

Alkalmazhatók-e geostatistikai módszerek magnetotellurikus mérések kiértékelésében?¹

LESTÁK FERENC², NAGY ZOLTÁN³, THUMA ATTILA³, UNGER ZOLTÁN²

A szerzők ezúttal geofizikai paraméterekre próbálták alkalmazni a geostatistika módszereit, keresve a választ a címben megfogalmazott kérdésre. Megállapítottuk, hogy ezen mérés jellemzi a természetes erőteret és ez ugyanakkor nagy változékonyságot is mutat, amely geofizikai anomáliákhoz kötődik.

Krigelt paraméter térképeket is szerkesztettünk, amelyek közül egyet be is mutatunk, válaszként a megfogalmazott kérdésre.

F. LESTÁK, Z. NAGY, A. THUMA, Z. UNGER: Are Geostatistical Methods Practically Applicable in Evaluating MT Measurement?

Authors of this paper would like to give an outline on the application of geostatistical analysis for geophysical parameters, wondering about the question in the title above. To start with, we studied distributions and entropies of certain parameters and made semivariogram analysis using up at 1kHz frequency and from a particular area. We deduced that this measurement was relevant for the natural magnetic field nevertheless it presents a great deal of variability connected with geophysical anomalies proven before.

We constructed several kinds of maps for the distributions of parameters, by means of linear estimation i.e. kriging. As an answer for our starting question, we are presenting only one of them as a sample.

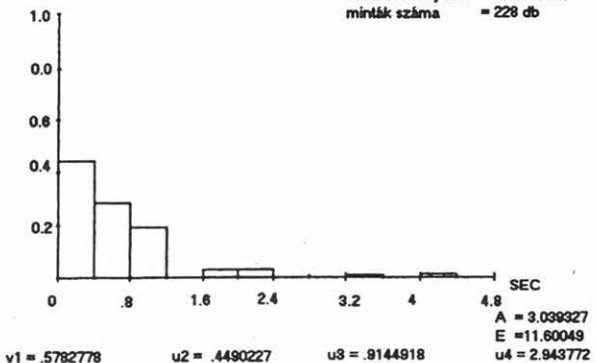
Cikkünkben egy integrált szakági együttműködésről számolunk be, amely a MOL Rt. KTÁ. Erőter Geofizikai Csoport és a Magyar Bányászati Hivatal Ásványvagyon Gazdálkodási Főosztály közös team-jének az eredménye. Vizsgálataink a MT mérések kiértékelését segítő geostatistikai módszerek alkalmazhatóságára irányultak, miközben kettős cél vezérelt bennünket:

- a Magyar Bányászati Hivatal saját fejlesztésű lelőhely értékelő geostatistikai programjainak tesztelése geofizikai adatokkal (ennek egyik eredménye ezen magnetotellurikus mérések ilyen jellegű vizsgálata),
- egy adott kutatási területen végzett MT mérések paraméterértékeinek vizsgálata a geostatistika módszereivel.

Adatbázisunkat úgy állítottuk össze, hogy a mért 32 frekvenciából egyelőre kiválasztottuk azt a frekvenciatartományt, amelyek a CH-kutatásra vonatkozó mélységekre hordoznak információkat. E helyt csupán az alsópannon, miocén mélységtartományra jellemző, 1 Hz-hez közeli frekvencián mért paraméterekre térünk ki. A kutatási terület 228 mérési pontot és a vizsgált adatbázis 27 paramétert tartalmaz: a látszólagos fajlagos ellenállást, a fázist, az impedanciát és a vezetőképességet, valamint az ezekből matematikailag származtatott mennyiségeket [NAGY 1988, NAGY 1990].

Az eloszlásvizsgálatok céljából empirikus hisztogramokat szerkesztettünk [UNGER 1992], ennek során néhány paramétert kivontunk az adatbázisból,

STAT18 F=0.9375 Hz
Tmin yx
hisztogram



1. ábra. A Tmin paraméter hisztogramja
Fig. 1. The histogram of the Tmin parameter

ugyanis ezek hisztogramja széteső volt (1. ábra). Végül 25 paraméter hisztogramját sikerült elméleti sűrűségfüggvénnyel közelíteni, miután a 3-szoros szórási értékével kiszűrjük az adatbázisból az extrém értékeket. Ezzel a minták száma csak 2-3%-kal csökkent, tehát a statisztikailag szükséges mintaszám megmaradt. Volt olyan paraméter, ahol az említett-nél több érték esett ki, de így is 200 fölött maradt az

¹ Elhangzott a 22. Geofizikai Vándorgyűlésen, 1993. szeptember 9-én

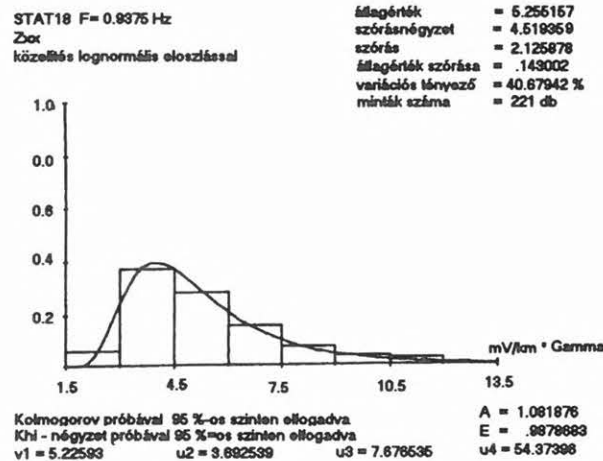
² Magyar Bányászati Hivatal, H-1055 Budapest, Markó u. 16.

³ MOL Rt. KTÁ. Erőter Geofizikai Csoport, H-1039 Budapest, Batthyány u. 45.

adatok száma. A kieső értékek további, más jellegű — nem statisztikai — vizsgálatok tárgyát képezik.

A paraméterek elméleti közelítései lognormális, tükrözött lognormális és normális eloszlást mutattak. Hipotézis vizsgálataink, a Kolmogorov- és Khi-négyzet próbák, a közelítéseket 95%-os szinten elfogadták.

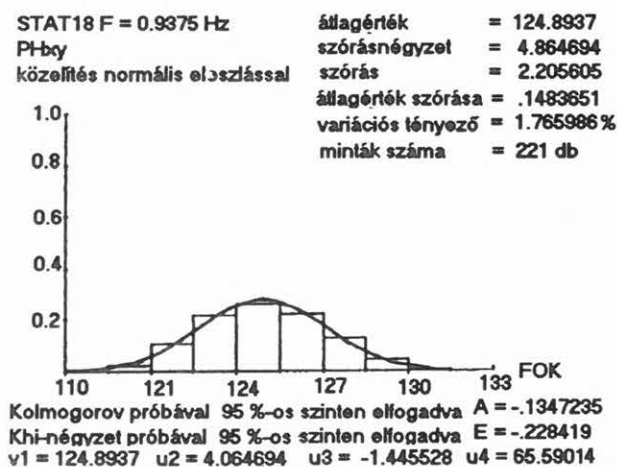
Az *impedancia* paraméterek eloszlásai mind lognormális típusúak és egymáshoz hasonló statisztikai jellemzőkkel rendelkeznek. Példaként a Z_{xx} mellékimpedancia paraméter sűrűségfüggvényét mutatjuk be (2. ábra).



2. ábra. A Z_{xx} paraméter histogramjának lognormális közelítése

Fig. 2. The histogram of the Z_{xx} parameter approached by lognormal distribution

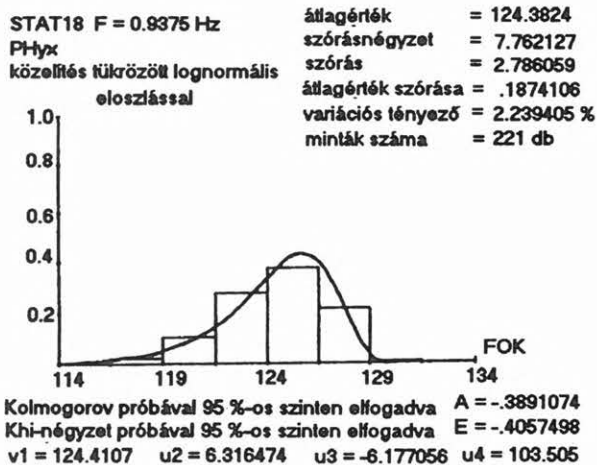
Gauss-típusú eloszlással talákoztunk a következő két paramétercsaládnál. A *vezetőképesség*, valamint a *fázis* és ezek származtatott paraméterei kizárólag normális eloszlásúak. Példaként a PH_{xy} fázisösszetevő histogramját mutatjuk be (3. ábra). A fázis



3. ábra. A PH_{xy} paraméter histogramjának normális közelítése

Fig. 3. The histogram of the PH_{xy} parameter approached by normal distribution

esetén csupán egy esetben talákoztunk a normálistól eltérővel, tükrözött lognormális eloszlást mutatott a PH_{yx} (4. ábra). Ebben az esetben is megállapíthatók voltak a nagyon közeli statisztikai mérőszámok, a PH_{xy} és PH_{yx} fázis összetevőkre az *entrópiavizsgálat* kimutatta, hogy az információtartalomban csupán 1% a különbség, az eltérő típusú eloszlások ellenére [UNGER 1992]. Megállapítható, hogy a



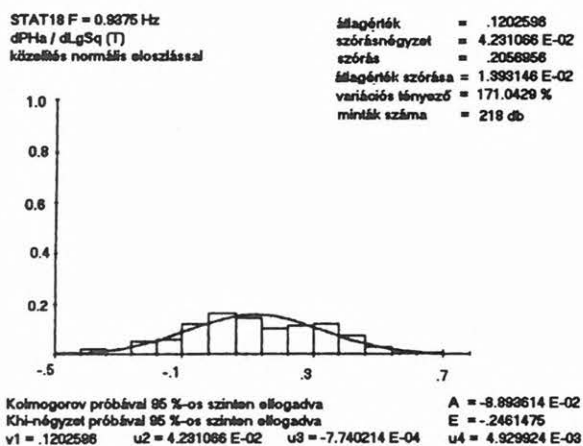
4. ábra. A PH_{yx} paraméter histogramjának tükrözött lognormális közelítése

Fig. 4. The histogram of the PH_{yx} parameter approached by symmetric lognormal distribution

mintavételezés megfelelő volt, a paraméterek értékei valóban jellemzik a mért természetes geofizikai erőteret.

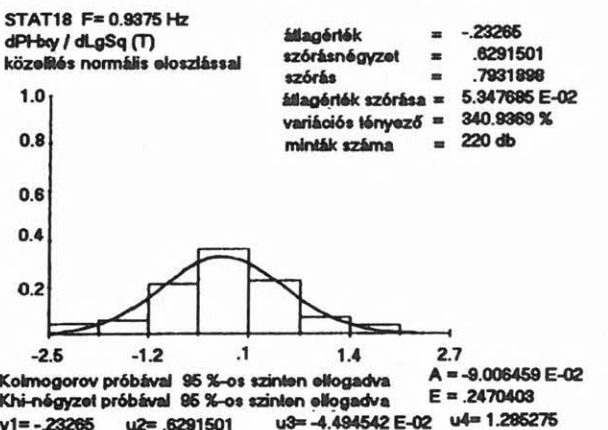
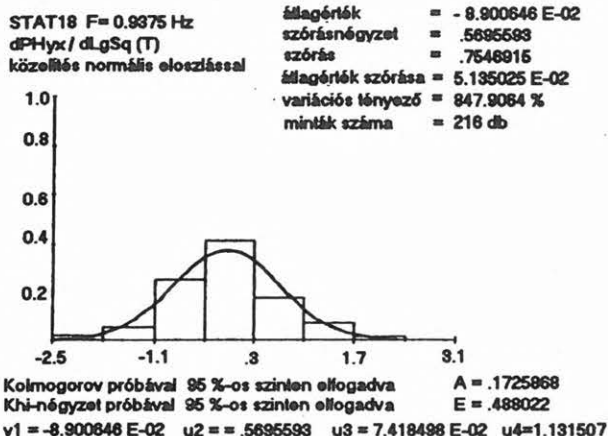
Ugyanez elmondható a PH_{min} paraméterekre is, de felhívjuk a figyelmet a fázis derivált átlag histogramjára, amelyen két populáció jelenik meg (5. ábra).

Ha megvizsgáljuk a *fázis derivált xy* és *yx* statisztikai jellemzőit, érthetővé válik a két populáció az



5. ábra. A $dPH_a/dLgSq(T)$ paraméter histogramja

Fig. 5. The histogram of the $dPH_a/dLgSq(T)$ parameter



6. ábra. A $dPHxy/dLgSq(T)$ és a $dPHxy/dLgSq(T)$ paraméterek histogramjainak közelítése normális eloszlással

Fig. 6. The histograms of the $dPHxy/dLgSq(T)$ and the $dPHxy/dLgSq(T)$ parameters approached by normal distribution

eltérő várható értékek miatt (6. ábra). Megjegyezzük, hogy a fázis derivált átlag a $PHxy$ és $PHxy$ fázisösszetevők átlagának deriváltja [NAGY 1988].

Az első vizsgálatcsoport utolsó lépése a félvariogramok elemzése volt [FÜST 1990]. Ebben az esetben a teljes adatbázisra végeztük a vizsgálatot.

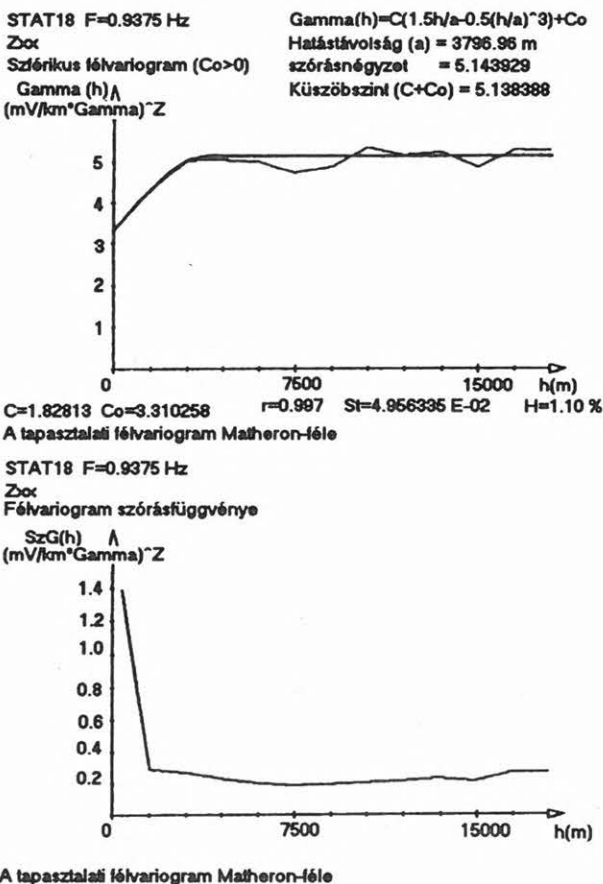
Példaként az Zxx impedancia paraméter ábráját mutatjuk be (7. ábra). A Matheron tapasztalati félvariogramot $C_0 > 0$ szférikus elméleti félvariogrammal közelítettük, ahol a közelítés szoros, $r=0,997$. A többi paraméter empirikus félvariogramjaira a közelítés regressziós együtthatója hasonlóan magas volt. A hatástávolságok paraméterről paraméterre változnak, de a paraméterek félvariogramjának szórásfüggvényei egy érdekes jelenséget mutattak. (A félvariogramok szórásfüggvénye a félvariogramban szereplő pontpárok átlagérték-szórásait szemlélteti [FÜST 1990].)

A fentebb már említett Zxx impedancia paraméterrel szemléltetve — de kivétel nélkül bármelyik másal is szemléltethetnénk — észrevehető, hogy vára-

kozásunkkal ellentétben, a félvariogram szórásfüggvénye meredeken leszálló ággal indul (7. ábra). Ez azt jelenti, hogy magas azon egymáshoz közeli pontpárok száma, amelyek nagyon eltérő értékekkel rendelkeznek. Így az említett Zxx paraméter hatásterületi ellipszise elfogadhatatlan, pedig látszólag felhasználhatónak tűnik (8. ábra). Az iránymenti félvariogramok hatástávolságai mind az ellipszisre esnek és a hatásterületi ellipszis területe közel azonos az irányfüggetlen hatásterületi kör területével.

Ha ez a jelenség csupán egy-két paraméter esetén fordulna elő, akkor adat-, mérési, esetleg számolási hibának tulajdonítanánk. Mivel több mint 20 paraméternél fordul elő a jelenség (és ez csak egy adott frekvencián mért adatokra történt), joggal feltételezzük a más természetű magyarázatot, legyen az tektonikai, gáz-olaj-víz fázishatár stb.

Így el is jutottunk a vizsgálatunk második csoportjához, azaz megvizsgáljuk, hogy használhatók-e ezen eredmények egy adott terület geológiai-geofizikai modelljének pontosítására?

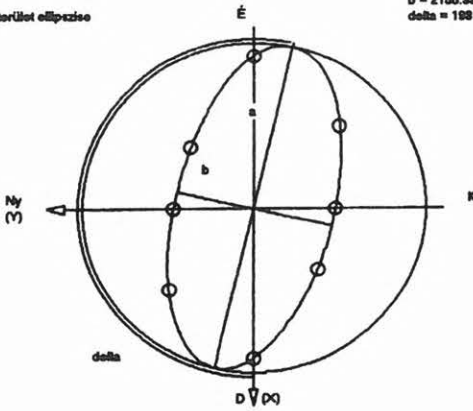


7. ábra. A Zxx paraméter félvariogramja és a félvariogram szórásfüggvénye

Fig. 7. The semivariogram and its function of scattering for the Zxx parameter

STAT18 F=0.8875 Hz
Zoc
A hatásterület ellipszise

a = 4693.43 m
b = 2155.33 m
delta = 188 fok



8. ábra. A Zxx paraméter hatásterületi ellipszise
Fig. 8. The orientation of the range ellipse for the Zxx parameter



9. ábra. A paraméterek egyik krigelt térképe
Fig. 9. One of the maps obtained by kriging

A válasz egyértelműen *IGEN*, és csupán a szemléltetés kedvéért a szűrt paraméterek standardizált átlagának krigelt térképét (9. ábra) mutatjuk be. Ezen több anomália azonosítható. Ezeknek a geofizikai és azután geológiai kiértékelése további izgalmas feladatot jelenthet.

Végezetül pedig szeretnénk hangsúlyozni, hogy ezen feldolgozás csupán egyetlen frekvencia paramétereire történt. Egy adott terület ilyen jellegű teljes elemzéséhez a többi frekvencián mért adatokat is be kell vonni.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetünket kifejezni ESZTÓ Péter elnök úrnak, FÜST Antal elnökhelyettes úrnak a Magyar Bányászati Hivataltól, valamint SZALÓKI István úrnak, a MOL Rt. vezérigazgató-helyettesének, akik a dolgozatban felhasznált adatok feldolgozásához és közléséhez hozzájárultak.

HIVATKOZÁSOK

- FÜST A. 1990: Geostatistika. Kézirat. Budapest
NAGY Z. 1988: Mesterséges térforrású elektromágneses kutatómódszerek és inhomogén forrásterhatások. Kézirat. Budapest
NAGY Z. 1990: Szénhidrogéntelepek kimutatása geoelektromágneses módszerekkel, Kézirat — tanfolyami jegyzet. Miskolc
UNGER Z. 1992: Egy szénhidrogén mező mélyfúrási és telepadatainak geostatistikai feldolgozása és földtani kockázatra vonatkozó elemzése. Magyar Geofizika, 33, 127-142