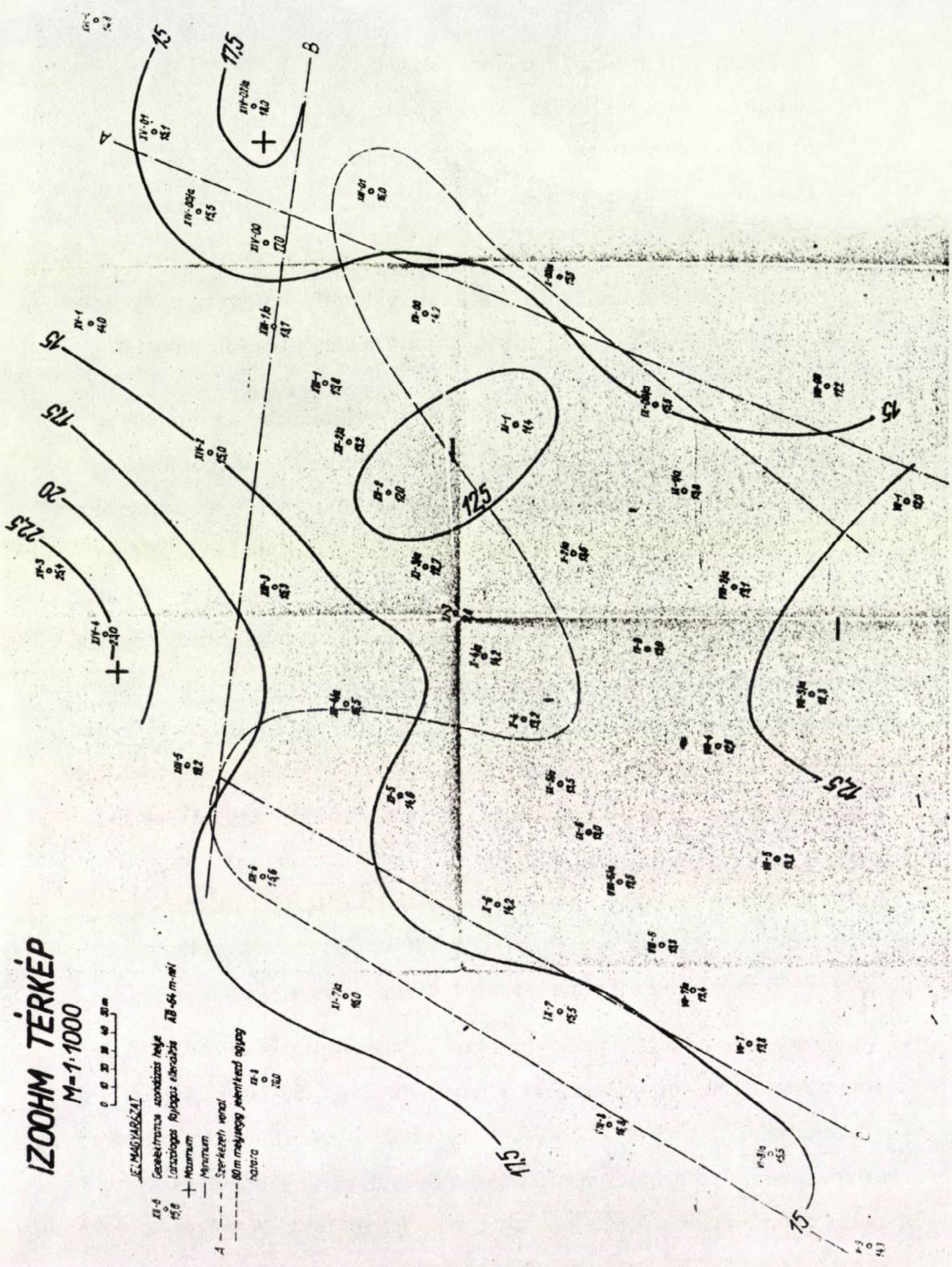
2. ábra Agyagtelep geoelektromos tömbszelvénye.

< 10 ohmm	30 m alatti pannóniai agyag
10 - 16 ohmm	iszapos agyag, kőzetlisztes iszap
16 - 20 ohmm	kőzetlisztes, homokos iszap
20 - 25 ohmm	iszapos homok
>25 ohmm	homok

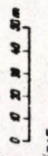
A területen húzódó tektonikai vonalakat, valamint az agyag bányászás - ra javasolt területrészt a 3. ábrán látható izoohm térkép mutatja.

- 1.4. Az agyagkutatás másik módszere a sekély refrakciós szeizmikus eljárás. Geoelektromos mérésekkel együtt alkalmazva megbízható és részletes geofizikai térképek és szelvények készíthetők az agyagtelep - ről a mérések alapján. Különösen ott előnyös, ahol az agyagtelepet lösz, vagy homok fedli. A szeizmikus hullámok sebessége agyagban lényegesen eltér a kísérő kőzetei sebességétől, ezáltal feltérképezhe - tő mind a lazább összlettel fedett agyagtelep felszínének morfológiája, mind a telep horizontális kiterjedése. Amennyiben tömör alapkőzetre települt, úgy a telep vastagsága ezzel a módszerrel is meghatározható. Amíg a feltalajt képező mállott rétegekben, száraz vagy nedves ho - mokokban a terjedési sebesség 300-1300 m/s közötti, pl. magyar - országi száraz pleisztocén homokban 900-1000 m/s, nedvesben 1450-1950 m/s, addig agyagban 1800-2400 m/s, mészkövekben 2600-4200 m/s, vagy még nagyobb /Ádám, 1969 /

A homokkövek és az iszapos homokok relatív fajlagos ellenállása és a szeizmikus hullámsebességük között sokszor lineáris kapcsolat van /Parkhomenko, 1967/ b / a 4. ábra szerint, ezért mind a fajlagos ellenállás, mind a mért refrakciós sebesség az agyag-homok arány - ról is információt nyújt. Geoelektromos és refrakciós mérések alap - ján szerkesztett földtani szelvény látható az 5. ábrán /Jósa-Szabadvány, 1968/. A kétféle mérési eljárást azért is célszerű együtt alkalmazni, mivel csupán geoelektromos szondázáson alapuló értelmezés az u. n.



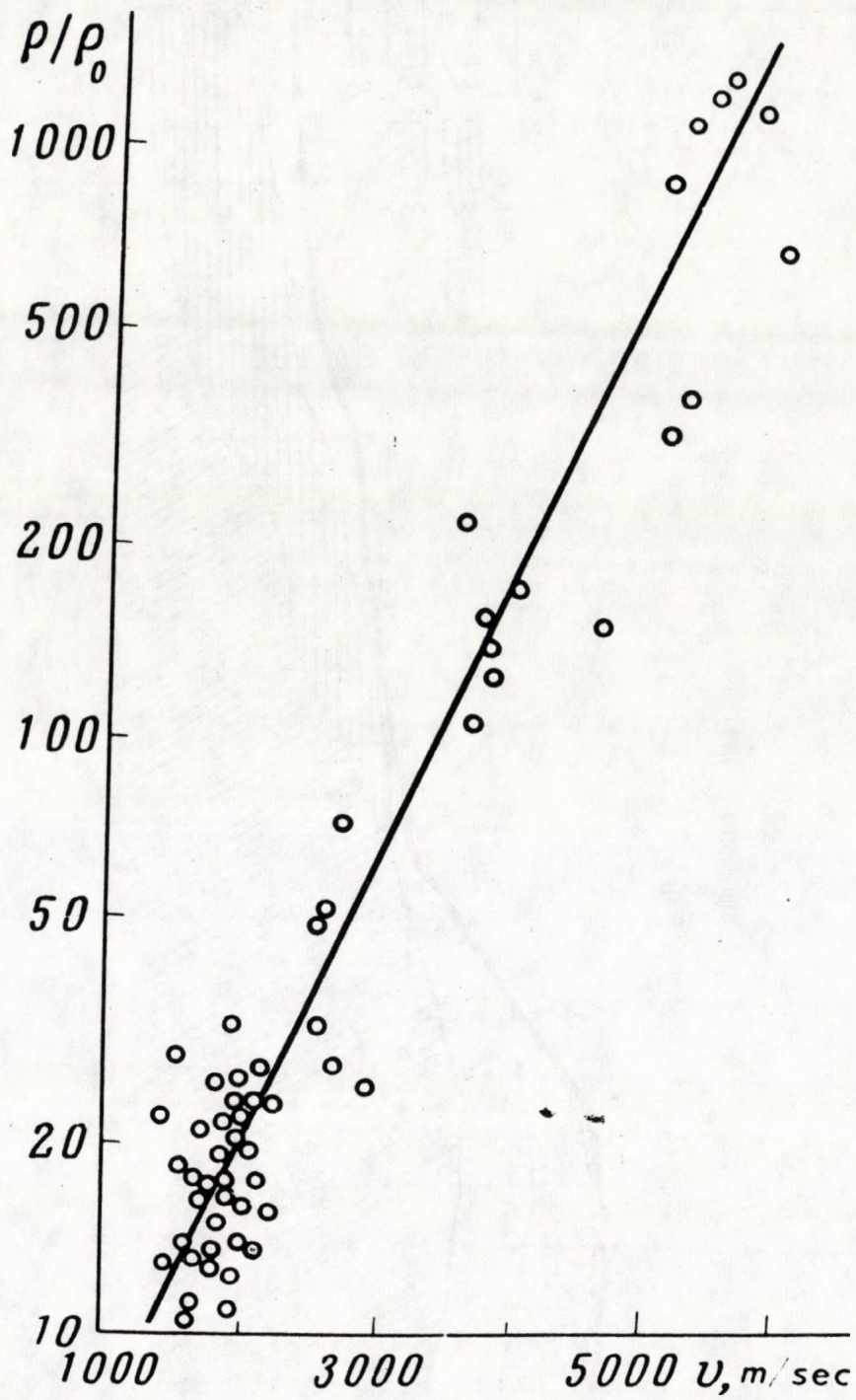
IZOHOH TÉRKEP
M=1:1000



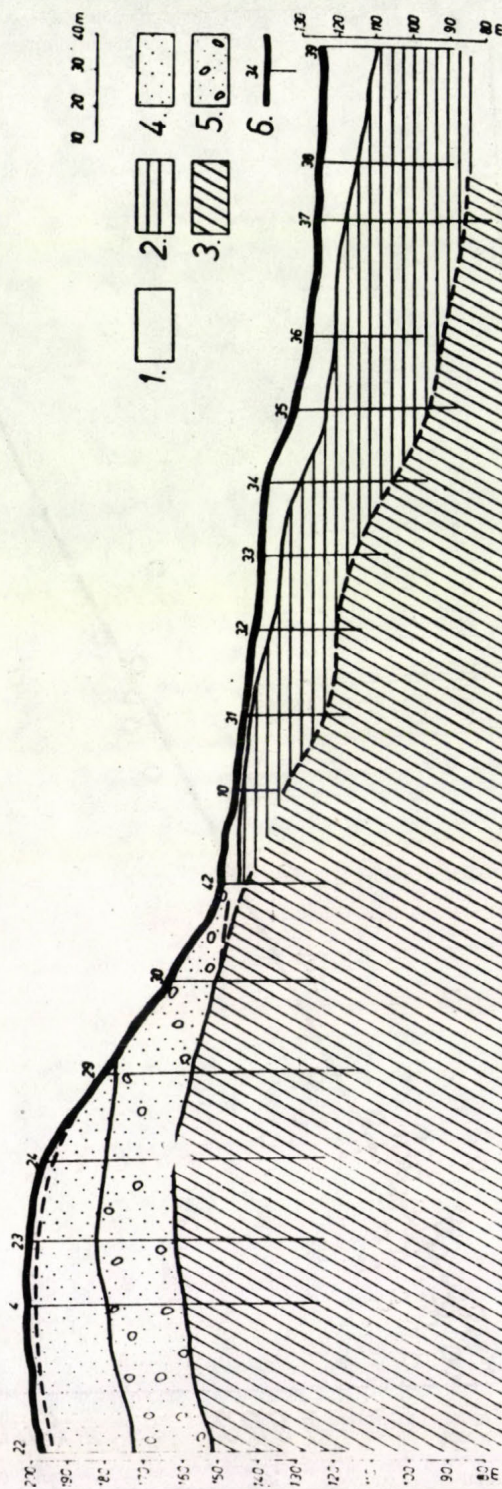
J.E. MAGYARISZAI
Geodet/Tranva szondázási helye
Lászlóvárosi Rajkópus elkerítés AB-46 m-nél
+ Maximum
- Minimum

--- Szervezeti vonal
--- 80 m távolságra jelölték az agyag határt

3. ábra Agyagtelep izoohm térképe.



4. ábra Homokkő és homoklisztes homokkő relatív fajlagos ellenállása és az akusztikus hullám sebessége közötti összefüggés.



5. ábra Agyagbánya földtani-geofizikai szelvénye.

1. fedőképződmény: 2. agyag: 3. homok: 4. száraz lész:
5. kavicsos homok: 6. geoelektromos mérési pont.

ekvivalencia-hatás miatt több értelmű lehet, ha bázisfurásokból a réteghatárok mélysége legalább 1-2 pontban nem ismeretes.

- 1.5. Egyéb felszíni geofizikai módszerek alkalmazása is célszerű lehetne agyagterületek kutatására, ha a minőségi eloszlásról további felvilágosításra van szükség. Az agyagosodás mértéke sokszor arányos a telep radioaktivitásával, legtöbbször az agyagásványok káliumtartalma miatt. Ha az agyagtelep a felszínen van, akár az előzetes kutatási fázisban, akár kitermelésre letakarítva, akkor a hálózatosan végzett felszíni radiológiai mérések izoradiációs térképe egyben az agyagtelep felszinközeli részének agyagosodási mértékét is ábrázolja. Főleg külfejtéses agyagbányászat közvetlen irányításában lehet hasznos az említett igen gyors és olcsó eljárás.

Közismert a radiometriai talajsűrűség /térfogatsúly/ és nedvesség mérési eljárás. A letakarított agyagtelep felszinközeli szeletének minőségi eloszlása ezekkel a módszerekkel is feltérképezhető.

A talaj vezetőképessége, tehát agyagosodásának mértéke elektromágneses és rádiófrekvenciás /rádiokip/ módszerrel is kutatható. Ezek vertikális felbontóképességgel nem rendelkeznek ugyan, viszont gyors és olcsó felderítésre jól felhasználhatók a részletező, de lassú és költségesebb geoelektromos és refrakciómérések előtt azok tervezéséhez.

2. Agyagterületek furásos kutatásának minden fázisában célszerű a furólyukak geofizikai /karotázs/ szelvényezését részletező méretarányú mélységléptékben /1:20/ felvenni. A különböző elektromos és radioaktív szelvények igen részletes litológiai tagolást adnak a furólyuk mentén, ha van rá szükség, akár atomi összetételig, /Al -Si arány, agyag-homok arány, karbonát tartalom/ pl. aktivációs analízis segítségével.

3. Összefoglalás

Az agyagkutatás felderítő és részletező fázisában felszíni geofizikai módszerekkel lehatárolható az agyagterület vagy telep mind horizontális irányban, mind a mélység felé. Feltérképezhető az agyagtelep minőségi eloszlása, melyről tömb-szelvény szerkeszthető. Kijelölhetők az azonos kifejlődési és minőségű tömbök zónái, és csak ezekre szükséges feltáró furásokat telepíteni részletes üledékföldtani és ipari anyagvizsgálat céljából. Ez felesleges furási és laboratóriumi vizsgálatok megtakarítását eredményezi.

Az agyagtelep tektonikai vonalainak és az üledék minőség megváltozásának helye pontosan kijelölhető a geofizikai térképek és szelvények alapján, ugyanez még hálózatosan telepített furásokból is csak interpolációval jóval pontatlanabban határozható meg, és az átmeneti zóna szélessége ismeretlen marad.

A geofizikai mérések, beleértve a furólyuk szelvényezést is, a geológiai felvételek és a furadék minták, vagy furómagok vizsgálata alapján nyert adatok ellenőrzésére, megbízhatóságuk fokozására, az értelmezés megkönnyítésére, a kutatási költségekben megtakarítások elérésére nyújtanak tág lehetőségeket.

Irodalom

1. Csókás J. - Alpár Gy. , 1954. Bauxit-kutatás graviméteres mérésekkel. Bányászati Lapok 9. 1954. május.
2. Jakosky, J.J., 1960. Exploration Geophysics, Trija Publ. Co. 2 nd.ed. 165. pp.
3. Haáz I.-Scheffer V., 1962. Földmágneses módszerek. Bányászati Kézikönyv III. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962. 766 old.
4. Jósa E. - Szabadváry L., 1968. Mérnökgeofizikai és hidrogeológiai komplex kutatások. M. Á. Eötvös Lóránd Geofizikai Intézet 1968. évi jelentése, Budapest, 1969. 64-66. old.
5. Parkhomenko, E. I. 1967/a. Electrical Properties of Rocks, Plenum Press, New York 277 pp.
6. Desbrandes, R., 1968. Théorie et interprétation des diagraphies. Editions Technip, Paris, 292 pp.
7. Ádám O. , 1969. Szeizmikus kutatás. Egyetemi jegyzet. Tankönyv Kiadó, Budapest, 58-59. old.
8. Parkhomenko, E. I., 1967/b. Electrical Properties of Rocks, Plenum Press, New York 36 pp.

