

A magnetotellurikus impedancia-tenzor polárdiagramjai használatának földtani jelentése

TAKÁCS ERNŐ

A tanulmány a bemeneti impedancia és a horizontális impedancia különböző frekvenciasávokra szerkesztett polárdiagramjainak $-\frac{|E^o|}{|H^o|}(\alpha)$, illetve $\frac{|E^o|}{H_z}(\alpha)$ – együttes vizsgálatából leolvasható földtani információt tárgyalja. Megállapítja, hogy a szerkezeti egységek lehatárolásában és a kvantitatív értelmezéshez szükséges szerkezeti modell felismerésében alapvető szerepük van.

В работе рассматривается геологическая информация, получаемая при совместном изучении соотношений $\frac{|E^o|}{|H^o|}(\alpha)$ и $\frac{|E^o|}{|H_z|}(\alpha)$ полярных диаграмм входного импеданса и горизонтального импеданса, построенных для различных частотных диапазонов. Эта информация играет значительную роль в описании структур и в создании модели строения, необходимой для количественной интерпретации данных.

Es werden die geologischen Informationen behandelt, die sich aus der simultanen Betrachtung der Polardiagramme $-\frac{E^o}{H^o}(\alpha)$, bzw. $\frac{E^o}{H_z}(\alpha)$ –, die für die Eingangsimpedanz bzw. Horizontalimpedanz verschiedener Frequenzbänder herzustellen sind, ergeben. Es wird festgestellt, dass diese bei der Abgrenzung der Struktureinheiten und im Erkennen des zur Quantitativen Interpretation benötigten Modells eine grundlegende Rolle spielen.

1. Bevezetés

A hazai alkalmazott magnetotellurikus kutatások jelenleg a harmadkori medencealjzat reliefjének, közettani megváltozásának, csapás- és dőlésviszonyainak meghatározását lehetővé teszik. A mélységet illetően a kvantitatív értékelés fázisa a rövid periódusidejű változások ismeretének hiánya miatt – amelyek mostani műszereinkkel nem mérhetők – általában nem érhető el. Nincs lehetőség a fedőösszlet tagolására sem. A kvantitatív értelmezés másik akadályá a laterális inhomogenitások eddig egyértelműen nem tisztázott hatása.

Azonban a módszer az említett, átmeneti korlátok mellett is sok új adatot szolgáltatott hazánk földtani szerekezeiteiről. Vitathatalan érdeme, hogy olyan mélységintervallumban egészíti ki a részletező szeizmikus mérések adatait, ahol azok nagyon összetetté, nehezen értelmezhetővé válnak és más módszerektől sem várható segítség.

A felhasználásra kerülő legrövidebb periódusidejű – 15–20 sec – elektromágneses térerősség-változások a Magyar Medence területén nagy behatolási mélységük miatt általában a medencealjzat és a fedőösszlet együttes hatását mutatják. A felszínen mért térerősség a különböző réteghatárokról visszavert és a primér, beeső hullám összetett szuperpozíciójának eredője. Tekintve, hogy a szerkezetekhez képest különböző polarizációs irányú hullámokra eltérő a visszaverődés és a tér polarizációja változó, egy-egy frekvenciasávra a bemeneti impedancia polárdiagrammal adható meg. Ennek a frekvenciától függő alak- és irányváltozása, valamint területi eloszlása értékes információkat nyújt a szerkezeti viszonyok megváltozásáról laterális és vertikális értelemben is. Nevezetesen, tükrözi a különböző szerkezeti elemek relatív térbeli helyzetét. Lényegében tehát a polárdiagramok frekvenciától és helyétől függő torzulásai alapján a szerkezeti egységek lehatárolhatók, aminek a hazai változékony földtani viszonyok között nagy jelentősége van.

Néhány év óta a magnetotellurikus adatok feldolgozásában az impedancia-tenzor teljes meghatározására törekszünk és nem elégszünk meg a mérési irányoknak megfelelő frekvenciaszondázási görbék kiszámításával [1]. A tapasztalatok azt bizonyítják, hogy így — különösen háló szerinti mérésnél — jelentős többletinformáció szerezhető.

A tanulmányban a polárdiagramok információ-tartalmának alapelveit tárgyaljuk, majd néhány mérési eredményen szemléltetjük használhatóságukat.

2. Elméleti alapelvek

2.1. A földtani információ a felszínen mérhető elektromos (E) és mágneses (H) térerősségekből számítható impedancia-tenzorban tárolódik, ami lényegében ezen terek közötti összefüggést fejezi ki és az egyes térerősségkomponensekre kiírva az alábbi, ismert módon adható meg:

$$\begin{aligned} E_x &= Z_{xx} H_x + Z_{xy} H_y, \\ E_y &= Z_{yx} H_x + Z_{yy} H_y, \end{aligned} \quad (1)$$

ahol E_x , E_y , H_x és H_y az elektromos és mágneses térerősségnek tetszőleges x és y tengely szerinti összetevői; Z_{xx} , Z_{xy} , Z_{yx} és Z_{yy} pedig az impedancia-tenzor komplex koefficiensei, amelyek a frekvenciától, a fajlagos ellenállás-eloszlástól és a koordinátarendszer orientációjától függenek.

Az impedancia-tenzor összetevői egy-egy szűkebb frekvenciasávra az ún. impedancia-ellipszist határozzák meg, melynek kiszámítására több eljárást ismerünk [2]. Az impedancia-ellipszist főtengeleyeivel és azok orientációjával jellemezhetjük. Ismeretében látszólagos fajlagos ellenállás-ellipszisek is számíthatók.

Vizsgálatainkba bevontuk a mágneses pulzációk vertikális összetevőjét (H_z) is és ennek az elektromos térrel való összefüggését elemeztük a

$$H_z = Y_{zx} E_x + Y_{zy} E_y \quad (2)$$

alakban, ahol Y_{zx} és Y_{zy} a horizontális admittancia komplex összetevői.

(1) és (2) a térösszetevők legáltalánosabb kapcsolatát fejezi ki. Az alábbiakban néhány speciális esetet vizsgálunk meg abból a célból, hogy az impedancia-ellipszis alakulásából következtetéseket tehessünk a földtani felépítésre.

2.2. A legegyszerűbb modell a horizontálisan homogén, vízszintes településű rétegsor. Ilyenkor a tetszőleges orientációjú H térerősség-komponens a rá merőleges irányú E -komponenssel egy skaláris impedancia útján függ össze, tehát

$$\begin{aligned} E_x &= Z_{xy} H_y \\ E_y &= Z_{yx} H_x \end{aligned} \quad (3)$$

és $Z_{xy} = Z_{yx}$, valamint $H_z = 0$.

A behatolás mélységéig horizontálisan homogén rétegsor fölött tehát a bemeneti impedancia értékét a dőlés irányával α szöget bezáró elektromos vektor irányába felhordva kör alakú — $Z(\alpha)$ — polárdiagramot kapunk és a mágneses térnek nincs vertikális összetevője. Ez utóbbi teljesülése lényeges, mert $Z(\alpha)$

köralakot horizontálisan inhomogén szerkezet fölött is felvehet, ilyenkor azonban van H_z összetevő is.

2.3. Vizsgáljuk meg a kétdimenziós, horizontálisan inhomogén, de konkordáns szerkezeti elemekből felépített rétegsor esetét.

Válasszuk a csapás irányát y -nak. Így a Maxwell-egyenletekből, mivel ebben az irányban a tér értékében változás nincs, eltűnnek az y szerinti differenciálhányadosok és az ω körfrekvenciájú szinuszos változásokra kapjuk, hogy:

$$-\frac{\partial E_y}{\partial z} = -j\omega\mu H_x \quad (4) \qquad \frac{\partial H_x}{\partial x} + \frac{\partial H_z}{\partial z} = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial E_y}{\partial x} = j\omega\mu H_z \quad (5) \qquad \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} = -j\omega\mu H_y \quad (8)$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} = \sigma E_y \quad (6) \qquad -\frac{\partial H_y}{\partial z} = \sigma E_x \quad (9)$$

$$\frac{\partial(\sigma E_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\sigma E_z)}{\partial z} = 0 \quad (10)$$

Mint látjuk, a tér két modusra bomlik. Az egyiknél, amit H -polarizációnak nevezünk, csak E_x , E_z és H_y komponens szerepel az egyenletekben. Ez egyébként a felszínen eltűnik. A másik, ami E_y , H_x , H_z összetevőkből áll, az E -polarizáció esete. A csapáshoz képest tetszőleges irányú polarizációnál a két módus szuperpozíciójából épül fel a tér. Az elektromos és mágneses terek kapcsolatának megadásához tehát mindig található egy olyan koordináta-rendszer, amelyben a tér leírásához

$$E_x = Z_{xy} H_y \quad \text{és} \quad E_y = Z_{yx} H_x \quad (11)$$

szerint két impedancia — Z_{xy} és Z_{yz} — megadása elegendő, ahol

$$Z_{xy} \neq Z_{yx}.$$

(11) felhasználásával a dőlés irányával α szöget bezáró elektromos vektorhoz a változások — $|E^\circ|$ és $|H^\circ|$ — amplitúdóinak hányadosával megadható

$$Z_\alpha = \frac{|E^\circ|}{|H^\circ|} (\alpha) = \frac{Z_{xy} Z_{yx}}{\sqrt{Z_{xy}^2 \sin^2 \alpha + Z_{yx}^2 \cos^2 \alpha}} \quad (12)$$

bemeneti impedancia tartozik. Ez pedig olyan ellipszis egyenlete, amelynek főtengelyei a csapás és dőlés irányába esnek és főtengelyük a Z_{xy} és Z_{yx} impedanciákkal megegyező.

Ugyanakkor H_z összetevő csak H polarizáció esetén jön létre. (5)-ből ui.

$$H_z = \frac{1}{j\omega} \frac{\partial E_y}{\partial x} (\mu \approx 1) \quad (13)$$

tehát csupán a csapásirányú elektromos térerősség dőlésmenti változásától

függ. (12)-höz hasonlóan definiálva az ún. horizontális impedanciát $-Z_h(\alpha) = -\frac{E^\circ}{H_z}(\alpha)$, - annak polárdiagramja

$$Z_h(\alpha) = \frac{|E^\circ|}{H_z^\circ}(\alpha) = \frac{\sqrt{|E_x^\circ|^2 + |E_y^\circ|^2}}{H_z^\circ} \quad (14)$$

lesz. Tekintve, hogy $\alpha = 0$ esetén, mivel ilyenkor $E_y = 0$ és így $H_z = 0$, $\frac{E^\circ}{H_z^\circ}(0) = \infty$ lesz. (14) tehát egy egyenespár egyenlete.

A konkordáns településű, kétdimenziós szerkezetek felett a magnetotelurikus tér paramétereire az alábbi megállapítások tehetők:

a) A bemeneti impedancia polárdiagramja ellipszis, melynek főtengelyei a csapás és dőlés irányába néznek. Azonban a frekvenciától és az inhomogenitás típusától függően - eltemetett antiklinális, kibúvó monoklinális, jól vezető ferde helyzetű táblás képződmények stb. - a nagytengety dőlés- vagy csapásirányú is lehet [3].

b) A horizontális impedancia polárdiagramja egyenespár. Helyette az $Z_{h \min}$ értékhez tartozó radiusvektort szoktuk felhordani 90° -kal elfordított helyzetben, ami így mindig a legnagyobb ellenállásváltozás, tehát az inhomogenitás tengelyére merőleges irány felé néz. A dőlés két lehetséges azimutszöge közül $Z_{h \min}$ -nak H_z -től függő előjele alapján adhatjuk meg a szerkezet emelkedésének, vagyis az áramsűrűség növekedésének irányát. [5] szerint ui. H_z -nek E_y -hoz viszonyított előjele E_y dőlésmenti változásának jellegétől függ. Az elektromos mérési vonalak és a magnetométerek azonos tájolásáról, valamint a galvanométerekhez történő csatlakozások azonos polaritásáról gondoskodva a kétdimenziós szerkezetek ellentétes dőlésű szárnyain az elektromos térerősség csapásmenti vetületével megegyező, illetve ellentétes lefutású H_z görbét kell kapnunk. Ismert dőlésirányú szerkezet fölött a mérőállomás a dőlésirány konkrét megadásához „hitelesíthető”.

2.3. Több eltérő csapásirányú elemből felépített szerkezeti formára, amennyiben a behatolás mélysége elegendően nagy, már nem találunk olyan kitüntetett irányú koordinátarendszert, amelyre az elektromos és mágneses tér kapcsolatát a (11) szerinti egyszerű alakban adhatnánk meg. Ez minden esetben az

$$E_x = Z_{xx} H_x + Z_{xy} H_y$$

$$E_y = Z_{yx} H_x + Z_{yy} H_y$$

egyenletekkel fejezhető ki, ahol Z_{xy} és Z_{yx} a fő, Z_{xx} és Z_{yy} pedig az ún. mellékimpedanciák.

Az impedancia polárdiagramja

$$\frac{|E^\circ|}{|H^\circ|}(\alpha) = \frac{Z_{xx} Z_{yy} - Z_{xy} Z_{yx}}{\sqrt{(Z_{yy}^2 + Z_{yx}^2) \cos^2 \alpha - (Z_{xy} Z_{yy} + Z_{xx} Z_{yx}) \sin 2\alpha + (Z_{xx}^2 + Z_{xy}^2) \sin^2 \alpha}}$$

alakban fejezhető ki, amely egy olyan ellipszis egyenlete, amelyeknek főtengelyei az

$$\frac{A^2}{B^2} = \frac{(Z_{xx} Z_{yy} - Z_{yx} + Z_{xy})^2}{(Z_{xx}^2 + Z_{xy}^2) + (Z_{xy} Z_{yy} + Z_{xx} Z_{yx}) \operatorname{ctg} \left(\varphi + 90^\circ \right)},$$

képlettel kaphatók és a nagytengely

$$\varphi = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{(Z_{yy}^2 + Z_{xy}^2) - (Z_{xx}^2 + Z_{xy}^2)}{2(Z_{xy} Z_{yy} + Z_{xx} Z_{yx})}$$

szöget zár be az x tengellyel.

A vertikális és elektromos összetevők kapcsolata is összetettebb:

$$H_z = Z_{zx} E_x + Z_{zy} E_y,$$

amiből

$$Z_h(\alpha) = \frac{|E^\circ|}{H_z^\circ}(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{Z_{zx}^2 \cos^2 \alpha + Z_{zx} Z_{zy} \sin 2\alpha + Z_{zy}^2 \sin^2 \alpha}}$$

$Z_h(\alpha)$ polárdiagramja tehát egy olyan ellipszis, amelynek főtengelyei az

$$\frac{a^2}{b^2} = \frac{1}{Z_{zy}^2 + Z_{zx} Z_{zy} \operatorname{ctg} \left(\varphi + 90^\circ \right)}$$

képletből adódnak

Ezek

$$\varphi + 90^\circ = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{Z_{zx}^2 - Z_{zy}^2}{2Z_{zx} Z_{zy}}$$

szöget zárnak be az x tengellyel.

Erre az esetre tehát a MT paramétereit illetően az alábbi megállapítások tehetők:

a) A bemeneti impedancia polárdiagramja továbbra is ellipszis. Főtengelyeinek iránya azonban a behatolási mélység függvényében elfordul.

b) A horizontális impedancia polárdiagramja ellipszissé válik és főtengelyeinek iránya eltér a bemeneti impedancia ellipszisétől.

Az impedancia polárdiagramjainak és relatív helyzetüknek, területi alakulásának és frekvenciafüggésének ismerete az adatok helyes értelmezéséhez elengedhetetlenül szükséges.

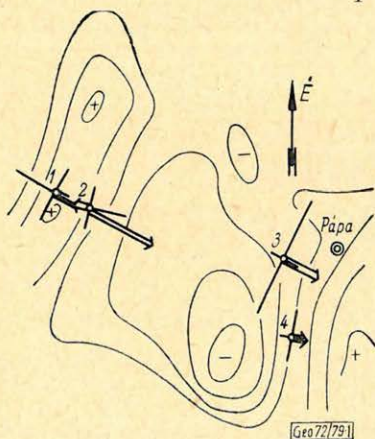
Egyrészt — mint arról a bevezetésben már szó volt — azért, mert a polárdiagramok jellemzik a mérési terület szerkezeti típusát, földtani modelljét. Így a különböző felépítésű területek lehatárolhatók, ami egyedül a mérési irányra számított frekvenciaszondázási görbékkel nem lenne ennyire egyértelmű. Ennek a szempontnak egy mélyfúrások által feltárt, vagy egy részén más geofizikai módszer által megadott szerkezeti egység lehatárolásában van szerepe.

Másrészt a kvantitatív értékelés a fenti adatok ismerete nélkül megnyugtatóan el sem végezhető. Legnagyobb problémája ui. a mérési adatoknak a térpolarizációs irányától való függése, ami különösen nagyobb laterális inhomogenitások esetén hangsúlyozott. A különböző polarizációs irányokra számított frekvenciaszondázási görbék egymástól jelentősen eltérhetnek. Ennek oka tehát, hogy bizonyos szerkezeti típusoknál az elektromágneses hullám a különböző polarizációs irányokba eltérő behatolású és különböző térfogatról ad információt. Így vezérszintjük nem azonos. Még azonos vezérszint mellett is a különböző polarizációs irányok, mivel más-más térfogatra átlagolnak, a vezérszint reliefjétől függően eltérő látszólagos fajlagos ellenállásértékeket szolgáltatnak. Információtartalmuk tehát más. A bemeneti impedancia ellipsziseinek a frekvenciától függő elfordulása a mérési irányra számított frekvenciaszondázási görbéknél hajlásszögváltozást eredményez, ami téves értelmezésre vezethet.

A leírtakból látható, hogy az értelmezéshez a földtani modelltől információval kell rendelkezünk, aminek megszerzésére a fent tárgyalt paraméterek frekvencia-függése és területi eloszlása ad lehetőséget.

4. Tapasztalatok a polárdiagramok alkalmazását illetően

Az alábbiakban példákon mutatjuk be az *MT* profilmérésnél és frekvenciaszondázásnál az ismertetett polárdiagramok használatának előnyeit.



1. ábra. A bemeneti impedancia ellipsziseinek és a $Z_{h \min}$ vektorok alakulása a Marcali-öblözetben

Фиг. 1. Поведение эллипсов входного импеданса и векторов $Z_{h \min}$ в районе Марцали

Fig. 1. Verlauf der Eingangs-Impedanz-Ellipsen und der $Z_{h \min}$ Vektoren im Marcali-Gebiet

tek szerint egy lemezalakú jól vezető zóna, vagy a mészkő tömegek közel felszíni kibúvása is indokolthatja.

4.2. Az eltérő szerkezeti felépítésű területek határvonalainak kijelölésére nagyon jó példa a hahóti gerinc térségében végzett *MT* méréseknek a 2. ábrán látható eredménye. A területen mélyfúrások is vannak. A Pusztamagyaród – 1 (*Pu* – 1) és Pördefölde – 1 (*Pd* – 1) fúrás a Balaton melléki kristályos vonulat

4.1. 1968-ban a Marcali-öblözetben több állomáson végeztünk *MT* mérést (1. ábra). Közülük négyen a térnek mind az 5 összetevőjét mértük. Az 1. és 2. jelzésű állomás Répcelak környékén, a mihályi kristályos gerinc fölött, a 3. és 4. jelzésű pedig a Bakony-hegység előterében eltemetett, lépcsőzetesen emelkedő mezozoós tömegek fölött helyezkedik el. Ez utóbbiak a [4]-ben leírt kismélységű, jól vezető öv területére esnek. A polárdiagramok viselkedése alapján a szerkezetek a behatolás mélységéig kétdimenziósak. Az [5] szerint 90° -kal elfordított $Z_{h \min}$ vektorok a dőlés irányát jelölik. Ezek az 1–2 állomáson a bemeneti impedancia-ellipszisének nagy tengelye irányába esnek és arra utalnak, hogy a kristályos gerinc tetőpontja a két állomás között van. A 3 állomáson a nyilak a kis tengely irányába néznek, a helyes dőlés irányát jelölik ki, bár a bemeneti impedancia ellipszisének nagy tengelye itt csapásirányú. Ennek okát a [3]-ban ismertetett modellkísérle-

csapásában 1992 és 2200 m-ben kristályos, paleozoós kőzetbe jutott. Az Orta-háza-1 (Or-1)-ben 2100 m-ben triászkorú kőzetet értek el, az Oltárc-1 (O-1) 3001 m talpmélységben miocén képződményekben állt meg.

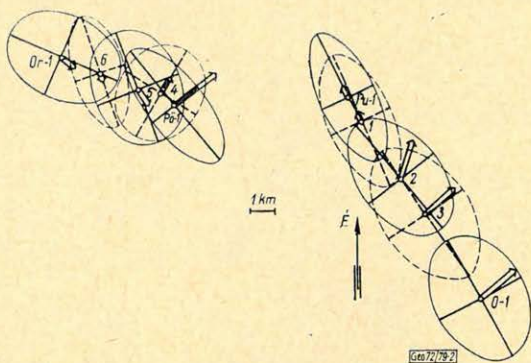
Az ábrára a 20–40 sec periódusidő-tartományra vonatkozó bemeneti impedancia ellipsziseket és a horizontális impedancia minimumának 90°-kal elfordított vektorait hordtuk fel. Ezek együttes vizsgálata alapján több, eltérő szerkezetű terület egység jelölhető ki és lehatárolhatjuk az egyes mélyfúrások által feltárt szerkezeti elemeket.

A Pu-1 és Pd-1 állomáson mért ellipszisek hasonló jellege azonos földtani felépítésre utal. Mindhárom állomás a kristályos gerinc fölött települt. Pd-1-n $Z_{h \min}$ elfordulása már azokkal a szerkezeti elemekkel van összefüggésben, amelyek a paleozoós kristályos vonulat kiemelt helyzetét ÉNy felé megszüntetik.

A Pd-1 és Or-1 állomások közötti, a változékony ellipszisek és $Z_{h \min}$ irányok változásai az aljzat különböző kőzetei közötti átmenetben több közbülső szerkezeti elemre utalnak. $Z_{h \min}$ irányának a 6–7 állomás közötti hirtelen megváltozása a triászkorú és kristályos képződmények határának adható meg.

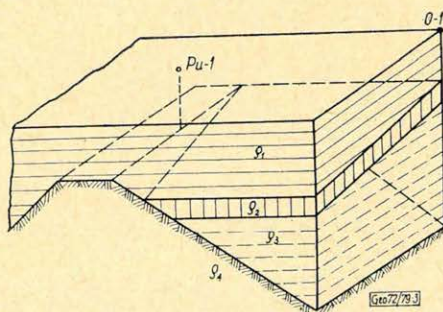
A Pu-1 – O-1 szelvény mentén érdekes szerkezeti változás van az 1 és 2 állomások között. A MT által nyújtott képben meglepő, hogy a bemeneti impedancia-ellipszisek nem mutatják az O-1 felé a paleozoikum fúrásokkal bizonyított, jelentős süllyedést, sőt csupán ezeket vizsgálva ellentétes következtetésre juthatunk.

A $Z_{h \min}$ vektor szelvénymenti elfordulása, nagyságának megváltozása azonban arra figyelmeztet, hogy a 2 állomásnál a szerkezet jellege megváltozik, mert új vezérszint lép be és a várható földtani modell a 3. ábrán bemutattnak felelhet meg. A $Z_{h \min}$ vektor fokozatos elfordulását a nagy fajlagos ellenállású ρ_2 és ρ_4 réteg dőléséből adódó H_z komponensek szuperpozíciója



2. ábra. Magnetotellurikus mérési adatok a $T = 20 - 40$ sec periódusidő-tartományra a hahóti gerinc térségében
Фиг. 2. Данные магнитотеллурических исследований в диапазоне периодов $T = 20 - 40$ сек в районе Хahотского хребта

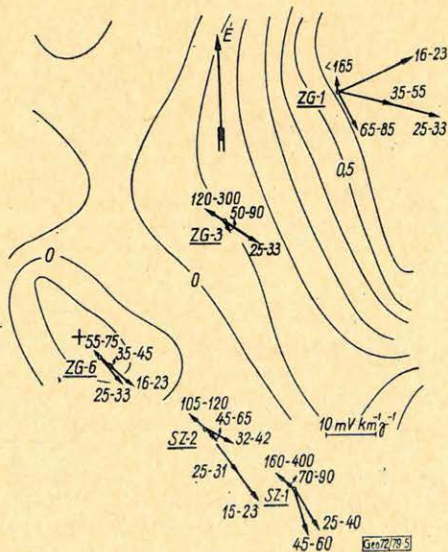
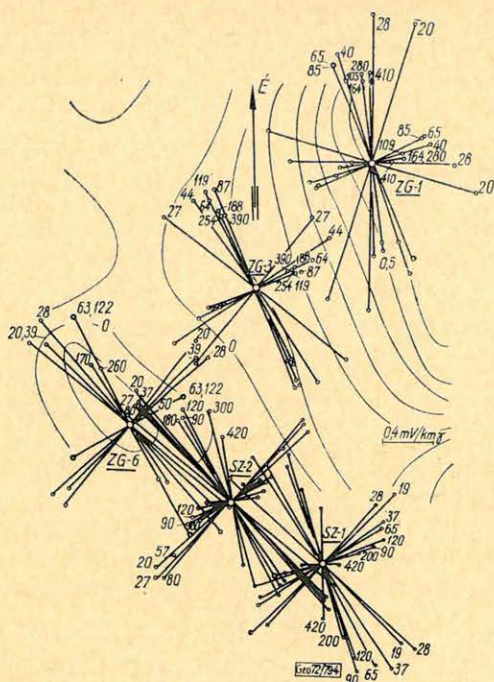
Fig. 2. Magnetotellurische Messdaten für das Periodenzeit-Intervall $T = 20 - 40$ sec im Gebiet des Hahót-Rückens



3. ábra. A magnetotellurika alapján valószínűsíthető a szerkezet a hahóti gerinc DK-i szárnyán

Фиг. 3. Структура, выделяющаяся по данным магнитотеллурических исследований на юго-восточном крыле Хahотского хребта

Fig. 3. Die sich auf Grund der Magnetotellurik als wahrscheinlich ergebende Strukturen der SE-FLANKE des Hahót-Rückens



5. ábra. A különböző frekvenciasávokhoz tartozó Z_h min-vektorok Szilvagy – Kustánszeg térségében
 Фиг. 5. Векторы $Z_{h \text{ мин}}$ для различных частотных диапазонов в районе Силвадь – Куштансер
 Fig. 5. Die zu den verschiedenen Frequenzbändern gehörenden Z_h min-Vektoren im Gebiet Szilvagy – Kustánszeg

4. ábra. A különböző frekvenciasávokra vonatkozó bemeneti impedancia-ellipszisek Szilvagy – Kustánszeg térségében

Фиг. 4. Эллипсы входного импеданса для различных частотных диапазонов в районе Силвадь – Куштансер

Fig. 4. Die sich auf verschiedene Frequenz-Bänder bezogenen Impedanz-Ellipsen im Gebiet Kustánszeg-Szilvagy

okozhatja. A horizontális impedancia szelvénymenti viselkedése tehát a hibás értelmezést kizárja, mert arra utal, hogy nem közösleges kétdimenziós monoklinális szerkezetről van szó. Ilyenkor ui. iránya állandó és a bemeneti impedancia főtengelyeivel egybeeső maradna.

4.3. A legteljesebb, – a frekvenciától való függésre is kiterjedő – vizsgálatokat Szilvagy és Kustánszeg térségében végeztük. A bemeneti impedanciaellipsziseket a 4., a horizontális impedancia vektorait az 5. ábra mutatja, amelyeken a Bouguer-anomália szűrt izovonalai is láthatók.

A bemeneti impedanciaellipsziseire jellemző, hogy főtengelyük iránya és excentricitásuk és a periódusidő-tartományban az ellipszis irányítottsága meglepően egyforma. Eltérés az ennél kisebb periódusidőknél van. A periódusidő növekedésével a nagy-tengely $\vec{E} - \vec{D}$ -felé csavarodik el.

Az $Sz-1$, $Sz-2$, $ZG-6$, $ZG-3$ állomások ellipszisei egymáshoz alakra és irányítottságra nagyon hasonlítanak. Nagy tengelyük azimutszöge $T < 60$ sec periódusidőkre kisebb, mint a $60 - 250$ sec intervallumban. Ugyanakkor a Kustánszeg melletti $ZG-1$ állomáson a $T < 60$ sec-hoz tartozó impedanciaellipszisek azimutszöge nagyobb, mint $T = 60 - 250$ sec között. Ez jelentős

eltérés a többi állomáshoz képest és arra utal, hogy a $ZG-1$ állomás már más szerkezeti egységhez tartozik, ami a Bouguer-anomáliák lefutásából is várható.

Hasonló következtetés vonható le a horizontális impedancia vektoraiból is, amelyek a $ZG-1$ állomás kivételével mindegyik periódusidő-sávban közel párhuzamosak a bemeneti impedancia ellipszisének főtengelyeivel. Viselkedésük a $ZG-1$ állomáson merőben más. A kisebb periódusidőkre $Z_{h \min}$ iránya az ellipszis főtengelyei közé esik és a periódusidővel változik. Mintegy 100 sec -től viszont párhuzamossá válik az ellipszis főtengelyével.

A $T > 60 \text{ sec}$ periódusidő-tartományra az MT paraméterek azonos jellegűek, ami egy az összes állomás alatt megtalálható regionális szerkezeti egységre utal. A $T < 60 \text{ sec}$ periódusidő-tartományban található eltérések a lokális, kisebb települési mélységű szerkezeti elemeket tükrözik. Ezek az $Sz-1$, $Sz-2$, $ZG-6$ és $ZG-3$ állomáson a regionális szerkezeti egységet nagyjából konkordánsan települtek. A kustánszegi állomáson viszont a regionális szerkezetet diszkordáns településű szerkezeti elem fedi.

A közölt példák mutatják, hogy a földtani felépítés megismerésében, különösen a $T < 60 \text{ sec}$ periódus-tartományban a polárdiagramoknak fontos szerepe van.

IRODALOM

- [1] Takács E.: Jelentés a Ságvár – Mihályi – Bakony-hegység térségében végzett magnetotellurikus mérésekről. NME. Geofizikai Tanszék, Miskolc. 1966.
- [2] W. E. Sims és társai: The Estimation of Magnetotelluric Impedance Tensor Elements from Measured Data. Geophysics, Vol. 36. No. 5. pp. 938. 1971.
- [3] Takács E.: The Orientation of the Magnetotelluric Impedance Ellipses. Acta Geodaet., Geophys. et Montanistica Acad. Sci. Hung. Tomus 4. pp. 415–423. 1969.
- [4] Takács E.: Anomalous Conductivity of the Upper Crust in the NW Foreground of the Bakony Mountains. Acta Geodaet., Geophys. et Montanistica Acad. Sci. Hung. Tomus 3. pp. 155–160. 1968.
- [5] Takács E.: The Role of the Vertical Pulsations of the Magnetic Field in the Magnetotelluric Measurements. Acta Geodaet., Geophys. et Montanistica Acad. Sci. Hung. Tomus 6. pp. 99–110. 1971.