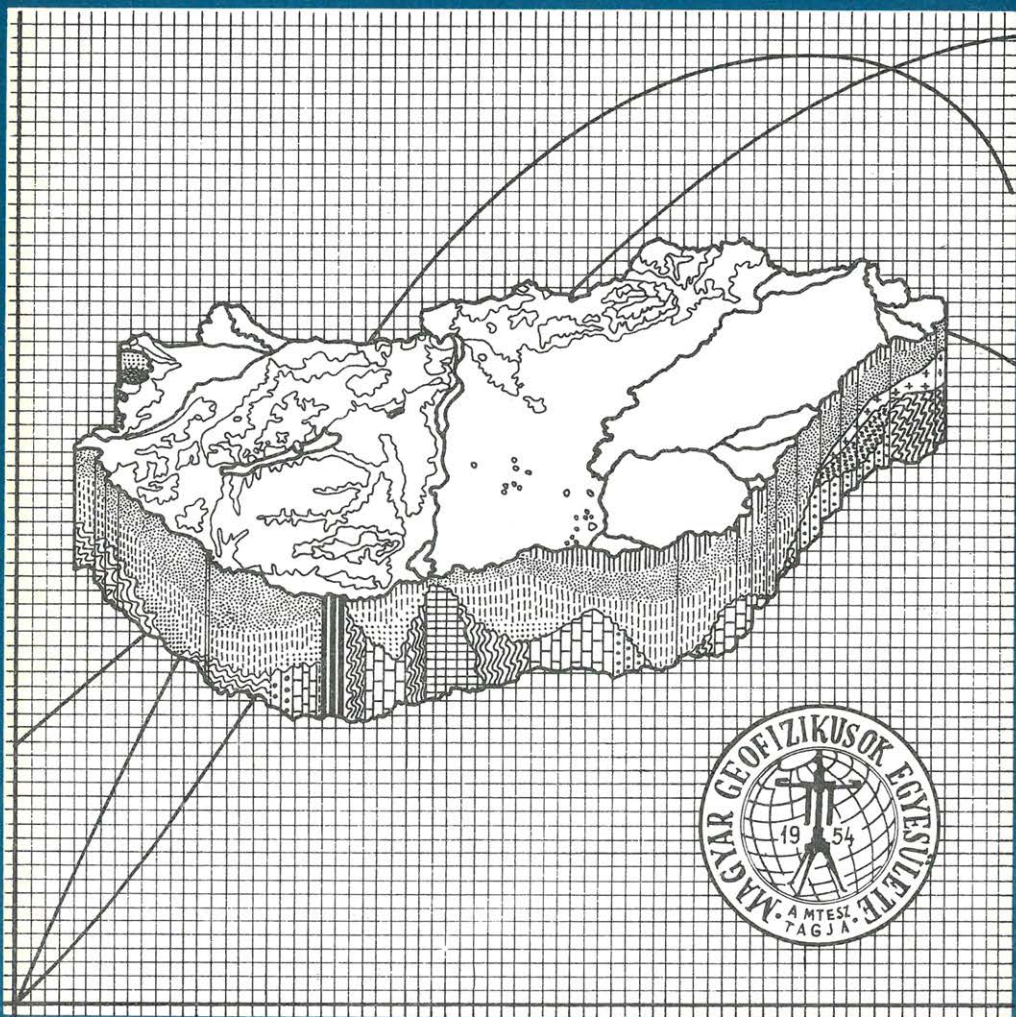


MAGYAR 4 GEOFIZIKA



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1980. XXI. ÉVFOLYAM, 4. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Szigeti Gábor</i> : A konform leképezések módszerének alkalmazása egyenáramú vonalforrás által keltett, végtelen ellenállású aljzatról kiemelkedő félhenger feletti elektromos tér meghatározására	121
<i>Ferenczy László</i> : Felszínközeli üregek mélységének és méretének meghatározása geoelektromos dipólszelvényezéssel	134
<i>Dr. Egerszegi P., Tóth B.</i> : Kőszenek minőségére ható tényezők vizsgálata elsősorban karotázs módszerekkel való kimutathatóság céljából	143
Lapszemle, könyvszemle	142, 159, 160

Főszerkesztő: Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

Szerkesztő bizottság: Dr. Bencze Pál, Dr. Bodoky Tamás, Czeglédi István, Deres János, Gellért Tamás, Gerzson István, Dr. Horváth Ferenc, Hursán László, Lakatos Sándor, Marton Tibor, Dr. Posgay Károly, Rádler Béla, Tóth Géza, Dr. Tóth Péter

Szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. félemelet 17. Postafiók 240.

A konform leképezések módszerének alkalmazása egyenáramú vonalforrás által keltett, végtelen ellenállású aljzattól kiemelkedő félhenger feletti elektromos tér meghatározására

S Z I G E T I G Á B O R *

Ismertetésre kerül a konform leképezések módszere kétréteges, végtelen ellenállású aljzattal rendelkező modell elektromos terének meghatározására.

A módszer egy konkrét alkalmazása, az aljzattól kiemelkedő félhenger okozta anomália vizsgálata lehetővé tesz PM, FFG és VESZ mérésekkel kapcsolatos módszertani kérdések megválaszolását.

Описывается метод конформного отображения для определения электрического поля двуслойной модели, обладающей подошвой с бесконечным сопротивлением.

Конкретное применение метода, исследование аномалии – вызванной полуцилиндром, выступающим из подошвы, дает возможность ответить на методические вопросы, связанные с измерениями методом потенциального картирования (МП), методом скважинного потенциального картирования и методом вертикального электрического зондирования.

The method of conform transformation is dealt with for the determination of the electric field of a two layer's model with infinite resistivity basement.

A practical application of the method for the study of an anomaly caused by a half cylinder emerging from the basement provides the possibility of clearing methodological problems in connections with PM, FFG, and vertical electric soundings.

Bevetetés

A geofizikai mérések matematikai modellezési módszerei – vagyis az adott fizikai körülményeket leíró parciális differenciálegyenletek megoldási módszerei két alapvető osztályba, az analitikus és numerikus módszerek osztályába sorolhatók. Természetesen bármely konkrét eredményt adó számításban mind analitikus, mind numerikus lépések szerepelnek. Míg azonban az analitikus megoldásokban egzakt formulák közelítő kiszámításáról van szó, addig a numerikus módszereknél a megoldást eleve közelítő formában keressük.

Analitikus megoldás kevés modellre ismert, közülük legfontosabb a párhuzamosan rétegzett feltér, melynek a változók szétválasztásával történő megoldása régóta ismert.

Numerikus módszerek, pl. a véges differenciák módszere, vagy a variációs módszerek tetszőleges modellre felírhatóak, és az ismeretlen függvény együtthatóinak meghatározása egy nagyméretű lineáris egyenletrendszer megoldásához vezet. Túl azon az elméleti problémán, hogy valóban a megoldást közelítjük-e, további gyakorlati korlátozást jelent – akár a legnagyobb teljesítményű számítógépekre gondolva is – az ismeretlenek számának növelhetősége, így a gyakorlatban ezekkel az eljárásokkal is leginkább kétdimenziós szerkeze-

* M. Áll. Eötvös Loránd Geofizikai Intézet.

teket vizsgálják. További nehézsége e módszernek, hogy a modell paramétereinek megváltoztatásakor mindig más és más egyenletrendszert kell felírni és megoldani.

Éppen ebben rejlik az analitikus megoldás nagy előnye, benne a paraméterek szabadon változtathatóak, a megoldást továbbra is egy és ugyanaz a formula szolgáltatja.

A jelen cikkben alkalmazott analitikus, komplex függvénytani módszer lehetőséget ad a párhuzamosan rétegzett alapesettől elütő, ahhoz képest hatót tartalmazó modell feletti elektromos tér meghatározására.

A módszer korlátja, hogy mind a forrás, mind a szerkezet két dimenziós, továbbá a fizikai paramétere, azaz az ellenállások nem változtathatóak, csak egyetlen, a végtelen ellenállás kontraszt esete vehető figyelembe. Nagy előnye viszont, hogy igen egyszerűen számolható eredményt ad, és a geometriai méretek, valamint a forrás helyzete szabadon változtatható.

Égészében véve a félhenger feletti anomália ilyen módon való vizsgálatát alkalmasnak tartjuk arra, hogy eldöntsön egy sereg PM, FFG, VES és szelvényezés tervezésével és mérési eredményeinek kiértékelésével kapcsolatos kérdést.

A konform leképezések módszere

A komplex potenciál

Legyen $E = (E_x, E_y)$ síkbeli vektormező, melyre egy Ω tartományon teljesül, hogy

$$\operatorname{div} E = \frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\operatorname{rot} E = \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} = 0 \quad (2)$$

Az (1) feltétel mutatja, hogy a $-E_y dx + E_x dy$ egy valós értékű $v(x, y)$ függvény teljes differenciálja. A $v(x, y)$ függvényt áramvonal függvénynek nevezük, mivel szintvonalai az E vektor irányával esnek egybe. Valóban, egy ilyen szintvonal mentén

$$dv = -E_y dx + E_x dy = 0, \quad \text{azaz} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{E_y}{E_x}.$$

A (2) feltétel viszont azt jelenti, hogy $E_x dy + E_y dx$ egy $u(x, y)$ függvény teljes differenciálja. Ez az u függvény az E vektormező valós potenciálfüggvénye, hiszen $du = E_x dx + E_y dy$ -ből következik, hogy $\frac{\partial u}{\partial x} = E_x$, $\frac{\partial u}{\partial y} = E_y$, vagyis $E = \operatorname{grad} u$, így u szintvonalai az elvi potenciális felületek.

A $dv = -E_y dx + E_x dy$ és $du = E_x dx + E_y dy$ kifejezések egybevetéséből következik, hogy

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} \quad \text{és} \quad \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x},$$

így az

$$f(z) = u(x, y) + i v(x, y) \quad (3)$$

komplex változós komplex értékű függvény reguláris. Ezt az f komplex függvényt nevezzük az E vektortér komplex potenciáljának. f regularitásából következik többek közt az is, hogy u és v szintvonalai ortogonális vonalrendszert alkotnak.

f segítségével könnyen kifejezhetőek a különböző térjellemezők, pl.:

$$E = \frac{\partial u}{\partial x} + i \frac{\partial u}{\partial y} = \overline{f'(z)} \quad (4)$$

ahol a felülvonás konjugálást jelent, és

$$\begin{aligned} \int_c f'(z) dz &= \int_c (E_x - i E_y) (d_x + i d_y) = \int_c E_x d_x + E_y d_y + i \int_c E_x d_y - E_y d_x = \\ &= \text{rot}_c E + i \text{div}_c E. \end{aligned} \quad (5)$$

A komplex potenciált meghatározó feltételek

Legyen a háromdimenziós tér feltére $\rho = 1$ ellenállású vetővel kitöltve egy olyan Ω' tartományon, melyhez létezik egy olyan, a felteret kijelölő síkra merőleges S_0 sík, hogy az $\Omega = \Omega' \cap S_0$ síkbeli tartományra állított, S_0 -ra merőleges egyenesek összessége kiadja Ω' -t. Ω' -n kívül szigetelő anyag van (1. ábra).

Legyen az elektromos tér forrása egy a $Z_0 \in \Omega$ pontban S_0 -ra állított merőleges egyenes, melyen a töltéeloszlás egyenletes.

1. ábra. A konform leképezések módszerével olyan háromdimenziós szerkezetek egyenáramú elektromos tere számolható, melynek egy adott egyenesre merőleges összes síkkal való metszete egy és ugyanazt, az ábrán látható típusú képet adja. Az ilyen szerkezeteket nevezük kétdimenziósoknak.

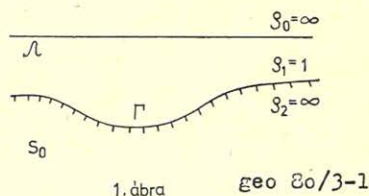


Рис. 1. Методом конформного отображения может быть рассчитано такое электрическое поле постоянного тока трехразмерных структур, разрез которого всеми плоскостями, перпендикулярными к одной заданной прямой дают одну и ту же картину, видную на рисунке. Такие структуры называем двухразмерными.

Fig. 1. By means of the conformal transformation method the direct current electric field of three-dimensional structures can be computed the intersection of which with any plane perpendicular to a given straight line furnishes the picture of the type shown on the figure. Such structures will be taken as being of two dimension.

Ekkor az S_0 -lal párhuzamos síkokra vonatkozó szimmetriából világos, hogy $E_z \equiv 0$, ahol z a szerkezet csapásirányába mutat. Így tehát az elektromos teret leíró Maxwell-egyenleteket az $\Omega' \setminus \{z_0$ által adott egyenes} tartományra alkalmazva $\text{div } E = 0$ és $\text{rot } E = 0$, ami $E_z \equiv 0$ miatt (1) illetve (2)-re egyszerűsödik, így létezik az E teret leíró (3) alakú potenciálfüggvény.

Gauss tételét egy, a z_0 -t körülvevő C kontúr által meghatározott egységnyi alkotójú hengerszerű testre alkalmazva (egységnyinek véve az e test belsejé-eső töltésmennyiséget) (5) figyelembevételével kapjuk, hogy $\int_C f'(z) dz = i$.

Mivel $\Omega \Gamma$ határa maga is áramvonal (az áram ugyanis nem hatolhat Ω -n kívüli térrészbe), így a v függvényről mondottak értelmében

$Im f(z)$ állandó a Γ határ összefüggő görbéin.

Ha Ω korlátos, akkor ezen feltételek lényegében meghatározzák f -et, ha Ω nem korlátos, akkor f meghatározásához ismernünk kell a térerősség végtelenben való viselkedését, azaz a $\lim_{z \rightarrow \infty} \overline{f'(z)}$ Ω -tól és a határátmenet módjától is függő értékét.

Tehát az f potenciálfüggvényt a következő 4 feltétel együttesen határozza meg:

$$f \text{ analitikus } \Omega \setminus \{z_0\}\text{-on} \quad (6)$$

$$\int f'(z) dz = i \text{ ha } z \text{ belső pontja } C\text{-nek}$$

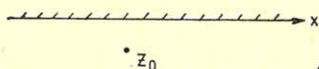
$$Im f(z) \Gamma \text{ komponensein (görbéin) állandó} \quad (8)$$

$$\lim_{z \rightarrow \infty} \overline{f'(z)} \text{ adott} \quad (9)$$

Homogén féltér tere

Legyen a fenti megfontolásokban szereplő Ω most az $Im z \leq 0$ félsík, és z_0 egy tetszőleges pontja (2. ábra). (9) típusú feltételt kapunk abból a fizikai feltevésből, hogy egy z_0 középpontú, elég nagy sugarú körön a térerősség közelítőleg sugár irányú és állandó nagyságú. (7)-ben C -nek az r sugarú félkört választva a (9)-ben keresett határértékre kapjuk:

$$\overline{f'(z)} \cdot z \text{ korlátos, azaz } \overline{f'(z)} = 0 \left(\frac{1}{z} \right). \quad (9')$$



GEO 80/3-2

2. ábra

2. ábra. A homogén féltér kétdimenziós modellje

Рис. 2. Двухразмерная модель однополупространства

Fig. 2. Twodimensional model of the homogeneous half-space

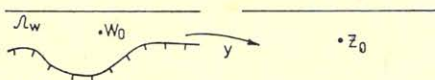
Ezek után könnyen ellenőrizhető, hogy

$$f(z) = \frac{1}{2\pi} [\ln(z - z_0) + \ln(z - \overline{z_0})] \quad (10)$$

eleget tesz (6), (7), (8) és (9')-nek így az $\overline{f'(z)}$ megadja a féltér vonalforrása által keltett elektromos teret.

A potenciálfüggvény meghatározása tartományok közti konform leképezések segítségével

Tegyük fel, hogy Ω_w egyszeresen összefüggő, határpontokkal bíró síkbeli tartomány, w_0 pedig egy tetszőleges pontja. $z = g(w)$ legyen egy olyan konform leképezés, amely Ω_w -t az $Im z < 0$ félsíkra képzi, és az Ω_w tartományhatárának g képe a félsík határa.



3. ábra

GEO 80/3-3

3. ábra. A g konform leképezés az adott tartományt a félsíkra, w_0 -t z_0 -ba viszi át.

Рис. 3. Конформное отображение g переносит данный интервал на полуплоскость w_0 и z_0 .

Fig. 3. The conform transformation g transforms the given domain into the half space, w_0 into z_0

Jelölje f a (10)-ben szereplő függvényt, akkor az $(f \circ g)$ kompozíciófüggvény eleget tesz a (6), (7), (8) feltételeknek. Valóban, analitikus függvények kompozíciója is analitikus, (8) definíció szerint igaz, mivel g határt határba visz át.

(7) $(f \circ g)$ -re való érvényessége a helyettesítéses integrálás szabályából következik, figyelembe véve, hogy g egy w_0 körüli zárt görbét $z_0 = g(w_0)$ körüli C_z zárt görbébe visz át:

$$\int_{C_w} (f \circ g)' dw = \int_{C_w} (f' \circ g) \cdot g' dw = \int_{C_z} f'(z) dz = i.$$

Ilyen g leképezés azonban még nincs egyértelműen meghatározva, három valós paraméter előre megadható g -re vonatkozó feltételként. E paraméterek megválaszthatóak úgy, hogy $(f \circ g)$ -re (9) típusú feltétel teljesüljön. Tehát g megadásával $f \circ g$ alakban megkapjuk a probléma megoldását.

Mivel Riemann konform leképezésekre vonatkozó alaptétele szerint ilyen g leképezés bármely fenti feltételeknek eleget tevő Ω_w tartomány esetén létezik, ezért ezzel a módszerrel bármely ilyen típusú feladat megoldható. A probléma lényegét éppen a g függvény előállítás okozza.

Párhuzamosan rétegzett, két réteges végtelen ellenállású aljzattal rendelkező modell elektromos tere

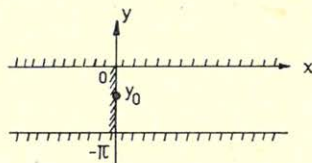
Legyen Ω a 4. ábrán látható helyzetű félsáv, a forrás pedig helyezkedjék el az iy_0 ($-\pi \leq y_0 \leq 0$) pontban. Ekkor a térerősség a forrástól távolodva állandó értékhez tart, vagyis $f \circ g$ egy $c \cdot z$ alakú aszimptotikus értékhez tart. Mivel a (10)-nél adott $\ln z$ alakú függvény, a g -re teendő (9) típusú feltétel most így néz ki:

$$g(\infty) = \infty \quad \text{és} \quad g = 0(e^{y_0}). \quad (9'')$$

Ilyen, a félsávot az $Im z < 0$ félsíkra leképző (9'')-nek eleget tevő g függvény a

$$g(w) = \frac{1}{2}(e^w + e^{-w}) = ch(w).$$

Erre $g(iy_0) = \cos y_0$, azaz a forrás a félsík határának $\cos y_0$ pontjába kerül át.



4. ábra

GEO 80/3-4

4. ábra. A kétréteges végtelen aljzatú szerkezet terének meghatározásához először a rajzon látható „félsáv” terét számoljuk ki.

Рис. 4. Для определения поля двухслойной структуры с бесконечной подошвой сначала рассчитываем видное на рисунке поле «полуполосы»

Fig. 4. For the determination of the field of the two layers structure with infinite basement first of all the field of the „half stripe” seen on the figure will be computed

Mivel felszíni forrás esetén a (10)-beli függvény $f = \frac{1}{\pi} \cdot \ln(z - z_0)$ -ra egyszerű-

södik, így a félsáv potenciálja $f \circ g = \frac{1}{\pi} \ln(chw - \cos y_0)$.

Ebből az I áramerősségű, ρ ellenállású, H vastagságú teljes sáv komplex potenciálja a felszínhez illeszkedő koordinátarendszerben, tetszőleges w_0 pontbeli forrás esetén (a félsávról a sávra való áttérés esetén a térerősség a felére csökken):

$$p(w) = \frac{I\rho}{2\pi} \ln \left[ch \left(\frac{\pi}{H} (w - Re w_0) \right) - \cos \left(\frac{\pi}{H} (Im w_0) \right) \right] \quad (11)$$

Így az $E_H(w)$ térerősség a (4) összefüggés alapján:

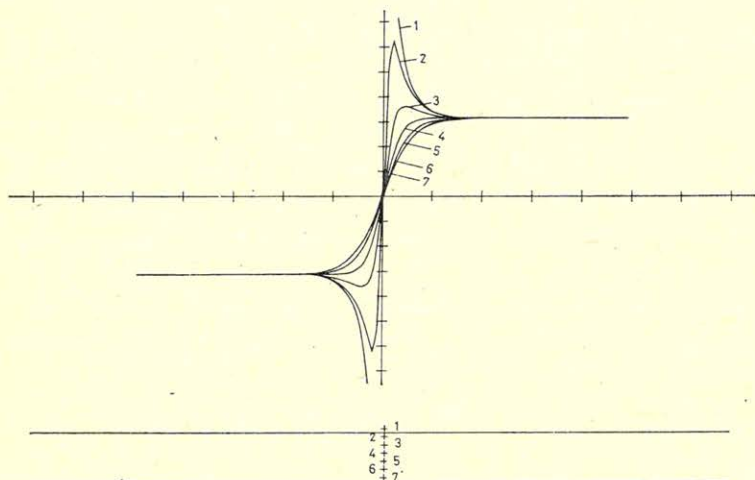
$$\overline{E_H(z)} = \frac{I\rho}{2H} \frac{sh \left(\frac{\pi}{H} (w - Re w_0) \right)}{ch \left(\frac{\pi}{H} (w - Re w_0) \right) - \cos \left(\frac{\pi}{H} (Im w_0) \right)}, \quad (12)$$

illetve a felszínen $\overline{E(z)}$ valós, így a konjugálás elhagyható. A felszíni térerősség kiszámításához a forrás tetszőleges helyzete esetén valós értékű függvényeket kell kiszámolni, így ez kényelmesen elvégezhető bármely programozható, akár zsebméretű kalkulátoron is.

Az 5. ábrán a felszínen kapott E térerősség irányított hosszából géppel rajzoltatott görbesereg látható, a forrás $\frac{i}{6} \cdot H (0 \leq i \leq 6)$ alakú különböző helyzeteinél.

Vizsgáljuk meg ezt a görbesereget! A forrás összes helyzetére érvényes, hogy a forrás felszíni vetületétől kb. $1,3H$ -nál távolabb fekvő pontokban a térerősség már állandó, továbbá a felszíni forrás kivételével a forrás felett a térerősség értéke 0.

A forrás alsó négy helyzetéhez tartozó görbék monoton növekvők. Ahogy a középhezertől a forrás a felszín felé tart, úgy közelednek a szélsőértékek helyei a nullához, maguk a szélsőértékek pedig egyre nagyobb abszolút értékűek. Végül felszíni forrás esetén a görbének szakadása van.



ГЕО 80/3-5

5. ábra. A felszíni térerősségek $\frac{i}{6} \cdot H$ mélységű ($0 \leq i \leq 6$) források esetén.

Рис. 5. Наземная сила поля в случае источников глубиной

Fig. 5. Surface field strengths for the case of sources with $\frac{i}{6} \cdot H$ depth ($0 \leq i \leq 6$).

Félgömb feletti anomália

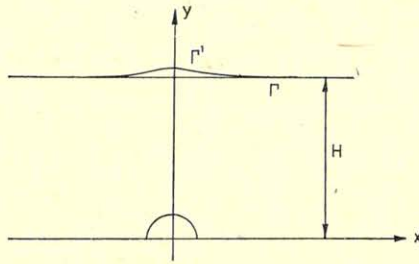
Most a fenti módszert egy, az irodalomban eddig más eszközökkel sem tárgyalt esetre alkalmazzuk.

A 6. ábrán látható sávszerű tartomány alsó határolója a $(-\infty, -1)$ valós félegyenes, az egység sugarú, 0 középpontú félkör, és a $(+1, +\infty)$ félegyenes.

Ezt a görbét a

$$g(z) = z + \frac{1}{z}$$

leképezés a valós tengelyre képi le. Amennyiben H nagy, a g leképezés a $\Gamma = x + iH$ egyenest közelítően önmagába viszi, mivel nagy z értékekre $\frac{1}{z}$ nullának tekinthető. Pontosabban vizsgálva a kérdést kimutatható, hogy az a Γ' görbe, melyet $g(z)$ Γ -ba visz át, Γ -tól legjobban a képzetes tengelyen különbözik, azaz Γ' a $\Gamma = x + iH$ és $x + \left[H + \frac{1}{H} - 0\left(\frac{1}{H}\right) \right]$ egyenesek közti sávban helyezkedik el.*



6. ábra

GEO 80/3-6

6. ábra. Kétdimenziós modell az aljzattól kiemelkedő egyenetlenség által okozott anomália tanulmányozására.

Рис. 6. Двухразмерная модель для изучения аномалии, вызванной неравномерностью, выступающей из подошвы.

Fig. 6. Twodimensional model for the study of anomaly caused by a ground swell emerging from the basement

E végtelenben való viselkedését most az jellemzi, hogy megegyezik a H szélességű sáv terének végtelenben vett értékével.

Tehát ha p jelenti a sáv (11)-ben megadott potenciálfüggvényét, akkor a $(p \circ g)$ -t képezve a Γ' által határolt tartomány elektromos terének potenciálfüggvényét kapjuk.

Azonban már $H > 2$ esetén a sáv szerű Γ' által határolt tartomány keresztmetszete jelentősen lecsökken a kiemelkedés fölött kb. $H - 1 + \frac{1}{H}$ -ra, és pl.

$H = 4$ esetén Γ' kiemelkedése mindössze 0,23, vagyis a sáv szélességének 1/18-ad része, ezért $H > 2$ esetén a sáv teréhez képesti anomáliát döntően a félkör alakú kiemelkedésnek tulajdonítjuk; a Γ és Γ' közti különbséget elhanyagolható topografikus hatásnak tekintjük.

* Keressük, hogy mely z^* pontot visz a g leképezés az $a = x + iH$ alakú pontba. Erre $g(z^*) = z^* + \frac{1}{z^*} = a$, azaz $z^* = \frac{a}{2} + \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 - 1}$ Taylor sorfejtéssel kapjuk, hogy $\sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 - 1} = \frac{a}{2} - \frac{1}{a} - 0\left(\frac{1}{a^3}\right)$, azaz, hogy $z^* = a - \frac{1}{a} + 0\left(\frac{1}{a^3}\right)$.

Tehát g az Ω tartományt leképezi a sávra, ami a konform leképezés módszerhez elég is, hiszen a sávot a felsíkra képező leképezés (10)-beli f -fel vett kompozícióját már (11)-ben kiszámoltuk.

A $g = z + \frac{1}{z}$ -vel képzett $p \circ g$ a végtelenben valóban úgy viselkedik, mint p : $(p \circ g)'(\infty) = p'(g(\infty)) \cdot g'(\infty) = p'(\infty)$, mivel $g(\pm\infty) = \pm\infty$ és $g'(\infty) = 1$

Tehát a félhenger alakú kiemelkedéssel bíró aljzat elektromos tere

$$E(\overline{\cap}) (z) = E_H(g(z)) \cdot \overline{\left(1 - \frac{1}{z^2}\right)} \quad (13)$$

ahol E_H a (12)-ben szereplő kifejezés, melyben w helyébe $g(z)$ -t, w_0 helyébe $g(z_0)$ -t állítunk.

A (13)-as függvény kiszámítása komplex aritmetikát követel meg, de így is minimális gépi kapacitást igényel a térerősség különböző pontokban való kiszámítása. A (13)-as formula alapján számoló program egy HP 9845 S jelzésű, Basic nyelven programozható, plotterrel ellátott kalkulátoron lett megvalósítva, és a mellékelt ábrák mind e program outputjai. Egy görbe kiszámolása és kirajzolása átlagosan 30 másodpercet vesz igénybe.

A 7. ábrán a térerősség értékeket a két réteges alapmodellel való normálás után tüntettük fel, a kiemelkedés fölötti $(-5H, +5H)$ tartományban. A forrás a $-10H$ -nyira levő felszíni pontban található, ami a figyelembe vett intervallum szempontjából már végtelen távolinak tekinthető, mivel a forrást a hatótól messzebb helyezve is ugyanezeket az értékeket kapjuk. A hányados a kiemelkedés fölött 1-nél nagyobb, ugyanakkor a kiemeledkés mellett 1 alá csökken.

A 7. ábrán a H vastagságot 1-nek véve adtuk meg a félhenger sugarait és ábráztuk a különböző nagyságú hatókhoz tartozó normált értéket. A megfelelő görbék maximum értékeit leolvasva és ezúttal a $H + \frac{1}{H}$ vastagságú sáv

terével normálva, azaz a leolvasott értékeket $\left(1 + \frac{1}{H^2}\right)$ -tel szorozva, mivel az anomália körüli térrészben ez a vastagság, az alábbi, a maximális anomáliát %-ban megadó táblázatot kapjuk:

r	0,40	0,30	0,25	0,20	0,125	0,05
%max.	46	23	14	9	3	0,6

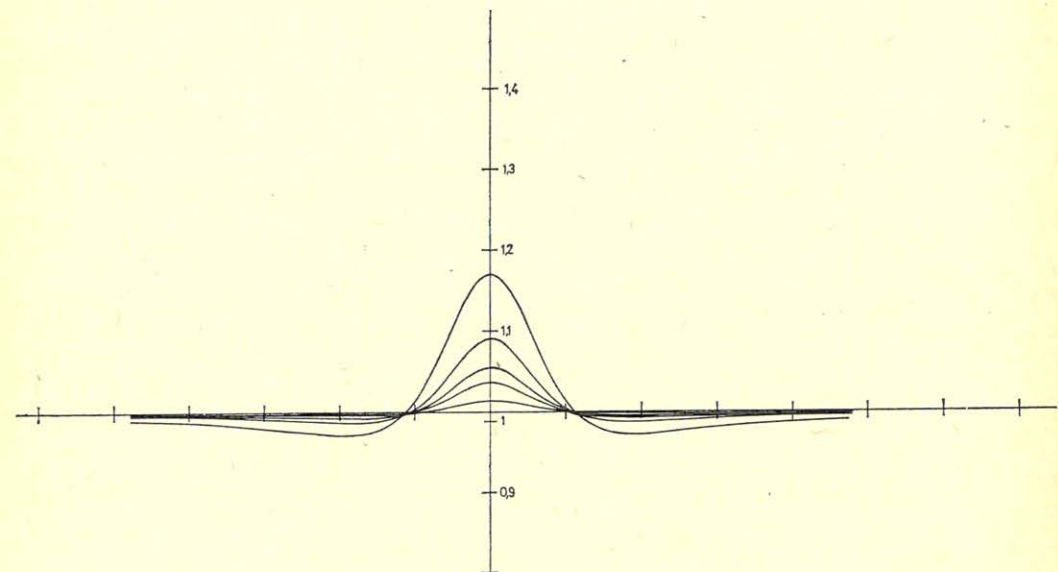
Tehát viszonylag kis anomáliát okoz az aljzat egyenletlensége. Ha 1,5%-os mérési pontosságot feltételezünk, akkor 1/8-nál kisebb sugarú kiemelkedés nem mutatható ki.

Vizsgáljuk meg mi történik, ha a felszíni forrással a hatóhoz közelítünk.

A 8. ábrán ilyen görbesorozatot ábráztunk $r = \frac{1}{2}$ -es, a 9. ábrán $r = \frac{1}{3}$ -as esetben. A legélesebb leképződést elvileg a végtelen távoli forrásnál kapjuk, azonban a görbesereg azt bizonyítja, hogy a $2H$ -nyira levő forrás is ugyanilyen

éles leképződést biztosít, sőt $1,5H$ -nál is csak minimálisan romlik a felbontó-képesség. Ez például azt jelenti, hogy $AB = 3H$ esetén, pl. szelvényezésnél, az elrendezés még kitűnően érzékeli az aljzatot és egyenetlenségeit. Tovább közelítve a forrással a maximum pont mindinkább a forrással ellentétes oldal felé tolódik el. A forrás közelében az ábrázolt hányados a végtelen távoli forrás esetén kapott görbéhez viszonyítva mindig az 1-es érték felé tolódik el. Végül a ható fölötti forráshoz tartozó görbe szimmetrikussá válik.

Amennyiben az észlelést bizonytalanabbnak, 3%-osnak vesszük, akkor azt mondhatjuk, hogy pl. az $\frac{1}{2}$ -es sugarú ható csak a $(-H, +H)$ intervallumon észlelhető, tehát amennyiben több egymástól $2H$ -nál távolabb eső ilyen kiemel-



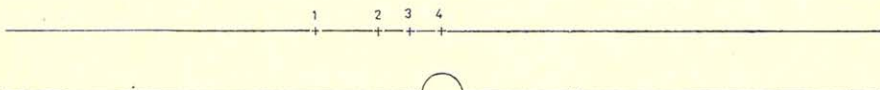
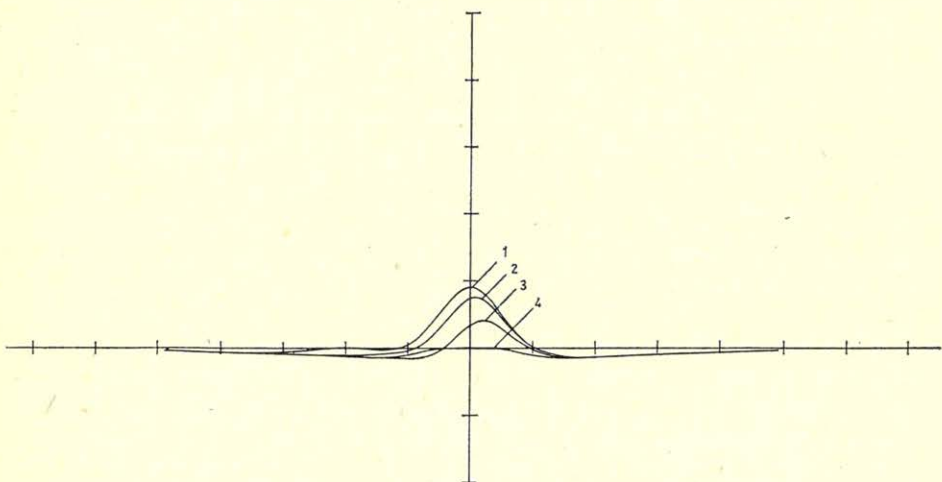
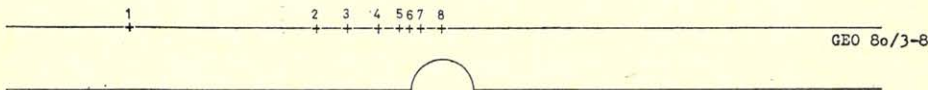
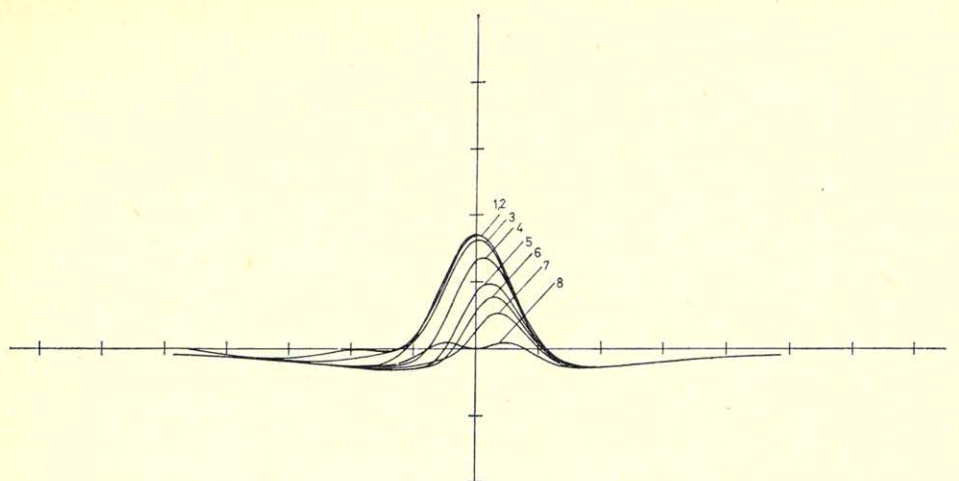
GEO 80/3-7

7. ábra. A felszíni $E(\text{---})/E(\text{---})$ hányados $r = \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{20}$ nagyságú kiemelkedések esetén.

A forrása végtelen távoli pontban van, a rétegvastagság: $H = 1$

Рис. 7. Наземное отношение $E(\text{---})/E(\text{---})$ в случае поднятия величиной $r = \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{20}$. Источник находится в бесконечно удаленной точке, мощность пласта $H = 1$.

Fig. 7. The surface $E(\text{---})/E(\text{---})$ ratio in case of swells with $r = \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{20}$.



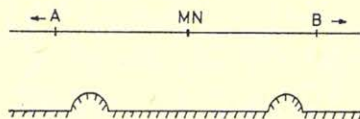
GEO 80/3-9

8. és 9. ábra Az $E(\text{---}\cap\text{---})/E(\text{---})$ hányadosgörbék különböző felszíni forráshelyzetekben; a kiemelkedés sugara r , a forrásnak a modell szimmetriatengelyétől való távolsága d .

Рис. 8. и 9. Кривые отношения $E(\text{---}\cap\text{---})/E(\text{---})$ при различном положении поверхностного источника; радиус поднятия r , расстояние источника от оси симметрии модели d .

Fig. 8. The $E(\text{---}\cap\text{---})/E(\text{---})$ ratio-curves for various source configurations; the radius of the swell is r , the distance of the source from the symmetry axis of the model is d

kedés van, úgy ezek hatása egymástól független, továbbá ekkor pl. egy 10. ábra szerinti VES mérésnél a kapott VES görbe megegyezik a kétréteges térben mért VES görbével.



GEO 80/3-10

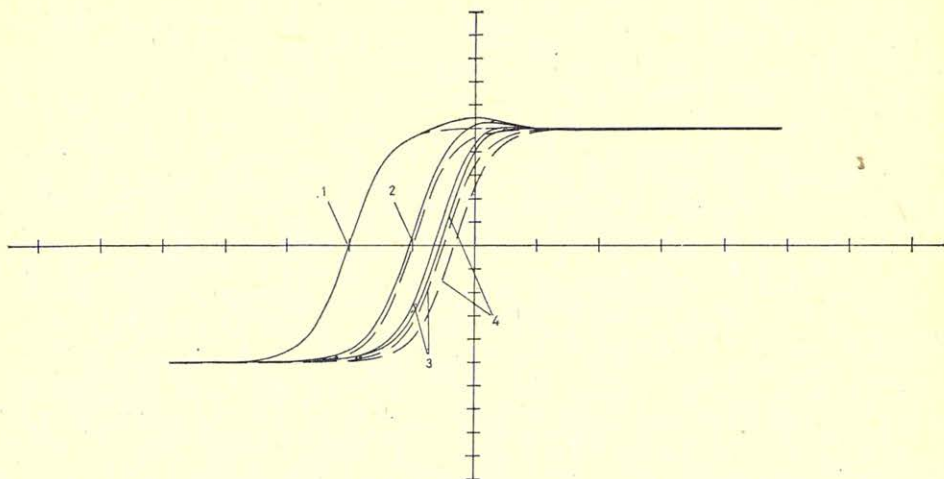
10. ábra

10. ábra. Az ábrán látható modell feletti VES mérésnél kapott görbe 3% pontossággal egybeesik a párhuzamos rétegzett tér fölött mért görbével

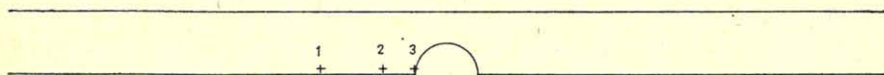
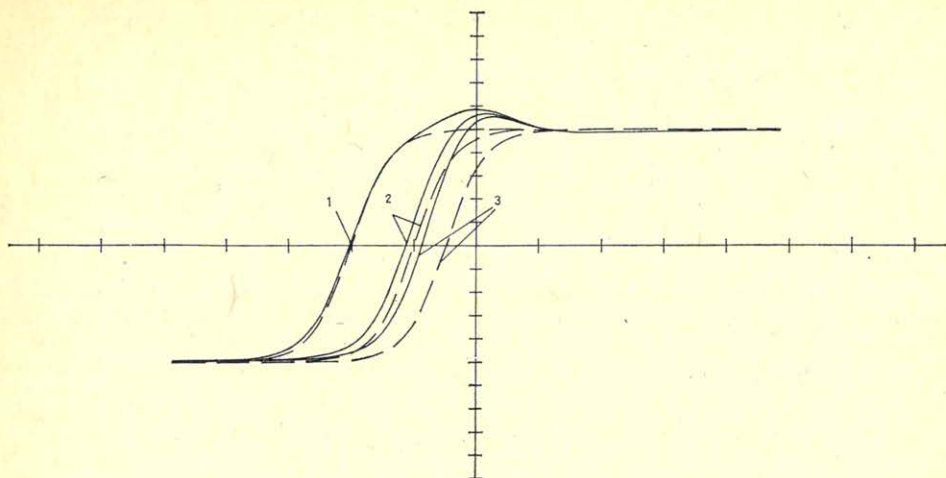
Рис. 10. Видная на рисунке кривая, полученная при измерениях ВЭЗ над моделью с 3% точностью совпадает с кривой, измеренной над параллельно слоистой пространством

Fig. 10. The curve obtained with a vertical electric sounding seen in the figure coincides with an accuracy of 3% with the curve measured over the parallel stratification

A 11. és 12. ábrákon süllyesztett források terét vizsgáljuk. Ahogy az 5. ábrán látható, a kétréteges modell tere a forrás felett 0. A kiemelkedés hatására viszont e 0 pont eltolódik, ezért ebben az esetben nincs értelme a két tér hányadosát képezni, mivel az túl nagy ingadozást mutat (szemben a felszíni for-



GEO 80/3-11



GEO 8e/3-12

11. és 12. ábra. Szaggatott vonallal az $E(\square)$, folyamatossal az $E(\square)$ görbék láthatóak. r és d jelentése ugyanaz, mint a 8. és 9. ábrákon, l a forrás mélysége

Рис. 11 и 12. Пунктирной линией обозначены кривые $E(\square)$, а непрерывной линией $-E(\square)$, значение r и d такое же, как и на рис. 8 и 9, l - глубина источника

Fig. 11.. 12. Broken line represents curve $E(\square)$, continuous line the curve $E(\square)$. The meaning of r and d is the same as on Figs 8. and 9.; l is the depth of the source

rással, ahol a hányados a forráshoz tartva konvergál). Ez az oka annak, hogy a 11. és 12. ábrákon szaggatott vonallal szerepel a ható nélküli, folyamatossal az anomáliát mutató tér.

Ha a süllyesztett forrás $2H$ -nál messzebb van, akkor nem kapunk élesebb anomáliát, mint felszíni forrás esetén.

Ha viszont a süllyesztett forrás közel kerül a hatóhoz, de nem fölé, hanem az ábrákon látható helyzetekbe, akkor az anomália élesebbé válik, de probléma, hogy milyen mennyiséggel mérjük ezt, mivel a hányados és különbségképzés interpretáció nem kielégítő.

Felszínközeli üregek mélységének és méretének meghatározása geoelektromos dipólszelvényezéssel

FERENCZY LÁSZLÓ*

A felszínközeli, 4–5 m mélységben elhelyezkedő üregek kutatása általában geoelektromos módszerrel történik. Homogén feltételben levő, végtelen hosszú és fajlagos ellenállású, vízszintes hengernek a potenciáltérre gyakorolt hatása meghatározható. Megfelelően kiválasztott elektród terítési rendszerre számított látszólagos-fajlagos-ellenállás-görbék alapján nomogram készíthető. A nomogramból egy adott dipóltávolsággal mért látszólagos fajlagos-ellenállás-görbe maximumánál az üreg mélysége és mérete kiolvasható.

A kisebb talajinhomogenitások hatásának kiszűrésére és az üregek által okozott anomáliák kiemelésére ún. maradék-anomália görbék számíthatók.

Ha 10%-os ellenállásnövekedés jelenti az üreg kimutathatóságának alsó határát, akkor dipólszelvényezéssel az üregek $h = 4,5 R$ mélységig kutathatók (R az üreg sugara).

Исследование приповерхностных пустот, расположенных на глубине 4–5 м, проводится, как правило, геоэлектрическим способом. Влияние на потенциал горизонтального цилиндра бесконечной длины и удельного сопротивления, расположенного в однородном полупространстве, можно определить. На основе кривых кажущегося удельного сопротивления, рассчитанных на соответствующую выбранную систему перекрытия, можно построить номограмму. С номограммы, при максимуме некоторой кривой кажущегося удельного сопротивления с заданным дипольным расстоянием можно считать глубину и размеры пустоты.

С целью исключения влияния небольших неоднородностей почвы, а также и для увеличения аномалий от пустот, можно рассчитать кривые остаточных аномалий.

Если увеличение сопротивления в 10% означает нижний предел возможности обнаружения пустоты, то с помощью дипольного профилирования можно исследовать пустоты до глубин $h = 4,5 R$ (R означает радиус пустоты)

Detection of shallow cavities lying about at a depth of 4–5 m can be made in general by means of geoelectric methods. One can determine the influence of a horizontal cylinder of infinite length and specific resistivity upon the potential field. Basing on specific resistivity curves computed for a suitable chosen layout system one can construct a nomogram from which one can read out depth and dimension of the cavity at the maximum of the specific resistivity curve measured with a given dipole distance.

In order to filter out the effect of minor ground inhomogeneities and to eliminate anomalies caused by the cavities one can compute so called residual anomaly curves.

If the lower limit of determinability at a resistivity increase is 10%, then the cavities can be detected down to a depth: $h = 4,5 R$, where R denotes the radius of the cavity.

1. Bevezetés

A felszín közelében levő ismeretlen üregek kimutatása és helyének meghatározása sok gondot okoz. A tapasztalatok azt mutatják, hogy akkor jelentenek nagy problémát, mikor a felszín közelében, vagy valamilyen objektum alapszintje alatt 4–5 m mélységig helyezkednek el.

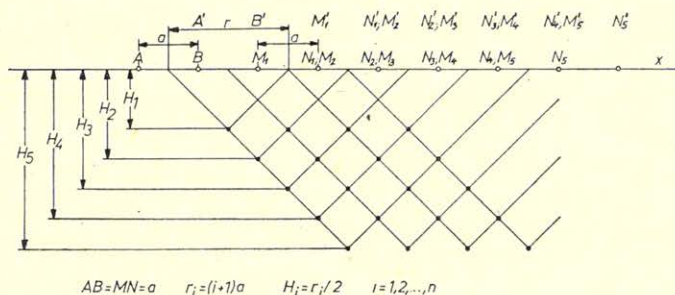
Üregkutatásra legtöbbször a geoelektromos eljárást alkalmazzák. Többek között geoelektromos szelvényezéssel nyert ellenállásgörbék segítségével jelölhetők ki az üregek. Az üregeknek a potenciáltérre gyakorolt hatását elméleti úton számítani lehet. Különböző elektród elrendezésekre meghatározott ellen-

* NME Geofizikai Tanszék

állásgörbékét vizsgálva megállapítható, hogy az üreg kimutathatósága szempontjából leglényegesebb az optimális elektród terítési rendszer kiválasztása, melynél az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

- jellegzetes, jól felismerhető és mennyiségileg is értékelhető anomáliák mérését tegye lehetővé,
- megfelelő sűrűn történjék a fajlagos ellenállás értékek mérése a vonal mentén mind horizontális, mind vertikális irányban,
- és gazdaságos legyen.

Különböző elektród-elrendezésekkel végzett fajlagos-ellenállás-szelvényezések hatékonyságát elméleti úton számított látszólagos fajlagos-ellenállásgörbék segítségével lehet vizsgálni [1]. Ezek alapján megállapítható, hogy az előzőekben felsorolt szempontoknak leginkább a dipól axiális, vagy más néven a növelt Eltran-elektrod-elrendezés [2] felel meg, melynél az elektródtávolság $AB = MN = a$, a dipólok közötti távolságok, $r = 2a, 3a, 4a, \dots$, azaz $r_i = a(1+i)$ és a vonatkozási mélység, melyekre a átszólágos fajlagos-ellenállás értékek vonatkoznak, $H_i \approx r_i/2$, ahol $i = 1, 2, \dots, n$ (1. ábra). Az a távolság és az r_n megválasztása a kutatási mélységtől függ. Felszínközeli üregek kutatásánál általában $a=2$ m és $r_n=12$ m [3].



ГЭО 80/7-1

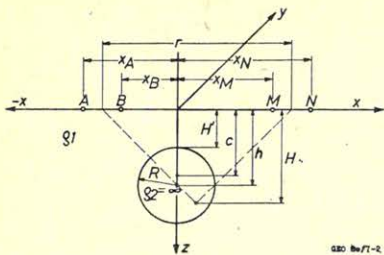
1. ábra. Növelt Eltran terítési rendszer

Рис. 1. Элтран – расширенная система перекрытия

Fig. 1. Increased Eltran spread system

2. Az üregek hatásának matematikai leírása

Egy ρ_1 fajlagos ellenállású homogén féltér belsejében vegyünk fel egy henger alakú, ρ_2 fajlagos ellenállású testet. A matematikai eljárás egyszerűsödik, ha az üreget az y tengellyel párhuzamos végtelen hosszú henger helyettesíti (2. ábra). Általában a föld felszínén elhelyezett áram- és mérőelektrodok segítségével, valamint a Laplace-egyenletet kielégítő és a határfeltételeket teljesítő megoldással meghatározható a ρ_s látszólagos fajlagos ellenállás görbéje tetszőleges elektród elrendezéseknél. A dipól axiális elrendezés paraméterei: x_A, x_B az áramelektrodok, x_M, x_N a mérőelektrodok távolsága a z tengelytől (2. ábra). Az üreg geometriai paraméterei: R az üreg sugara; h az üreg középpontjának a felszíntől való távolsága; H' az üreg tetejének mélysége; c a behatolási mélység és $c = (h^2 - R^2)^{1/2}$, melynél a maximális látszólagos fajlagos ellenállás számítható, ha $c = r/2$.



2. ábta. Geofizikai-matematikai modell

Рис. 2. Геофизическо – математическая модель

Fig. 2. Geophysical-mathematical model

Levezethető, hogy az üreg által okozott látszólagos fajlagos ellenállás anomália az üreg tengelyére merőleges szelvény mentén a következőképpen számítható:

$$\varrho_s/\varrho_1 = 1 + \frac{\Delta V_{ST}}{\Delta V_0} \quad (1)$$

ahol ΔV_{ST} az üreg által okozott „zavar”-potenciál, ΔV_0 az üreg nélküli homogén féltér „normál”-potenciálja. Bipoláris koordinátarendszerben az alábbi összefüggések nyerhetők [4]:

$$\Delta V_0 = \frac{I \varrho_1}{2\pi} \left[\ln \frac{1 - \cos(\xi_M - \xi_A)}{1 - \cos(\xi_M - \xi_B)} - \ln \frac{1 - \cos(\xi_N - \xi_A)}{1 - \cos(\xi_N - \xi_B)} \right] \quad (2)$$

$$\Delta V_{ST} = \sum_{m=1}^{\infty} -\frac{2I \varrho_1}{m\pi} \frac{\alpha}{e^{2m\eta_0} - \alpha} [(\cos m \xi_B - \cos m \xi_A) \cdot (\cos m \xi_M - \cos m \xi_N) + (\sin m \xi_B - \sin m \xi_A) \cdot (\sin m \xi_M - \sin m \xi_N)], \quad (3)$$

ahol I az áramerősség,

$$\alpha = \frac{\varrho_2 - \varrho_1}{\varrho_2 + \varrho_1}, \quad \eta_0 = \ln \left(\frac{h}{R} + \sqrt{\frac{h^2}{R^2} - 1} \right)$$

és

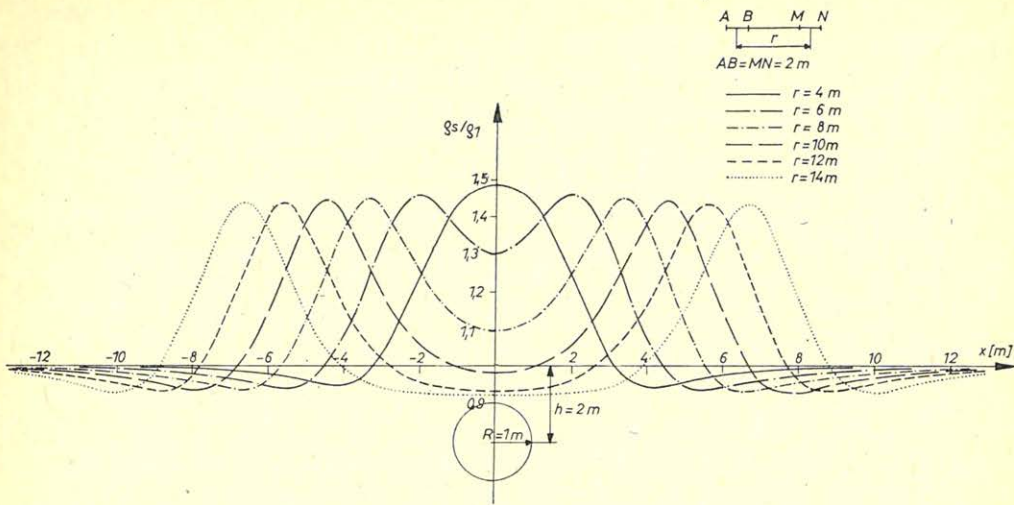
$$\xi_A = 2 \arctan \frac{\sqrt{h^2 - R^2}}{y_A}; \quad \xi_B = 2 \arctan \frac{\sqrt{h^2 - R^2}}{y_B}$$

$$\xi_M = 2 \arctan \frac{\sqrt{h^2 - R^2}}{y_M}; \quad \xi_N = 2 \arctan \frac{\sqrt{h^2 - R^2}}{y_N}$$

A fenti összefüggések alapján ϱ_s/ϱ_1 programozható asztali kalkulátorral számítható. Látszólagos fajlagos-ellenállás-görbéket mutat a 3., 4. és 5. ábra, ahol az üregek sugara 1 m; mélységük $h = 2, 3$ és 4 m; a dipóltávolságok $r = 4, 6, 8, 10, 12$ és 14 m; $AB = MN = 2$ m. Az üreg fajlagos ellenállása $\varrho_2 = \infty$.

3. A mérések értelmezése

A 3, 4 és 5. ábrán látható elméleti görbéket összehasonlítva más elektród-elrendezésre számítottakkal, lényeges eltérések mutatkoznak:

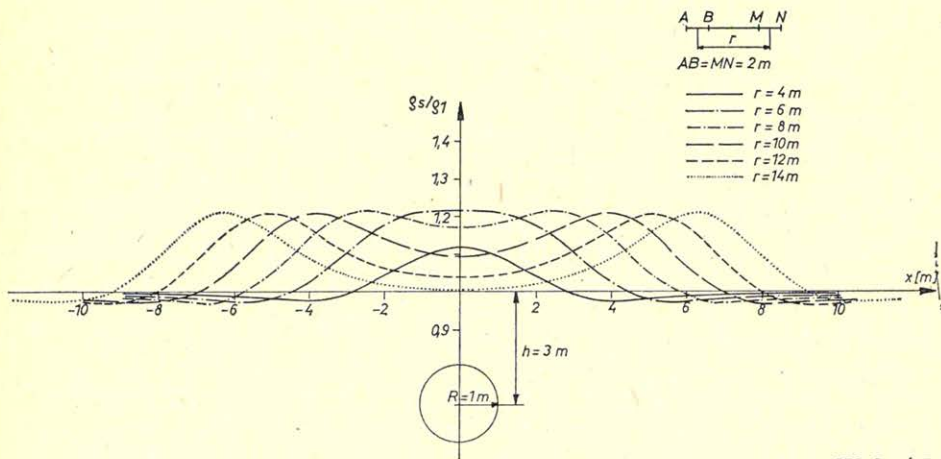


GEO 80/7-3

3. ábra. $R = 1$ m sugarú, $h = 2$ mélységű üreg számított anomália görbéi

Рис. 3. Расчитанные кривые аномалий от пустоты с глубиной $h = 2$ м и радиусом $R = 1$ м

Fig. 3. Computed anomaly-curves of a cavity with depth $h = 2$ m and a radius of $R = 1$ m



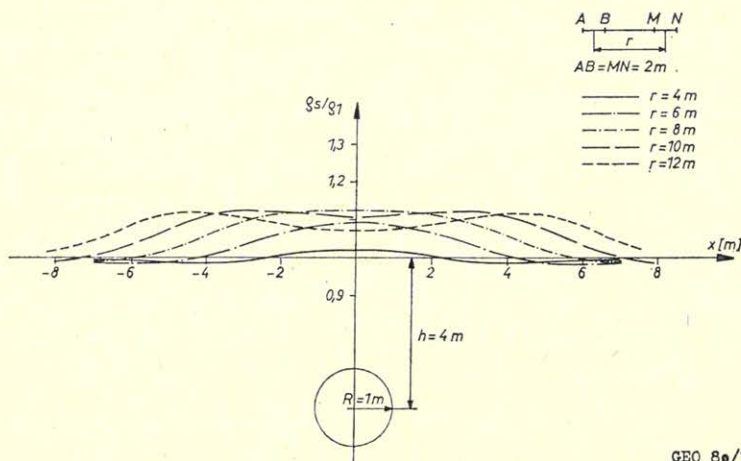
GEO 80 / 7-4

4. ábra. $R = 1$ m sugarú, $h = 3$ m mélységű üreg számított anomália görbéi

Рис. 4. Расчитанные кривые аномалий от пустоты с глубиной $h = 3$ м и радиусом $R = 1$ м

Fig. 4. Computed anomaly-curves of a cavity with depth $h = 3$ m and a radius of $R = 1$ m

- ha $r/2 \cong h$, akkor a görbének egy maximuma, ha $r/2 > h$ akkor a tengelyre szimmetrikusan két maximuma, az üreg felett pedig minimuma van;
- a fiktív maximumok az r növekedése ellenére közel egyenlő értékűek és ott jelentkeznek, ahol a mérőelektródapár vagy az áramelektródapár az üreg fölé kerül (az elektródapárok felezőpontja a koordináta-rendszer kezdőpontjában van);
- az egy maximumú görbék közül a legnagyobb anomália értékű annál a dipóltávolságnál adódik, mely közelítőleg megegyezik az üreg mélységével, azaz $h \approx r/2$.
- az oldalminimumok szintén r -től függetlenül közel egyező nagyságúak és növelik az anomália görbe élességét.



GEO 80/7-5

5. ábra. $R = 1$ m sugarú, $h = 4$ m mélységű üreg számított anomália görbéi

Рис. 5. Расчитанные кривые аномалий от пустоты с глубиной залегания $h = 4$ м и радиусом $R = 1$ м

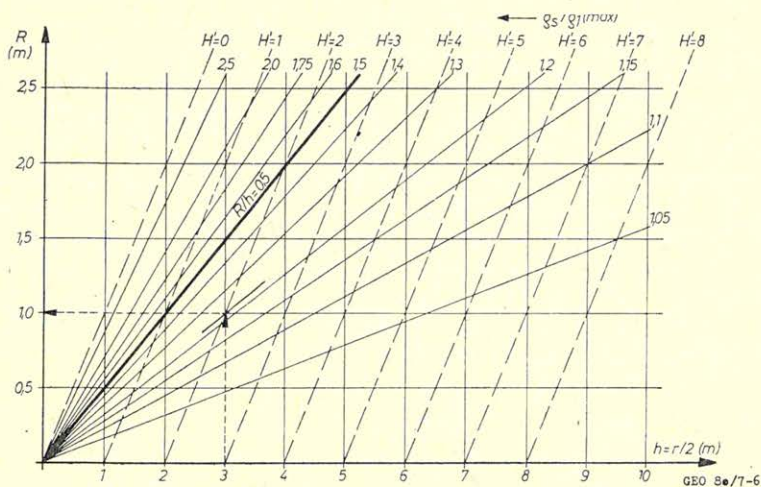
Fig. 5. Computed anomaly-curves of a cavity with depth $h = 4$ m and a radius of $R = 1$ m

A számítások rámutattak arra, hogy a mennyiségi értelmezés egyedüli korlátját a c behatolási mélység jelenti. Ugyanis a legnagyobb anomáliaérték $c = r/2$ esetén adódna. Ismeretlen méretű és mélységű üregek kutatásánál azonban c értéke ismeretlen, ezért a kutatási mélységtartomány hozzávetőleges ismerete alapján történik $r/2$ megválasztása. Könnyen kiszámítható, hogy felszínközeli üregek kutatásánál nem követünk el nagy hibát, ha $R/h < 0,5$ és $R < 2$ m esetén a $c \approx h$ feltételezéssel élünk. Például ha $R = 1$ m, $h = 3$ m, akkor $c = 2,83$ m. A $c = r/2$ -nél és a $h = r/2$ -nél számított maximális anomália értékek eltérése pedig csak 1–2%.

Az előzőek alapján $a = 2$ m-es dipól axiális elektród elrendezésre olyan nomogram készíthető, melynek segítségével meghatározható az üreg h mélysége és R sugara (6. ábra). Annál az $r/2$ -nél, melynél a látszólagos fajlagos ellenállás érték a legnagyobb és a görbének egy maximuma van, R , h , és H' a nomogramból meghatározható. Például, ha $r/2 = 3$ -nál a mért $Q_s/Q_{1(\max)} = 1,22$, akkor az üreg sugara $R = 1$ m, középpontjának a mélysége $h = 3$ m, tetejének a

felszíntől való távolsága $H' = 2$ m. Az ábrán a $R/h = 0,5$ vonaltól balra levő területre eső pontok csak közelítő értékeket adnak, mivel itt már nem teljesül a $c \approx h$ feltétel.

Jelentse 10%-os ellenállásnövekedés az üreg kimutathatóságának alsó határát ($\rho_s/\rho_{1(\max)} = 1,1$), akkor az 1 m sugarú üreg 4,5 m, az 1,5 m sugarú 6,75 m, a 2,0 m sugarú 9,0 m mélységből mutatható ki, azaz az üreg teteje és a felszín közötti távolság 3,5; 5,25 és 7,0 m. Dipól axiális szelvényezéssel tehát az üregek $h = 4,5R$ mélységből mutathatók ki.



6. ábra. Nomogram üregek mélységének és sugarának meghatározásához

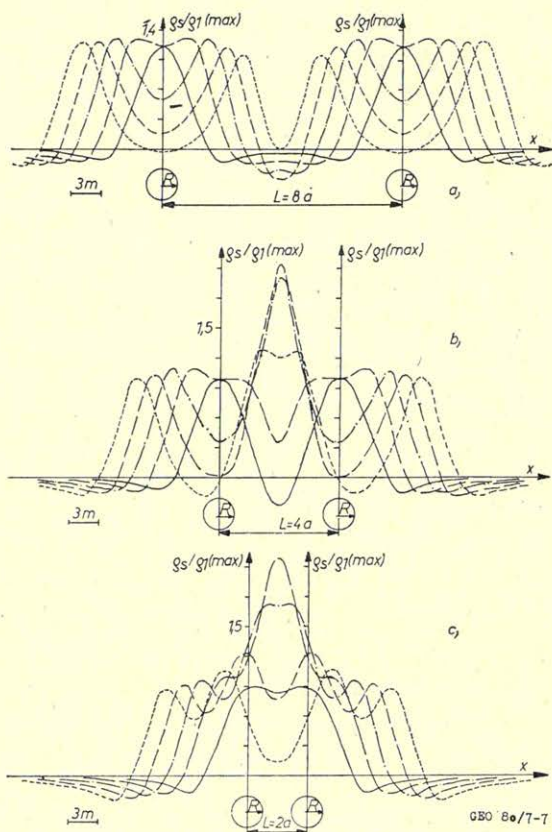
Рис. 6. Номограмма для определения глубины залегания и радиуса пустот

Fig. 6. Nomogram for determination of depth and radius of cavities

4. Két üreg egymásra hatása

A kutatási tapasztalatok azt mutatják, hogy gyakran több üreg is található egy kisebb területen belül. Ilyen esetben a dipól axiális elektród elrendezéssel meghatározott látszólagos fajlagos ellenállásgörbék – attól függően, hogy a két üreg milyen L távolságra van egymástól – eltérnek az egyetlen üreg felett számítottól. Modell mérésekkel igazolható, hogy a két üreg külön-külön jelentkező hatása $L < 9a$ távolságoknál összeadódik. Ilyen látszólagos fajlagos ellenállás görbéket mutat a 7. ábra, ahol az üregek sugara és az elektródok távolsága ($AB = MN = a = R$) egyenlő. Megállapítható, ha két üreg távolsága $L = 8a$, akkor az anomália görbék már észrevehetően torzulnak (7a. ábra). Az üregek távolságának csökkenésével a két üreg között egy közel kétszeres nagyságú álanomáliát kapunk (7b. ábra) és $L = 2a$ távolságnál az anomália görbe jellege is megváltozik (7c. ábra). Abban az esetben, amikor az üregek közvetlen egymás mellett vannak ($L = a$), az anomáliagörbe hasonlít egy $2R$ sugarú üreg anomália képéhez.

Két közeli üreg esetén a nomogram az oldalsó maximumok anomália értéke és a különböző dipól távolságokkal nyert görbék minimumai és maximumai alapján csak becslésekre használható.



7. ábra. Két közeli üreg számított anomália görbéi $a = R$ esetén

Рис. 7. Расчитанные кривые аномалий для двух близких пустот в случае $a = R$

Fig. 7. Computed anomaly-curves of two nearby cavities

5. Maradék-anomália görbék

Az elméleti számítások homogén feltérben levő végtelen fajlagos ellenállású, a terítésre merőleges tengelyű hengeres üregekre vonatkoznak. Az üregkutatási feladatok során azonban az üregeket magában foglaló közeg ritkán homogén. Különösen a felszínközeli (1 m-ig) talaj apró inhomogenitásai zavarják az anomália képet. Ezek nemcsak a legkisebb dipóltávolsággal mért látszólagos fajlagos ellenállás görbét, hanem a mélyebb szintekét is befolyásolják. Ezért gyakran már az is problémát okoz – főleg mélyebben levő üregek kutatásánál – hogy az üregekre jellemző anomália képet felismerjük. A kisebb inhomogeni-

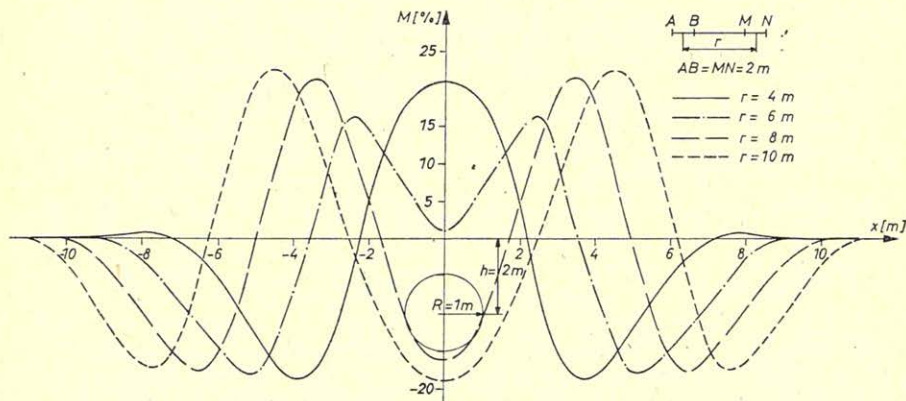
tások hatásának kiszűrésére és az üregek által okozott anomáliák kiemelésére ún. maradék anomália görbék számíthatók. Az azonos dipóltávolságokhoz tartozó ϱ_s látszólagos fajlagos ellenállás értékeket kis környezetben átlagolva és ezen $\bar{\varrho}_s$ átlagértéket a mért ϱ_s -ből kivonva megkapjuk a $M(\%)$ maradék anomália értékét a következők szerint:

$$M_i(\%) = (\varrho_{s_i} - \bar{\varrho}_{s_i}) \cdot \frac{100}{\varrho_{s_i}}, \quad (4)$$

ahol

$$\bar{\varrho}_{s_i} = \frac{1}{5} \sum_{i=2}^{i+2} \varrho_{s_i}, \quad i = 3, 4, 5, \dots, n$$

A 8. ábrán bemutatott maradék anomália görbékéből látható, hogy alakra nagyon hasonlóak a látszólagos fajlagos ellenállás görbékhez. A nagy negatív értékek az anomália görbét élesebbé teszik és elősegítik az üregek könnyebb felismerését.



GEO 80/7-8

8. ábra. $R = 1$ m sugarú, $h = 2$ m mélységű üreg, számított maradék anomália görbéi

Рис. 8. Кривые остаточных аномалий, рассчитанные для пустоты с глубиной залегания $h = 2$ м и радиусом $R = 1$ м

Fig. 8. Computed residual-anomaly-curves of a cavity of radius $R = 1$ m and depth $h = 2$ m

6. Összefoglalás

Az elméleti számítások igazolták, hogy felszínközeli üregek kutatására a dipól axiális elektród elrendezés a bevezetésben leírt szempontoknak eleget tesz. Az üregek fölött mért, különböző mélységekre vonatkozó látszólagos fajlagos ellenállás görbék a r dipóltávolságtól függően jellegzetes, jól felismerhető és mennyiségileg is értelmezhető anomália képet mutatnak. A maradék-anomália-görbék segítségével a mélyebben fekvő és inhomogén közetben levő üregek is kimutathatók.

A különböző méretű és mélységű üregek kimutatásának alsó határa egyben definiálja azt a legnagyobb dipóltávolságot, melyből gazdaságosan tervezhető a mérési rendszer. Az $a = 2$ m-re elhelyezett elektródákkal mért anomáliagörbék alapján egymáshoz közeli üregek is kimutathatók. Nagyobb elektród távolságok ($a > 2$ m) esetén ugyanakkora üregeknél az anomáliák nagysága és élessége csökken. Kisebb, pl. $a = 1$ m elektród távolságoknál viszont ugyanazon mélység kutatásához négyszeres időre lenne szükség.

Ha pl. 24 db elektród csatlakozik a mérőműszer gyorskapcsolójához, mellyel a mérő- és tápdipólok különböző helyzetbe kapcsolhatók, akkor $a = 2$ m és $r = 4, 6, 8, 10$ és 12 m esetén 46 m hosszú szelvény mentén 5 mélységszintből $1 - 1,5$ óra alatt 110 db látszólagos-fajlagos-ellenállás adat mérhető.

IRODALOM

- [1] *H. Milúter, R. Rösler, W. Losch*: Theoretische Modellkurven zum geoelektrischen Hohlraumnachweis. VEB BuS Welzow 1977.
- [2] *S. S. West*: Three-layer resistivity curves for the Eltran electrode configuration. Geophysics, Vol. V., No 1, pp. 43–46.
- [3] *Csókás J. – Gyulai Á. – Lénárd M.*: Mérnökgeofizika az építőiparban. Építőanyag, XXVI. évf. 1974. 1. sz. 13–17. old.
- [4] *D. S. Parasnis*: Long horizontal cylindrical ore body at arbitrary depth in the field of two linear current electrodes. Geophysical Prospecting Vol. XII. No. 4. pp. 457–487.

Könyvszemle

Szlabóczky Pál: Magyarázó Borsod és környékének vízföldtani atlaszához. A Központi Földtani Hivatal és a Magyar Állami Földtani Intézet megbízásából kiadta a Vízügyi Dokumentációs és Továbbképző Intézet, Budapest, 1978. 98 oldal, 15 szelvényvel, 59 ábrával és 12 képpel.

Borsod és környékének vízföldtani atlaszát Deák János és Szlabóczky Pál szerkesztette. Az Atlasz 12 lapot tartalmaz:

1. lap: Eligazító térkép; 2. lap: Jelmagyarázat a hidrogeológiai térképlapokhoz; 3., 4., 5., 6. lap: Hidrogeológiai térképek; 7. lap: Jelmagyarázat a fő vízadó összletek jellemzéséhez és a vízföldtani egységek elvi rétegoszlopához; 8. lap: a fő vízadó összletek jellemzése; 9., 10., 11., 12. lap: elvi rétegoszlopok.

A Magyarázó két fő részből áll: I. fejezetben a szerző ismerteti Borsod és környékének fő vízadó összleteit, az alapadatok kiválasztását és területi értékelését. A II. fejezetben részletesen tárgyalja a terület vízföldtani egységeit a következő felosztásban: 1. Szendrő hegység; 2. Aggtelek-rudabányai hegység; 3. Bükk hegység; 4. Mátra hegység; 5. Tokaji hegység; 6. Ózd-salgótarjáni oligocén dombvidék; 7. Ózd-borsodi szénmedence; 8. Mátra-Bükkalja; 9. Szerencsi dombvidék; 10. Cserhát; 11. Sajó-Hernádvölgy; 12. Mezőség; 13. Taktaköz; 14. Bodroghöz és Rétköz; 15. Hajdúság; 16. Nyírség.

A tetszetős kivitelű atlasz és magyarázó az érdekelt szakmák szempontjait figyelembe véve készült, mely elsősorban vízteleptani beállítottságú, azaz a vízadó képződmények térbeli elterjedését és vízföldtani jellemzőit adja meg. Figyelemre méltó, hogy az atlasz és magyarázója nem csak a hidrogeológus, de a rokonszakmák szakemberei számára is egyértelmű és érthető.

Borsod és környékének vízföldtani atlasza és magyarázója rendkívül hasznos és melegen ajánlható minden Északkelet-Magyarországon dolgozó és földtani kutatással foglalkozó szakember számára.

(Ferenczy L.)

Köszenek minőségére ható tényezők vizsgálata elsősorban karotázs módszerekkel való kimutathatóság céljából

Dr. E G E R S Z E G I P Á L *

T Ó T H B É L A **

A tanulmány tárgyalja azokat a biotikus és abiotikus tényezőket, melyek befolyásolják a szenesülés folyamán a szén szerkezetének és anorganikus alkotóinak kialakulását, valamint a hamuképző komponenseknek és a víznek megjelenési formáit és ezeknek a hőmérsékletváltozás hatására beálló változásait.

A továbbiakban foglalkozik az organikus és anorganikus komponensek, a laboratóriumban meghatározható paraméterek, valamint a karotázs-szelvényekből meghatározható adatok közötti összefüggésekkel és ezek alapján minősíti a borsodi aknák által termelt szeneket.

Работа рассматривает те биотические и абиотические факторы, которые в процессе обугливания влияют на структуру угля и образование его неорганических составных, а также на формы проявления зол об разующих компонентов и воды и их изменение, наступающее под влиянием изменения температуры.

Далее занимается зависимостями между органическими и неорганическими компонентами, параметрами лабораторных определений, а также данными, определяемыми по каротажным диаграммам и на их основании оценивает угли, добываемые из боршодских шахт.

Biotic and abiotic factors influencing during carbonization the structure and the formation of anorganic components of coal, as well as the forms of appearance of ash production and of water and the variations of these owing to temperature changes are dealt with.

Furthermore, the paper treats the connections between the organic and anorganic components, the parameters determined at the laboratory as well as data gained from well loggings. Basing on these, coal types produced in the pits of Borsod are classified.

Az ásványi szén nem a carbon egy másik fajtája, mint a grafit vagy a gyémánt. A szén szerves kémiai anyagok komplex keverékéből áll, mely tartalmaz carbont, hidrogént és oxigént, valamint kisebb mennyiségben ként és nitrogént. A szén carbon-, hidrogén- és oxigéntartalmának ismerete nem mond semmit a kémiai szerkezetéről.

A szén valójában egy kövület, melyet főképpen a hőmérséklet hatása alakított ki növénymaradványokból származó szerves anyagokká, és amely mindig társul vízzel és különböző szervesetlen ásványi anyagokkal.

A mikroorganizmusok szerepe a szén keletkezésében

Az elhalt növények (és állatok) a mikroorganizmusok tevékenységei folytán elbomlanak, ill. átalakulnak. A trópusi őserdőkből a talaj kevés növényi maradványt tartalmaz (a humusztartalma minimális), pedig a növényzet elha-

* okl. bányamérnök, geofizikus

** okl. vegyészmérnök (Borsodi Szénbányák, Miskolc)

lása és újratermelődése — az ideális klímaviszonyok miatt — rendkívül intenzív. Ez azért van, mert az éghajlati viszonyok rendkívül kedvezőek az aerob baktériumok szaporodásának és élettevékenységük működéséhez. Az aerob baktériumok a növényi maradványokat széndioxidra és vízre bontják le.

A mérsékelt égövben az aerob baktériumok szaporodási sebessége kisebb, és itt nagyobb szerep jut az anaerob baktériumoknak.

A mikroorganizmusoknak élettevékenységük viteléhez szerves anyagra — mint táplálékra —, energiatermelésükhöz pedig oxigénre van szükségük. Az utóbbihoz az aerob baktériumok a levegő oxigénjét, míg az anaerob baktériumok kémiaiilag kötött oxigént használnak fel.

A szenesülésben kizárólag anaerob baktériumoknak van szerepük. Az anaerob baktériumok fajainak száma több ezerre tehető, melyek ugyanazon növényekből más és más szerkezetű és kémiai tulajdonságú vegyületeket hagynak maguk után.

Az anaerob baktériumoknak két nagy csoportját lehet megkülönböztetni: az egyik az ős szerves anyagot alkohollá, a másik szerves savvá alakítja. Hogy melyik típusú mikroorganizmus élettere van meg, azt az abiotikus tényezők határozzák meg. Itt elsősorban a hidrogénion-koncentrációnak van szerepe. Ha a $\text{pH} < 7$, akkor azoknak a mikroorganizmusoknak van biztosítva az élettere, melyek enolos (alkoholos) funkciós csoportot hoznak létre a szerves módon.

Ha $\text{pH} > 7$, akkor fenolos hidroxil- és karboxilgyökök keletkezésének a hánnyada nagyobb.

Az, hogy hány értékű alkohol, ill. sav keletkezik, azt az anaerob baktérium típusa határozza meg.

A szén organikus komponensei

Közismert, hogy a lipoid-típusú szeneknél a viasz- és a gyantatartalom magas. A viasz nem egyéb, mint egyértékű, nagy szénatomszámú alkoholnak kétértékű karbonsavval alkotott észtere. A gyanták aromás alkoholok, aldehidék és fenolok, főleg az abietinsavval (hidro-fenantrén-karbonsav) alkotott addíciós kondenzátumai.

A fenantrénvázas aromás maghoz paraffin-szénhidrogén-láncok is kapcsolódnak. A paraffinok és a hidrociklusos vegyületek hidrogénben gazdagok, ezért nem véletlen, hogy a lipoid típusú szeneknek magas a hidrogéntartalma.

A huminoid típusú szenek karboxil- és hidroxilgyököket tartalmaznak, paraffin-szénhidrogén-tartalmuk minimális, csak metil (CH_3 -) gyök kapcsolódik a szerves maghoz.

$\text{pH} = 7$ értéknél lipo-huminoid, ill. humino-lipoid szénfélések alakulnak ki.

Az 1. táblázat magyarázatot ad arra, hogy a borsodi és a közép-dunántúli barnaszének miért huminoid típusú szénfélések: rendkívül magas az alkálikus kémhatású szeretlen komponens. A mecseki kokszolható szének a szenesülés korábbi fázisában minden bizonnyal lipoid típusú barnaszének voltak. A szászvári szén szenesülési foka megegyezik a kokszolható szenekével (az oxigén-, hidrogén-, az illó- és nedvességtartalom ugyanaz), a sülőképessége mégis nagyon rossz. Ez a huminoidokra jellemző térhálós szerkezeti felépítés miatt van. A táblázatban szereplő két NDK barnaszén szenesülési foka megegyezik (mindkettő miocén-korú lignit). Az egyik lipoid típusú, a huminoidtartalma 10%

Bánya neve	Szénfajta	Hamutartalom bázikus komponenseinek %-a						
		CaO	MgO	CaO+ +MgO	K ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O+ +Na ₂ O	Alk. + +F. alk.
Borsodi Szb.								
Közp. Oszt. 1	..... k - db	8,5	2,7	11,2	1,7	1,0	2,7	13,9
Közp. Oszt. 2	..... kocka	10,7	2,4	13,1	1,0	0,8	1,8	15,7
Közp. Oszt. 3	..... dió	7,5	2,6	10,1	1,4	0,9	2,3	12,4
Közp. Oszt. 4	..... dara	9,0	2,2	11,2	1,9	0,7	2,6	13,8
Lyukóbánya 5	..... k - db	18,4	2,7	21,1	0,8	0,2	1,0	22,1
Edelény 6	..... k - db	18,0	3,0	21,0	1,2	1,8	3,0	24,0
Putnok 7	..... k - db	12,8	2,2	15,0	1,2	0,8	2,0	17,0
Putnok 8	..... dió	12,5	2,2	14,7	1,2	1,0	2,2	16,9
Királd 9	..... k - db	14,3	2,9	17,2	1,3	0,8	2,1	19,3
Királd 10	..... dió	15,9	3,0	18,9	1,0	0,7	1,7	20,6
Farkaslyuk 11	..... k - db	14,0	3,4	17,4	1,4	0,5	1,9	19,3
Farkaslyuk 12	..... dió	9,2	3,0	12,2	1,8	0,5	2,3	14,5
Egercsehi 13	..... k - db	9,0	1,8	10,8	1,6	2,4	4,0	14,8
Egercsehi 14	..... dió	6,8	1,6	8,4	2,0	2,0	4,0	12,4
Mecseki Szb.								
Pécs 1	..... kokszt	1,5	0,9	2,4	2,0	0,5	2,5	4,9
Szászvár 2	..... akna	16,2	6,0	22,2	1,5	0,5	2,0	24,2
Komló 3	..... kokszt	0,9	0,7	1,6	2,7	0,4	3,1	4,7
Középdunántúli Szb.								
Balinka 1	..... k - db	17,5	4,8	22,3	0,5	2,9	1,4	23,7
Balinka 2	..... dió	13,2	3,4	16,6	0,8	1,9	2,7	19,3
Dudar 3	..... k - db	18,1	4,1	22,2	0,8	0,7	1,5	23,7
Dudar 4	..... dió	15,2	3,5	18,7	1,0	0,6	1,6	20,3
Ajka 5	..... k - db	20,0	3,9	23,9	0,3	0,2	0,5	24,4
Ajka 6	..... dió	30,2	3,2	33,2	0,2	0,2	0,4	33,6
NDK kokszolható barnaszén	.....	1,7	0,3	2,0	0,9	0,6	1,5	3,5
NDK nem kokszolható barnaszén	.....	7,2	2,6	9,8	2,1	1,4	3,5	13,3

alatt van, a másik lipo-huminoid típusú, a humionidtartalma 50% körül van. A szenesülés során keletkező szerves anyagok milyenségére az abiotikus tényezők (alkalikus komponensek mennyisége) által meghatározott élettér (a biotóp) a felelős.

A borsodi és a közép-dunántúli szénfélésegek huminoidtartalma eléri a 90%-ot.

A szén anorganikus komponensei

A szén anorganikus anyagokat is tartalmaz, úgymint szervesen ásványokat (hamuképző komponensek) és vizet. A hamuképző komponensek egy része nem épül be a szervesanyag molekulaszervezetébe, a szénnel egy inhomogén keveréket alkot, mely a metamorfózis során szennyezőanyagként keveredett a szerves anyag közé. Ez a hányad adja a hamu nagyobbik részét. Az anorganikus

anyagok egy része viszont ionos, ill. kelátkomplex-kötésben részt vesz a molekula szerkezeti felépítésében. Itt a karboxilkötések játsszák a főszerepet, ezek képesek a fenti kötést létrehozni.

A huminoid szenek ezért eleve nem lehetnek hamumentes szenek. A lipid típusú szénfészeségeknek a hamutartalma — általában — ezért kisebb.

A szén hamutartalma általában kisebb, mint a hamuadó ásványok mennyisége. A hamu és a hamuképző között kémiai és fizikai (tömeg) különbség van. A hamuadó ásványok a szén égetése során (hamumeghatározás) termikus bomlást szenvednek. Elvesztik kristályvizüket, a kéntartalom nagyrészét, karbonáttartalmukat és a kloridtartalmukat. A szénben szóba jöhető agyagásványok — a kaolinit, halloizit és a montmorillomit — szerkezeti vizét 400–550 °C közt adja le. 800–830 °C között az anyagásványok égetése során millit keletkezik, ami szintén súlycsökkenéssel jár. A gipsz molekulánként két mól kristályvízzel rendelkezik, 128 °C-on anhidritté alakul, miközben 1,5 mól kristályvizet veszít. 400 °C-ig a teljes víztartalmát elveszti. A limonit az egy mól kristályvizét 300–320 °C-on adja le, miközben hematitté alakul. A szén pirolízisénel felszabaduló redukáló gázok a hematitot 620–650 °C-on magnetitté redukálják, 800–850 °C-on a magnetit kétértékű vasoxidá redukálódik. A vasszulfid-ásványok (pirit, markazit, melnikorit) a kéntartalmuk egy részét 450 és 700 °C között elvesztik. A borsodi barnaszéntelepekre nagyon jellemző kétértékű vasszulfát jelenléte a kísérő kőzetet zöldes színűre festi, mely a levegő oxigéntartalmának hatására megszürikül, mivel bázikus vas(III)szulfáttá alakul. A vas(II)szulfát 7, a vas(III)szulfát 9 mól kristályvízzel rendelkezik. Az előbbi kristályvizét 300 °C-on, az utóbbi 440 °C-on adja le. A karbonát-ásványok közül az aragonit 825 °C-on, a kalcit 1025 °C-on, a magnezit 510 °C-on, a dolomit pedig 700 °C-on fénoxidra és széndioxidra bomlik.

Az organikusan kötött hamualkötő komponensek — doppleritben a kalcium, pigotitben az alumínium, zittavitben a vas — a pirolízis során tömegben növekednek, mivel a karboxilgyökhöz ionosan vannak kötve, az elégés után viszont oxidos alakban vannak.

Az organikus kén elégésekor keletkező kéndioxid a kalcittal reakcióba lép és kalciumszulfit, ill. kalciumszulfát keletkezik. 700 °C körül a kalciumszulfit kalciumszulfiddá redukálódik. A kalciumszulfát és a kalciumszulfid 850 °C-on olvadó eutektikumot ad.

Az agyagásványok égetésük során reakcióképesé válnak, miközben 750 °C-on kalciumaluminát, ill. kalciumszilikát és kalcium-alumíniumszilikát keletkezik. Ezek összeolvadása salakosodáshoz vezet. Különösen alacsony olvadáspontú salak keletkezik mész- és szulfátgazdag szenekben, továbbá a vas-, kalcium-, magnézium-, kálium és nátriumoxid-tartalom jelenlétében.

A magyar szénhamuknál — a komponensek egymáshoz való viszonya alapján — megkülönböztetnek szilikátos (kovasavas és agyagos) és meszes-pirites típust. Az előbbi a nógrádi és a borsodi szenekre jellemző, az utóbbi a dorogi, tatabányai és a közép-dunántúli barnaszénekre. Szilikátos típusú a mecseki liászkorú kőszenek hamufajtái is. A hamu jellegét nem a földtani kor, hanem a lóp egykori környezetének kőzettani jellege határozza meg. Magmás, metamorf vagy homokos-homokkőves környezetben a hamu kovasavas-szilikátos jellegű, meszes dolomitos környezetben pedig meszes szulfidos jellegű.

A hamuadó elegyrészek túlnyomó része az egykorú környezet lepusztulásából származó finom mechanikai elegyrész. Található ezenkívül a szénben rendszerint kisebb mennyiségben az eredeti ősnövényzet anorganikus anya-

gából származó, továbbá a lúp vízből kémiaiilag, valamint már a szénülés közben diagenézis, ill. epigenézis folyamán kivált anyag is.

A sávféleségek közül legkevesebb – kb. 1% körüli – hamut a vitrit tartalmaz. Ez főleg ősnövény eredetű. A vitrit a főleg lipoid típusú szénfeleségek közül alakul ki a metamorfózis során. Ha nagy a hamutartalom, nagyobb a valószínűsége annak, hogy az anorganikus anyag bázikus komponenset tartalmaz, ami eleve kizárná a vitrit kialakulásának körülményeit.

Legtöbb hamut a sávféleségek közül a durit tartalmaz, mivel ez huminoid típusú szénfeleség. Itt éppen az utólag lerakódott szeretlen komponensek határozták meg azt, hogy az ősnövényzetből huminoid típusú szenek jönnek létre.

Az anorganikus elegyrészek közül mirkoszkóppal a következők mutatathatók ki: homokos elegyrészek, agyagos elegyrészek, dolomit, kalcit, sziderit, pirit, markazit és kovásodott szénfeleségek.

A homokos elegyrészek főleg finomszemű kvarc, földpát, 5–70 μm szemnagysággal.

Az agyagos elegyrészek főleg szericit-, muszkovit-, kaolinit- és montmorillonitféleségekből tevődnek össze. Rendszerint finom pikkelyes alakban jelennek meg, a rétegzéssel párhuzamos elrendeződésben. Szemnagyságuk 10–100 μm nagyságrendű.

A szén jellege és az agyagásvány milyensége között összefüggés van. A kaolin savanyú közegben keletkezik, a montmorillonit pedig lúgosban. Így nem véletlen, hogy a borsodi szén anorganikus komponensében az agyagféleségek közül a bentonit az uralkodó szerep.

A kalcit a szénkőzetekben igen különböző formában fordul elő.

A dolomit feltételezhetően tengervízből származik, mely vízből való kicsapódásakor még amorf volt, ezt az átkristályosodott gélekre jellemző sugaras szerkezet is igazolja.

Míg a dolomit a széntelepen belül található, addig a sziderit a széntelepek közti meddő, fedő és feküjében jelenik meg.

A limonit feltehetőleg a kőszén keletkezésének a terméke, vasszulfátból képződhetett, ahol az anaerob baktériumok az anionokat felhasználták és a fennmaradó vas az oxidáció következtében limonittá alakult.

A pirit és a markazit a szén gyakori elegyrészei. A közethasadékok, réteglapok mentén fémes bevonatok, de néha gumók alakjában szabad szemmel is látható alakban jelennek meg. Létrejöttükben szintén az anaerob baktériumok tevékenysége rejlik.

A pirit és a markazit legtöbbször igen apró 1–40 μm -es szabályos gömbök, vagy ezek halmazai alakjában található, rendszerint a rétegzéssel párhuzamosan.

A kovásodás a borsodi szénmedence gyakori jelensége, a II-es telepnek állandó kísérelője, de Ormosbányán az V-ös telepben is megtalálható. A vulkánikus kovasavas hévíz vízzoldható nátriumszilikátot tartalmaz (vízüveg, lúgos kémhatású), melyből savanyú közegben a szilikagél kicsapódik. A savanyú kémhatást a szén szabad huminsavtartalma biztosítja. A nátriumszilikát nátrium ionja a karboxilgyök hidrogénjének helyére lép. A nátriumhumát lúgos kémhatású, ezért ez megakadályozná a további kicsapódást, de az alkáli humátok 7,5–12 pH között a fémionokkal Ca, Mg, Al, Fe humátokat képeznek (így jön létre a dopplerit, zittavit, pigotit stb.), ezáltal a lúgos kémhatás megszűnik, a további gélesedést a szabad huminsavtartalom biztosítja. A kovásodás

feltétele továbbá, hogy a szén fölött ne legyen vízzáró agyagréteg, hogy a nátriumszilikátos víz hozzájuthasson a humifikálódott növényi maradványokhoz. Ez akkor következik be, ha egyes helyeken nagy mennyiségű fatörzs halmozódik fel, és a lápban leülepedett agyagréteg ezeket nem tudja befedni. Tehát a kovás széntelep nem azért vastagabb, mint a környezete, mert kovás, hanem azért kovás, mert vastagabb a széntelep. A kovás széntelep fölött homokos fedü található.

Törésvonalak mentén is keletkeznek kovás szenek, mivel itt a kovaoldatoknak a szénhez való hozzáfolyása biztosított.

Ormos-bányán a kovásodás a kőszéntelep teteje közelében jelenik meg, ott, ahol a fedü homokos.

A szén víztartalma

A barnaszekben a víz kötésének növekvő erőssége szerint háromféle vizet lehet megkülönböztetni: durván kötött, kapillárisan kötött és adszorpciósan kötött vizet. E háromféle víz mennyisége jól elkülöníthető, ha a gőznyomási izotermákat, vagyis a kondenzált víz mennyiségének a vízgőznyomással való változását ábrázoló görbéket logaritmikusan ábrázoljuk. Ekkor ugyanis két töréspont jelentkezik, ami a háromféle víz mennyiségét elkülöníti.

A nedvességtartalom a szén külső és belső felületétől, szénülés mértékétől, szabad funkciós csoport ekvivalens mennyiségétől, ill. annak milyenségétől függ.

A durván kötött víz mennyiségét túlnyomórészt a szén külső felülete határozza meg, de a mikroszkópikus üregekben levő vizet is ide kell sorolni. A borsodi barnaszén nedvességtartalmának nagyobb hányadát ez a vízfeleség adja, a hamumentes szénre számolva mintegy 22%-ot tesz ki, az összes víztartalomnak pedig 64%-át. A szén- és a vízmolekulák közötti kohéziós erők tartják a szénhez kötve. Ez a víz tartalmazhat oldott sókat, de az ionok mozgását a szén szerkezeti felépítése miatt jelenlevő szigetelő falak megakadályozzák, ezért a vezetőképességük alacsony.

A kapilláris víz a szubmikroszkópikus üregekben, kapillárisokban helyezkedik el. Valószínűleg a funkciós csoportok kondenzációja során felszabaduló vízmennyiségből származik. A borsodi hamumentes barnaszénnek 7%-át teszi ki, az összes víztartalomnak pedig 22%-át. Az adszorpciós víz elsősorban a COOH gyök hidrátburkában helyezkedik el. A borsodi huminites szén szabaz huminsavtartalma 8–10%-nál nem nagyobb, ezért ez a gélvízmennyiség a össznedvességhez viszonyítva a legkisebb, mintegy 18%-ot tesz ki.

A kapilláris és adszorpciós víz Van der Waals erőkkel kötődik a szénhez, ezért szobahőmérsékleten (25 °C-on) nem távozik el, csak 105 °C-on. A kapilláris víz is eredetileg gélvíz volt, ezért kémiai és fizikai tulajdonságai megegyeznek. Oldott ionokat nem tartalmaznak, mert a szén keletkezése során jelenlevő vízben oldott sók (CaHCO₃, Ca(NO₃)₂, CaSO₄ stb.) nagy szerepet játszottak a szén – mint vegyület – kialakulásában. Az anion oxigéntartalmát az anaerob baktériumok használták fel, így alakultak ki az oxicsoportok. A nitrogén és a kén beépült a szerves anyag molekulájába. A kation pedig ionos, ill. kelátkötésben kapcsolódott a szerves anyaghoz.

Ha egy szénmezőhöz tartozó (azonos genetikai egység) szénösszlet különböző hamutartalmú mintáinak hamu- és nedvességelemzési mennyiségeit de-

rékszögű koordinátarendszerben ábrázoljuk, akkor a szén és a hamualkotó komponensek nedvességértékeire sokatmondó görbét kapunk. Ugyanis, ha a görbét a nedvességtengelyig extrapoláljuk, megkapjuk a szén nedvességtartalmát, míg ha a hamutengelyig extrapoláljuk, akkor a tiszta hamuadó elegyrészek nedvességtartalmát kapjuk meg.

A borsodi területet egyes aknáik hamuképző komponenseinek átlagos nedvességtartalma az 1. ábrán látható.

Karotázs-méréseket befolyásoló fizikai paraméterek

A paraméterek meghatározásánál laboratóriumban mért, illetve karotázs szelvényekből statisztikusan meghatározható és irodalmi adatokat használtunk fel.

Laboratóriumban meghatározott adatok:

égésmeleg (\dot{E}) kcal/kg-ban, hamu (h) %, nedvesség (n) %, térfogatsúly (ts).

Karotázs-szelvényből statisztikusan meghatározott és irodalmi adatok:

vezetőképesség (σ), agyag térfogatsúlya (ts_a), csak pórúsvizet tartalmazó meddő vázának térfogatsúlya (ts_k).

A laboratóriumi adatokból a térfogatsúly, hidrogén-koncentráció és vezetőképesség meghatározásához szükség van a

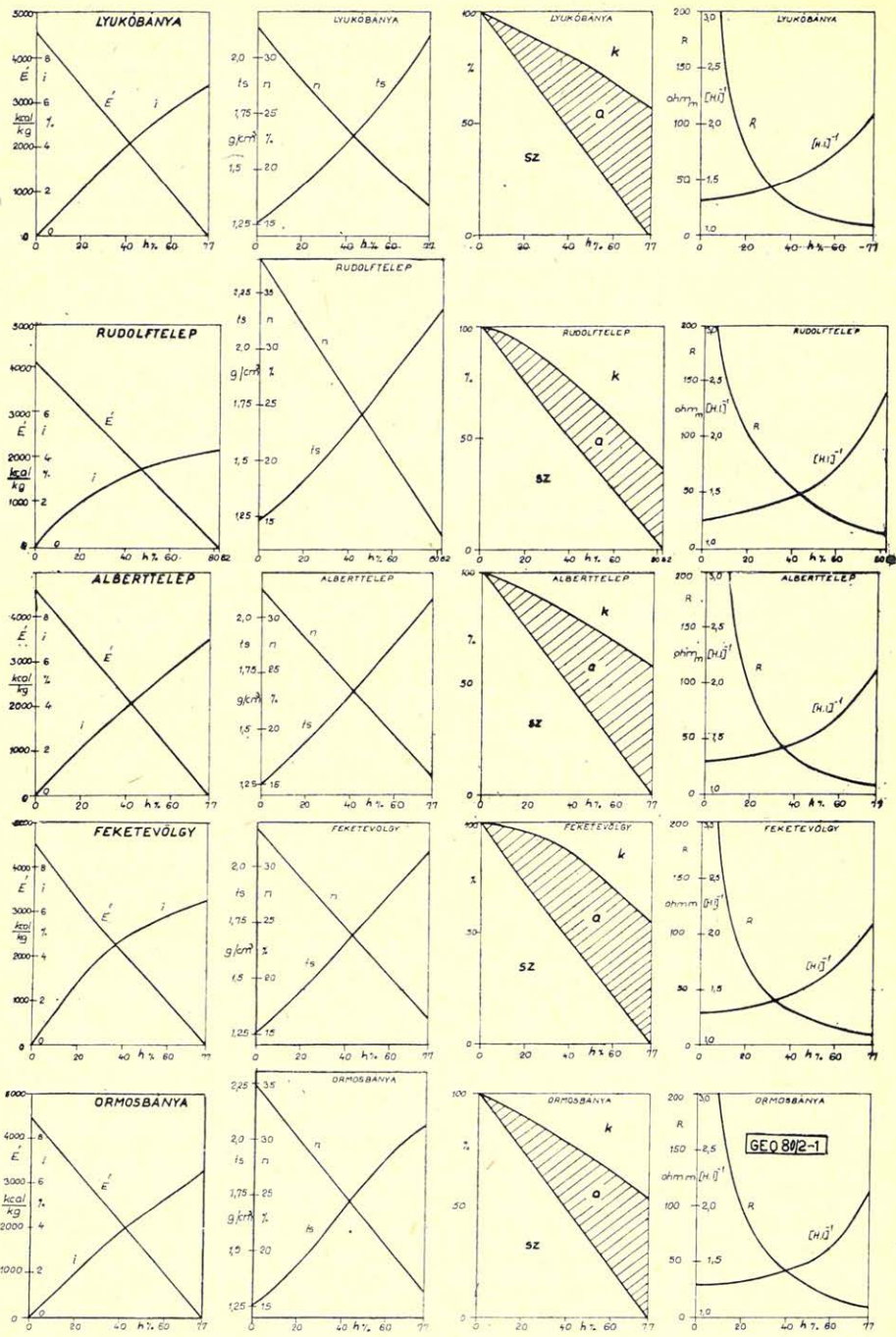
szerves éghető (\acute{e}) %, szervesanyag-nedvesség (n_{sz}) %, szervesanyag-nedvesség (n_m) %, szervesanyag izzítási veszteség (i) %, izzítási veszteséggel rendelkező meddő (a) % és csak pórúsvizet tartalmazó meddő (k) % ismeretére.

Térfogatsúly

Az egyes aknák szeneinél fajsúlyintervallumokra meghatározták a hamutartalmat, nedvességtartalmat és égésmeleget. A hamutartalom és fajsúlyintervallumok ismeretében felállítható egy hamutartalom-térfogatsúly összefüggés $h < 50\%$ -ra. Maximális hamutartalom mellett olyan feltételezéssel lehet a térfogatsúlyt meghatározni, hogy a csak pórúsvizet tartalmazó meddő szilárd vázának fajsúlya $2,66 \text{ g/cm}^3$, míg az izzítási veszteséggel rendelkező meddő elegyrész – mely 0% szerves anyag mellett már agyagnak tekinthető – térfogatsúlya $2,1 \text{ g/cm}^3$. Így (a)% és n_k ismeretében a meddő térfogatsúlya (ts_m) meghatározható. $h = 50\%$ és maximális hamutartalom között interpolálással határozhatjuk meg a térfogatsúlyértékeket. Az 1. ábrán látható az egyes aknákra vonatkozó $h\%$ – ts összefüggés.

Az egyes komponensek [szerves anyag (sz), (a) és (k)] térfogatsúlyát a következőképpen határoztuk meg:

ts_{sz} meghatározása a $ts - h\%$ grafikonból elvégezhető. ts_k meghatározható a váz térfogatsúlyából és a csak pórúsvizet tartalmazó meddő nedvességtartalma (n_k) alapján. ts_{sz} -t és ts_k -t állandónak vettük minden $h\%$ mellett. ts_a változik a hamutartalom függvényében. A rendelkezésre álló adatok analízise azt eredményezte, hogy az izzítási veszteséggel rendelkező meddő térfogatsúlya nő a hamutartalom csökkenésével, amit a vasszulfát-tartalom növekedése okoz.



I. ábra. A szén komponenseinek, valamint laboratóriumban és karotázás görbékből meghatározható adatainak változása a hamutartalom ($h\%$) függvényében

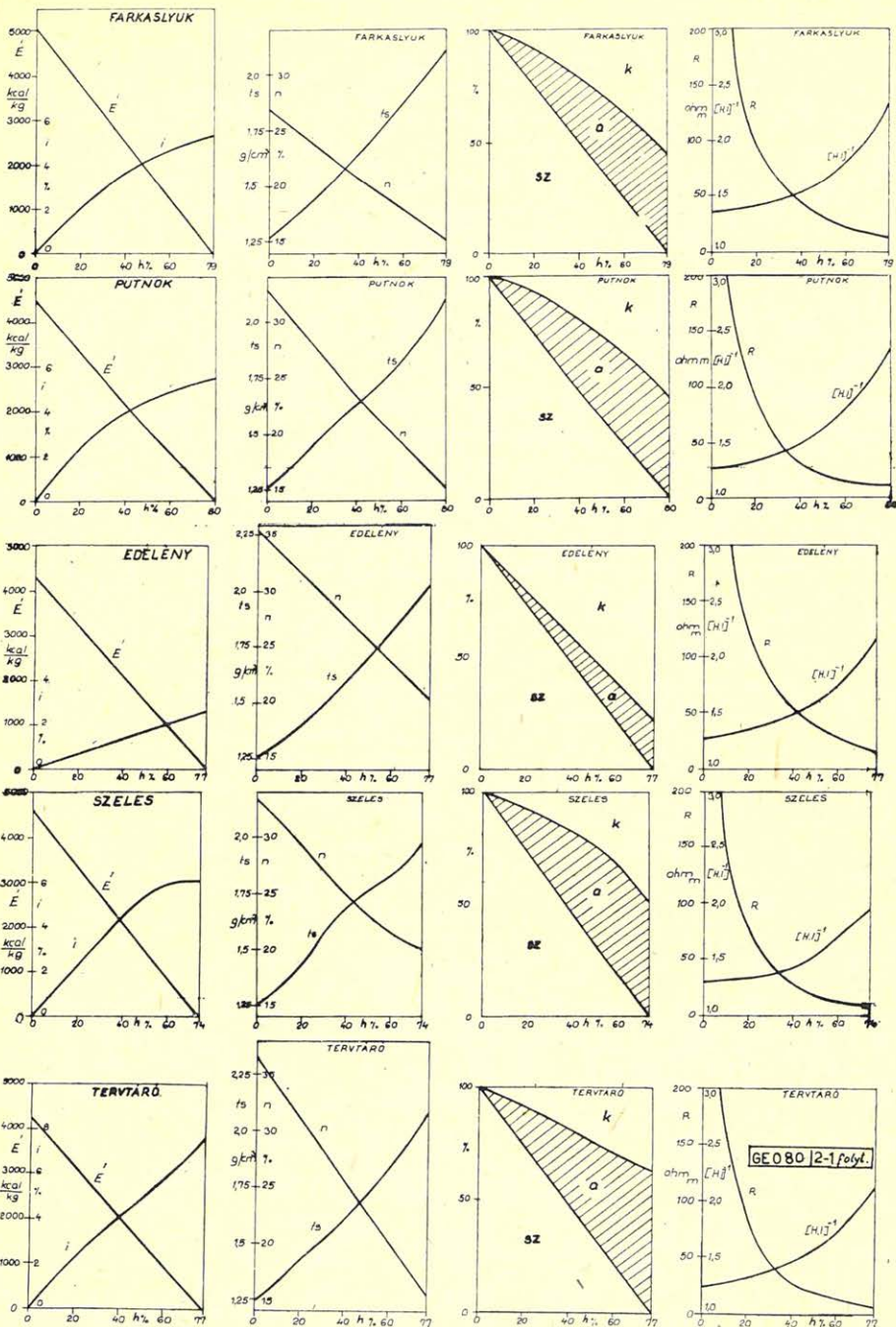


Рис. 1. Изменение компонентов угля и данных, определенных на основании лабораторных данных и каротажных измерений, в зависимости от содержания золы (h%).
 Fig. 1. Variation of coal components as well as of data as determined in laboratory and from well loggings in the function of ash content (h%)

Ahhoz, hogy meghatározhassuk a vezetőképesség hamutartalom szerinti változását, ismerni kell a három komponens térfogatszázalék szerinti összetételét.

$$sz = \acute{e} + n_{sz}$$

$$\acute{e} = \frac{\acute{E}}{\text{tisza szén égésmeleg (TÉ)}}$$

TÉ-t úgy határozzuk meg, hogy az égésmeleget felhordjuk a hamutartalom függvényében és $h = 0\%$ -ra extrapoláljuk, ami nedves szénre adja TÉ-t (TÉ_{sz}). Ebből

$$\text{TÉ} = \frac{\text{TÉ}_{sz}}{n_{sz}}$$

n_{sz} értékét úgy kapjuk meg, ha a nedvességtartalmat (n) a hamutartalom függvényében hordjuk fel és $h = 0\%$ -ra extrapoláljuk.

TÉ-h%, és $n-h\%$ összefüggések az 1. ábrán láthatók.

A szerves éghetőtartalom ismeretében meghatározhatjuk az anorganikus anyag izzítási veszteségét:

$$i = l - \acute{e} - h - n.$$

Az 1. ábrán látható az izzítási veszteség $h\%$ függvényében. Feltételezve, hogy (a) % izzítási vesztesége állandó,

$$(a) = \frac{i}{0,12}.$$

(a) és sz ismeretében k meghatározható

$$k = l - sz - (a)$$

A három komponens változása a hamutartalom függvényében az 1. ábrán látható.

A térfogatszázaléokra történő átszámítás a következő formula alapján történik:

$$sz(\text{térf.}\%) = sz \frac{ts}{ts_{sz}}.$$

A másik két komponensnél hasonlóan történik az átszámítás.

Az eredő elektromos vezetőképesség

$$\sigma = sz \cdot \sigma_{sz} + (a) \sigma_a + k \sigma_k,$$

ahol a szerves anyag vezetőképessége (σ_{sz}) = 0,001 mho/m, az izzítási veszteséggel rendelkező meddő vezetőképessége (σ_a) a vasszulfáttartalom függvényében 0,1 és 0,17 mho/m között változik és a csak pórusvízzel rendelkező meddő vezetőképessége (σ_k) a nedvességtartalomtól függően 0,02 és 0,04 mho/m között változik.

Hidrogén-koncentráció

n , ϵ és i ismeretében számítható a szén hidrogéntartalmának megfelelő víz térfogat %, a hidrogénindex (HI).

$$(HI) = (9 \cdot 0,048 \cdot \epsilon + n + i) \text{ ts}$$

a 0,048 szorzó faktor laboratóriumban, a borsodi szeneken meghatározott érték.

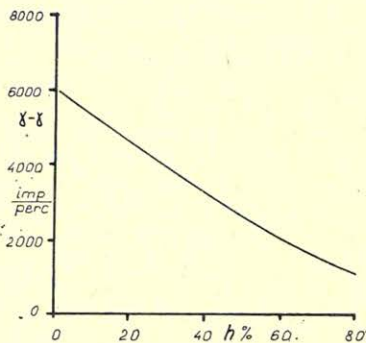
Fizikai paraméterek változásának felhasználása a karotázs-mérésnél és minőségmeghatározásnál

A három fizikai paraméter meghatározásához geofizikai módszereket alkalmazhatunk. Így a térfogatsúlyt $\gamma - \gamma$, a vezetőképesség reciprokát, a fajlagos ellenállást (R) ellenállás, míg a HI reciprokát $n - n$ szondával mért értékekből határozhatjuk meg. Az 1. ábrán láthatjuk az $R - h\%$ és $(HI)^{-1} - h\%$ összefüggéseket.

2. ábra. $(\gamma - \gamma) - h\%$ összefüggés Sajómerce 108. 2. telepére

Рис. 2. Зависимость $(\gamma - \gamma) - h\%$ для пласта Шайомерче 108. 2.

Fig. 2. Connection: $(\gamma - \gamma) - h\%$ for the Sajómerce 108. 2. bed.



GEC 80/2-2

Vizsgáljuk meg ezeknek a méréseknek pontosságát és felbontóképességét. E célból felhasználjuk a Putnok akna diagramjait és Sajómerce 108. sz. kutatófúrás karotázs-szelvényeit. Mivel a diagramok készítésénél csak a művelt 2. telep adatait használtuk fel, így a karotázs-szelvényből is csak a 2. telepnek megfelelő szakaszt vizsgáltuk.

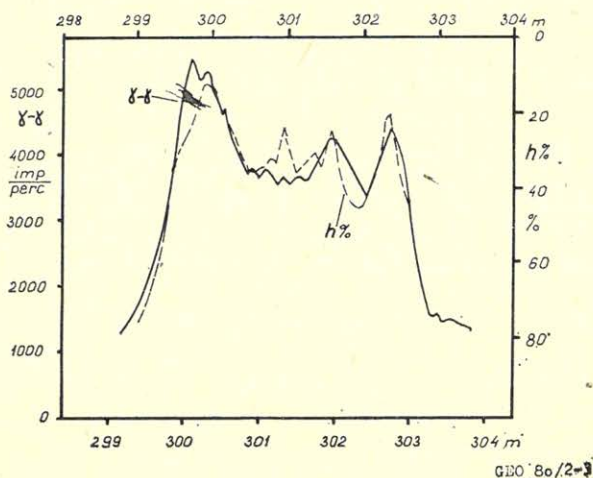
Térfogatsúly $(\gamma - \gamma)$ és térfogatsúly $- h\%$ összefüggések alapján számítható a $(\gamma - \gamma) - h\%$ összefüggés, mely a Sajómerce 108. sz. kutatófúrás 2. telepére vonatkozólag a 2. ábrán látható. Ebből leolvashatjuk a mérés érzékenységét is: 1% hamutartalom-változás 80 imp/perc $(\gamma - \gamma)$ intenzitásváltozásnak felel meg, ami megegyezik a statisztikus ingadozás nagyságával, így tehát a kimutathatóság alsó határa $\gamma - \gamma$ módszerrel 1% hamutartalom. A felbontóképessége, azaz hogy karotázsmérésnél milyen vastag réteg átlagát méri a $\gamma - \gamma$ szonda, 0,5 m-ben adható meg. Peldaképpen felhordtuk a hamutartalom 0,5 m-es átlagaiból számított görbét a felvett 38 cm szondahosszúságú $\gamma - \gamma$ szelvényvel együtt (3. ábra). Az egyezés feltűnően jó. Két helyen eltérés mutatkozik, mely az átlagképzésnél teljesen eltűnik. Az ábra felső szélén jelöltük

a fúrómagok által, míg az alsó szélén a karotázsmérés alapján megadott mélységléptéket. A kettő között 40 cm eltérés van, ami a fúrómagok mélységének a hibája. 3 m-es összlettel számolva a laboratóriumi adatokból

$$h_{\text{átl.}} = 28,4\%$$

míg a karotázs-szelvényből

$$h_{\text{átl.}} = 28,5\%$$



3. ábra. Laboratóriumi és karotázs adatok összevetése Sajómerese 108. 2. telepére

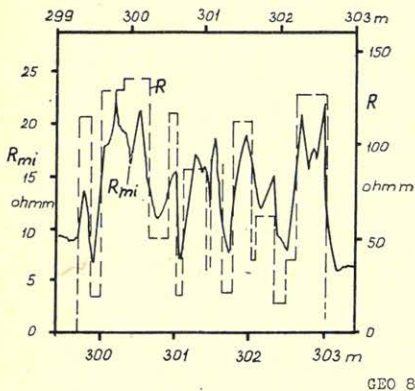
Рис. 3. Сравнение лабораторных и каротажных измерений для пласта Шайомерче 108, 2.

Fig. 3. Comparison of laboratory and well logging data for the Sajómerese 108. 2. bed.

Az elektromos vezetőképességnek a reciprokértékét mérjük ellenállássonddával. Ez a mért érték azonban csak látszólagos fajlagos ellenállás, amit erősen befolyásol az iszap és az iszappal átitatott zóna alacsony fajlagos ellenállása. A valódi fajlagos ellenállás meghatározásához laterológ vagy mikro-laterológ szondával kellene mérni. Jelenleg a karotázs-szelvényen 0,1 m-es potenciál, 2 m-es gradiens, valamint mikro-normál és mikro-inverz szondával felvett fajlagos ellenállásértékekkel rendelkezünk. A 0,1 m-es potenciál szondánál túl nagy az iszap hatása, a gradiens szondát nehéz értelmezni vékony változó fajlagos ellenállású rétegek esetében. Felbontóképesség és értelmezhetőség szempontjából a mikro-ellenállásgörbe használható legjobban a szenes összlet felbontására. A 4. ábrán az 1. ábra $R-h\%$ diagramja alapján felhordott valódi fajlagos ellenállás-szelvény (R) látható a 3,75 cm hosszúságú mikroinverz szondával felvett látszólagos fajlagos ellenállásgörbével (R_{mi}) együtt. A 40 cm-es eltérés itt is megfigyelhető. Szembetűnő a mikroszonda nagy felbontóképessége, ami 0,1 m körüli. Mikroellenállás- $h\%$ görbét szerkesztettünk a mért görbe alapján (5. ábra). A mikroszondával felvett látszólagos fajlagos ellen-

állásgörbe jól kiegészíti a $\gamma - \gamma$ görbe által adott információkat, mert 10 cm-es felbontással megadja a meddő-betelepüléseket, ami a $\gamma - \gamma$ görbén az átlagoló jellege miatt nem mutatkozik. Ha a 3 m-es szakaszra számítjuk az átlag fajlagos ellenállást, akkor az 5. ábra grafikonja alapján

$$h_{\text{átl.}} = 28,0\% \text{-nak adódik.}$$



4. ábra. Számított fajlagos ellenállás (R) és mért mikroellenállás (R_{mi}) összehasonlítása Sajómerce 108. 2. telepére

Рис. 4. Сравнение рассчитанного удельного сопротивления (R) и измеренного микросопротивления (R_{mi}) для пласта Шайомерче 108, 2.

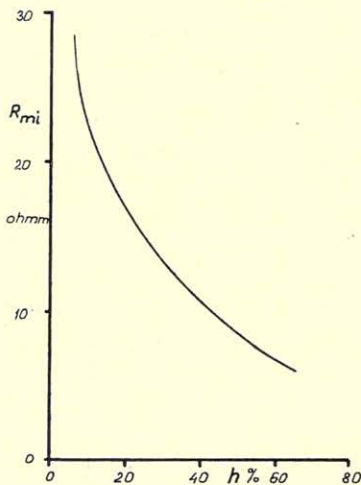
Fig. 4. Comparison of computed specific resistivity (R) and of measured microresistivity (R_{mi}) for the Sajómerce 108. 2. bed.

GEO 80/2-4

5. ábra. $R_{mi} - h\%$ összefüggés Sajómerce 108. 2. telepére

Рис. 5. Зависимость $R_{mi} - h\%$ для пласта Шайомерче 108,2

Fig. 5. Connection: $R_{mi} - h\%$ for the Sajómerce 108. 2. bed.



GEO 80/2-5

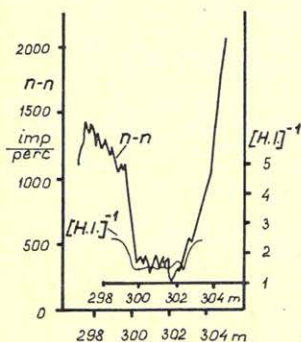
A hidrogénindex, mely a hidrogénkoncentrációra jellemző, két részből tevődik össze: a szén víztartalmából és az éghető szerves rész hidrogéntartalmából. A hidrogénindex reciprok értékének a hamutartalomtól való függése az 1. ábrán látható. Az R és $(HI)^{-1}$ görbe a kőzeteknél általában hasonló lefutású, kivéve a szenet, mert itt a legnagyobb fajlagos ellenállású komponens tartalmaz legtöbb hidrogént. Szén esetében tehát a $(HI)^{-1}$ görbe az elektromos vezetőképesség görbéjével hasonló lefutású. A 6. ábrán felhordtuk a Sajómerce 108. sz. fúrás 2. telepével szemben felvett $n - n$ görbét, illetve a fúrómagok laboratóriumi elemzéséből számított $(HI)^{-1}$ értékek 0,5 m-es átlagait.

A két görbe összehasonlításából látszik, hogy magas hidrogén koncentrációnál ($HI > 0,6$) a $n-n$ intenzitás a HI reciprokával arányos, míg alacsonyabb HI értékeknél ($HI < 0,6$) nagy az eltérés a reciprokérték és a $n-n$ intenzitás között. A 7. ábra szemlélteti félogaritmikus léptékben a $(HI)^{-1}$ és a $n-n$ intenzitás közötti eltérést különböző hidrogénkoncentrációknál. Közelítőleg mondhatjuk, hogy

$HI > 0,6$ -nál reciprokos, míg

$HI < 0,6$ -nál logaritmikus az összefüggés a HI és a $n-n$ intenzitás között.

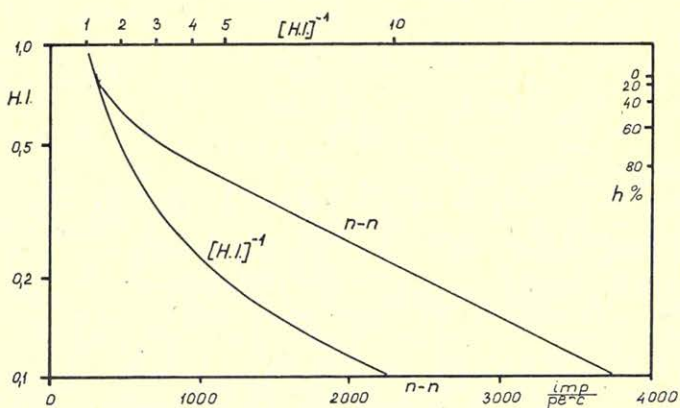
Az ábrán feltüntettük a $n-n$ intenzitás hamutartalomtól való függését is. Ebből látható, hogy a hamutartalom növekedésével nő a $n-n$ módszer érzékenysége. A megfelelő léptékben (1000 imp/perc = 7 cm) felvett $n-n$ görbe arra alkalmas, hogy kijelölje azt a szakaszt, ahol 0,5 m-es átlagokat tekintve a



6. ábra. Számított hidrogén-index (HI) reciprokértéke és mért $n-n$ görbe összevetése Sajómerce 108. 2. telepére

Рис. 6. Зависимость между обратной величиной рассчитанного водородного индекса (HI) и измеренной кривой $n-n$ для пласта Шайомерче 108. 2.

Fig. 6. Comparison of reciprocal value of computed hydrogen-index (HI) and of the measured $n-n$ curve for the Sajómerce 108. 2. bed.



GEO 80/2-7

7. ábra. $(HI)^{-1}$ és $n-n$ értékek közötti eltérés különböző hidrogén koncentrációknál Sajómerce 108. 2. telepére

Рис. 7. Расхождение между $(HI)^{-1}$ и величинами $n-n$ при различных концентрациях водорода для пласта Шайомерче 108. 2.

Fig. 7. Difference between $(HI)^{-1}$ and $n-n$ values in case of different hydrogen-concentrations for the Sajómerce 108. 2. bed.

szén hamutartalma < 40–45%. Jelentősebb a szerepe azoknál a szeneknél, ahol a hamu karbonátot tartalmaz, mint például a kréta-korú ajkai szén. Átlag hamutartalmat nem számíthatunk a $n-n$ görbéből, csak azt állapíthatjuk meg, hogy 3,3 m-es szakaszon 0,5 m-es átlagban a hamutartalom < 45%. Nagy hidrogénkoncentráció mellett az is lerontja a $n-n$ görbe megbízhatóságát, hogy a statisztikus ingadozás mértéke meghaladja, illetve 30–40% hamutartalom mellett megközelíti a minőség változásából adódó különbséget.

A geofizikai mérési eredmények és a laboratóriumi adatok összehasonlításából következik, hogy a szén minőségének meghatározására kutatófúrásban a kompenzált $\gamma-\gamma$ szondával történő mérés a legmegfelelőbb, mivel a lyukfal közeli bizonytalanságok kisebb hatással vannak erre a mérési rendszerre, mint a szelektív $\gamma-\gamma$ módszerre, ugyanis a kompenzált $\gamma-\gamma$ behatolása többszöröse a szelektív $\gamma-\gamma$ -énak. Bányában történő gyors minőségmeghatározásnál mérés-technikai és biztonsági okokból a lágy sugarak alkalmazása előnyösebb, így a szelektív $\gamma-\gamma$ eljárással kellene falhoz szorítva kísérleti méréseket végezni.

A fajlagos ellenállás- és $n-n$ mérés a kutatófúrásokban kiegészítő adatokat szolgáltat a szénminőség-változás, illetve alapadatokat szolgáltat a fedő és fekvő kőzet jellemzőinek meghatározásához.

Felbontás szempontjából kutatófúrásban is előnyösebb volna a szelektív $\gamma-\gamma$ alkalmazása, de a fentebb említett okok miatt kvantitatív adatok meghatározásához alkalmatlan. A szenes összetétel felbontására a mikro-ellenállás-szelvény alkalmas a kompenzált $\gamma-\gamma$ kiegészítéseként.

Borsodi szenek osztályozása paramétereik alapján

A vizsgálat tárgyát képező 10 akna szeneinek paramétereit a 2. táblázatban foglalhatjuk össze.

A táblázatban h_{\max} -mal jelöltük a meddő hamutartalmát, $h_{\text{átl.}}$ -gal az aknászén átlagos hamutartalmát, $h_{-1,8}$ -del az 1,8 alatti fajsúlyú szén átlagos hamutartalmát és $h_{m. gy}$ -vel a maximális gyakoriságú hamutartalmat. A fajlagos ellenállást (R_h) a maximális gyakoriságú hamutartalomra adtuk meg.

$T\bar{E}_{sz}$ értéke a szerves anyag minőségére jellemző szám.

A pH értékeket is figyelembe véve rangsorolhatjuk az egyes szenek szerves anyagát (sz). Így legjobb minőségűnek a farkaslyuki, míg leggyengébb minőségűnek a tervtároi adódik.

2. táblázat

Akna megnevezése	Telep-szám	T \bar{E}	n_{sz}	n_m	t_{sm}	h_{\max}	$h_{\text{átl.}}$	$h_{-1,8}$	$h_{m. gy}$	R_h
		kcal/kg	%	%	g/cm ³	%	%	%	%	ohm/m
Farkaslyuk	2	6910	26,8	15,0	2,10	79	24,8	14,2	12	145
Putnok	2	6790	33,0	15,0	2,10	80	22,5	15,0	12	145
Edelény	II.	6730	35,4	20,2	2,03	77	17,8	8,1	6	300
Szeles	IV.	6840	33,5	20,0	1,97	74	26,4	18,0	13	120
Tervtároi	IV.	6620	36,5	15,4	2,08	77	25,1	17,8	15	125
Lyukóbánya	IV.	6800	32,5	16,6	2,09	77	29,8	18,0	12	135
Rudolftelep	IV.	6750	38,0	13,2	2,16	82	13,2	10,7	9	155
Alberttelep	IV.	6850	32,5	15,6	2,08	77	27,7	18,8	15	130
Feketevölgy	IV.	6830	33,4	16,3	2,06	77	20,4	17,0	12	125
Ormosbánya	V.	6850	34,8	16,3	2,06	77	24,0	14,8	12	165

A szenesülés fokára jellemző a T \bar{E} , de ez önmagában nem dönti el a szén minőségét. Közrejátszik még a hamu- és nedvességtartalom (n_{sz}).

A 3. táblázat 6 akna szenére adja meg a szén nedvességtartalma és pH értéke közötti összehasonlítást. Jobb összefüggést kapunk azonban, ha a pH értékeket a nedves szénre vonatkozó tiszta szén égésmeleggel (T \bar{E}_{sz}) vetjük egybe.

3. táblázat

Akna megnevezése	pH	n_{sz} %	T \bar{E}_{sz} kcal/kg	a %
Farkaslyuk	6,55	26,8	5050	14
Putnok	6,97	33,0	4550	16
Lyukóbánya	7,00	32,5	4600	15
Alberttelep	—	32,5	4600	17
Szeles	—	33,5	4550	16
Feketevölgy	—	33,4	4550	20
Ormosbánya	—	34,8	4450	12
Edelény	7,05	35,4	4350	3
Rudolftelep	7,55	38,0	4200	10
Tervtáró	7,82	36,5	4200	17

A szervesetlen anyagtartalmat figyelembe véve az edelényi akna szene ad kiugró értéket. Az edelényi szén, mely II. telep, igen kis mennyiségben tartalmaz izzítási veszteséggel rendelkező meddőt, viszont a meddő nedvességtartalma ennek ellenére magas (1. ábra). $h_{-1,8}$ hamutartalom mellett a meddő izzítási veszteséget tartalmazó részének (a) súly % -át ugyancsak a 3. táblázat szemlélteti. E szerint a „legagyagosabb” szénnek a feketevölgyi tekinthető, míg „leghomokosabb”-nak az edelényi.

Amint azt már az előbbieken említettük, a meddő térfogatsúlya változik a hamutartalom függvényében a vasszulfát-tartalom változása miatt. Ezt figyelembe kell venni, ha a fajsúlyal arányos mennyiség alapján akarunk a hamutartalomra következtetni ($\gamma - \gamma$ karotázs). Ez a hatás legkisebb az edelényi, míg a legnagyobb a feketevölgyi szén esetében.

Meg kívánjuk jegyezni, hogy a 2. táblázatban Szeles akna meddőre vonatkozó adatai (n_m és ts_m) megbízhatatlanok. Ez látszik az 1. ábra $ts - h$ % és $n - h$ % görbéjén is. Ez azonban nem befolyásolja a szenekre vonatkozó megállapításainkat. Szeles akna esetében is megbízhatók viszont a szerves anyagra vonatkozó adatok.

IRODALOM

- Romwalter A.: Ásványszén kémia 1952.
 Szádeczky-Kardos E.: Szénközetan 1952.
 Winnacker-Küchler: Kémiai technológia 1962.
 Roselt G.: Die Entstehung der Weichbraunkohlen, Ursache der Kohlenqualitäten. Neue Bergbautechnik. 8. Jg. H. 4. 1978.
 Gibson J.: The 1977 Robens Coal Science Lecture: The constitution of coal and its relevance to coal conversion processes. Journal of the Institute of Fuel, 1978. jun.
 Skljar M. G.: A szén szerkezete és a sülés mechanizmusa. Előadás, „Szeneknek mint koksz- és formakokszgyártási alapanyagoknak értékelési módszerei.” Iskolaszeminárium, Moszkva 1979.
 Eggerszegi P.: Szénkarotázs információs anyagának bányászati célra történő feldolgozása. Magyar Geofizika XX. évf. 5. sz.

Könyvszemle

Barta György – Balázs Béla: Kozmikus fizika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1979. ELTE TTK, kézirat gyanánt. 216 old. Az *A* részben 50, a *B* részben 26 ábrával (Béll Béla közreműködésével).

A mű két részre oszlik. Az első (*A*) részben, az 5 – 118. oldalon a Föld fizikája szerepel Barta György, illetve a Légkör fizikája c. fejezetben (100 – 118 old.) Béll Béla tollából. A második rész tartalmazza az asztrofizika elemeit (119 – 212 old.); ennek a résznek szerzője: Balázs Béla.

Az *A* rész bevezetésében a következő definíció olvasható a „kozmosz fizika” számára: „Kozmikus fizika alatt a fizikának az emberi méreteket sok nagyságrenddel meghaladó tér-, idő- és tömegjelenségekkel foglalkozó ágát értik. Tárnya tehát: a geofizika és a csillagászat”. Persze itt a vezető gondolat az, hogy a legáltalánosabb értelemben vett fizika magában foglalja a kozmikus fizikát és így a geofizikát és a csillagászatot is. De már a könyv második fejezetének nevében is „asztrofizika” szerepel, bár a bevezetés szövege „csillagászat”-ot emleget, nincs tehát szigorúan elválasztva a csillagászat és az asztrofizika tartalma, ami az általános szó- és fogalomhasználatot nem egészen fedi. A második rész tartalma azonban tiszta asztrofizika.

A könyvben feldolgozott anyagról a tartalmi áttekintés tájékoztat:

A) A Föld fizikája

- I. A Föld gravitációs erőtere (9 – 45. old.)
- II. A Föld mágneses tere (46 – 76. old.)
- III. Földrengések és a Föld belső szerkezete (77 – 99. old.)
- IV. A légkör fizikája (100 – 118. old.)

B) Az asztrofizika elemei

Bevezetés (119 – 123. old.)

- I. A megfigyelések fizikai alapjai (124 – 132. old.)
- II. A világmindenség szerkezetének rövid áttekintése (133 – 174. old.)
- III. A csillagok állapotatórózói (175 – 191. old.)
- IV. A csillagok belső szerkezete (192 – 197. old.)
- V. A csillagok keletkezése és fejlődése (Csillagkozmozgónia) (198 – 203. old.)

A könyv egyrészt alapvető ismereteket ad (bár nem akar általános tankönyv lenni a felöltet tudományágak számára), másrészt behatóan tárgyalja a legújabb felfogásokat, tartalmazza a szerzők vizsgálati eredményeit. Így igen jó tájékozást nyújt a tudományágak mai fejlődési fokáról.

Geophysical Observatory Reports of the Geodetic and Geophysical Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 1978. Sopron 1970. Observatory of Nagyecnk.

A kötet négy fejezetben (I. Földdiáramok, II. Földmágnesség, III. Légköri elektromosság, IV. Ionoszféra) táblázatszerűen adja az 1978 évben végzett észlelések eredményeit a szükséges szöveges magyarázatokkal együtt (angol nyelven).

A MÁELGI 1978. évi jelentése. 208 old., 67 (részben színes műmelléklet jellegű) ábra. Szerkesztő: Sz. Kilényi Éva, összeállította: Nagy Magdolna, grafikai szerkesztő: Németh Lajos. Budapest, Egyetemi Nyomda, 1979.

A kötet a 11 – 107. oldalon magyar nyelven adja a beszámolót és ez a rész tartalmazza az ábrákat is. A 111 – 154. oldalon az angol, a 155 – 204. oldalon az orosz nyelvű fordítás szerepel.

A tartalmi beosztás váza: 1. Földtani kutatások. 2. Módszer- és műszerkutatás. 3. Földfizikai kutatások. A végén: Függelék, könyvtári szolgálat, kiadványok.

Mint érdekességet említhetjük meg, hogy a Módszer- és műszerkutatási fejezetben csak szeizmikus, geoelektromos és mélyfűrészi témák szerepelnek, gravitációs és mágneses módszerek nem. Ilyenekről csak a Földfizikai kutatások fejezet szól.

Lapszemle

Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 112. évf. 2. Különszám, 1979 nov. (A Központi Bányászati Fejlesztési Intézet Közleményei, XXIII. évf. 2. sz.)

A különszám a Központi Bányászati Fejlesztési Intézet szervezetét, munkáit mutatja be. A geofizika szerepével kapcsolatban *Dr. Schmieder Antal* a „Geotechnikai tudományos kutatások” (K107–K112. old.) c. fejezetben a következőket mondja: „A geofizika helye és szerepe intézetünk tevékenységében most van kialakulóban, bár eddig is folytak geofizikai vizsgálatok és fejlesztések. A mérnökgeológiai osztály kezdeményezte azt a fejlesztést, mely alkalmassá tette a karotázis-gyakorlatban használatos elektromos és nukleáris műszereket arra, hogy a képződmények – különösen az agyagos és homokos kőzetek – in situ települései állapotának megfelelő fizikai és mechanikai jellemzőit fúróluk-szelvényezéssel folyamatosan meghatározzuk.” – „Jelenleg a bányászati geofizikai módszerek fejlesztésén dolgozunk...”. – „Új bányászati geofizikai módszerként adaptáljuk az elektromos és szeizmikus módszereket, továbbá kiemelten kezeljük a vízveszélyes vetőzónák geofizikai felkutatását”.

Földtani Közlöny T. 109., No. 3–4. 1979.

Dank Viktor: Társadalmi szervezetek az ásványi nyersanyagokért, 313–318. old.

Fülöp József: A földtani kutatás helyzete és feladatai, 319–326. old.

Dank Viktor: A bányaföldtan szerepe a bányászatban, 349–353 old..

Pólai György: A bányaföldtani és bányabeli geofizikai munkák szerepe a gázkitörésvészély elhárításában, a bányabeli fúrások kutatások feladata és lehetősége a mecseki kőszénmedencében 445–448. old.

Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 113. évf., 3. sz. 1980 március

Gidai László: A Vértes-hegység nyugati előterében végzett eocén kőszénkutatás, 196–200. old.

Az Oroszlányi Szénbányák kimerülőben levő szénvagonának pótlására 1972–77-ben Kocs-Szend-Szák-Csép-Császár-Dad-Kömlöd-Környe-Tata térségében a földtani térképezésen kívül komplex geofizikai méréseket végeztek és több mint 20 fúrást mélyítettek le.

A cikk az eddigi kutatási eredmények alapján megállapítja, hogy Kocs-Dad-Császár-Szend térségében művelő eocén kőszénvagonra nem lehet számítani és így a további kutatás nem indokolt.

T. G.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Габор Сигети</i> : Применение метода конформного отображения для исследования электрического поля над полущилиндром, выступающим из подошвы бесконечного сопротивления, возбужденного линейным источником постоянного тока	121
<i>Л. Ференци</i> : Определение глубины залегания и размеров приповерхностных пустот с помощью геоэлектрического дипольного профилирования	134
<i>Др. Пал Эгерсеги – Бела Тот</i> : Исследование факторов, влияющих на качество каменных углей в первую очередь в целях их выявляемости каротажными методами.	143
Обзор журналов и книг	142, 159, 160

CONTENTS

<i>G. Szigeti</i> : Application of the method of conform transformation for the determination of electric field over a half cylinder emerging from a basement of infinite resistivity, generated by a direct current linear source	121
<i>L. Ferenczy</i> : Determination of depth and dimension of nearsurface cavities by means of geoelectric dipole profiling	134
<i>P. Egerszegi – B. Tóth</i> : Study of factors influencing the quality of coals first of all from the point of view of possibility of detection by means of well logging methods	143
Reviews of periodicals and books	142, 159, 160

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 429-350. Levélcím: 1906 Budapest. Pf. 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

80.544. Állami Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Bresztovszky Péter igazgató

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507

Holol