

PETHŐ GÁBOR, VASS PÉTER,

GEOFIZIKA ALAPJAI

7



A Műszaki Földtudományi Alapszak tananyagainak kifejlesztése a
TÁMOP 4.1.2-08/1/A-2009-0033 pályázat keretében valósult meg.

VII. GERJESZTETT POLARIZÁCIÓ

1. A MÓDSZER TÖRTÉNETÉNEK RÖVID ÁTTEKINTÉSE

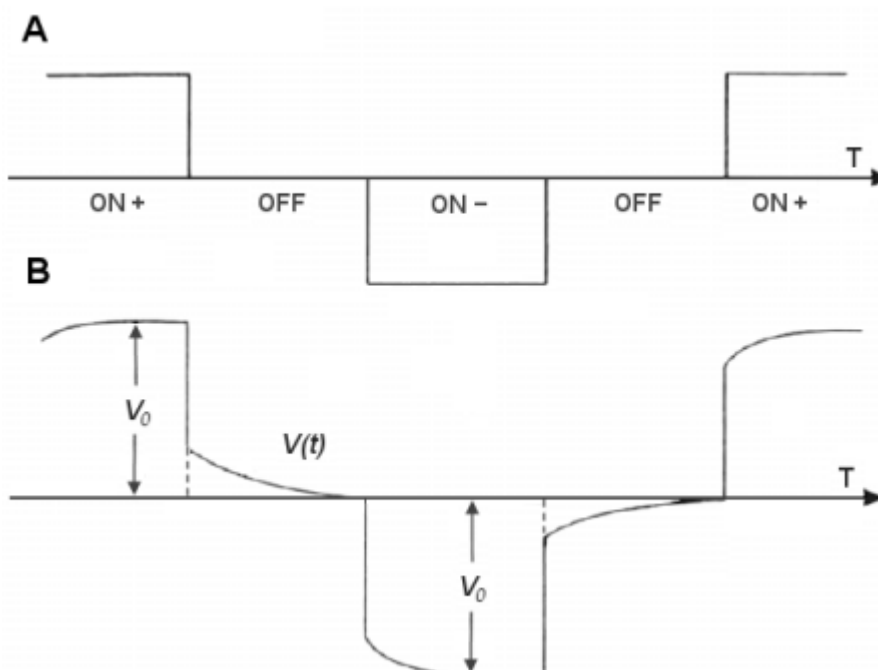
C. Schlumberger 1920-ban jellemezte az indukált (IP) vagy gerjesztett polarizációs (GP)módszer jelenségét. Ezt követően **Dahnov** (1941) tanulmányát fontos megemlíteni.

Seigel (1949) elsőként bizonyította, hogy a módszer hintett ércesedések kimutatására alkalmas. A frekvencia tartománybeli indukált vagy gerjesztett polarizációs módszert az ötvenes években dolgozták ki az USA-ban és Kanadában, és már abban az évtizedben az eljárás el is terjedt. **Seigel** (1959), **Wait** (1959), **Roussel** (1962), **Bertin** (1976) és **Sumner** (1976) munkássága mind a gerjesztett polarizációs módszer elméleti megalapozása, mind alkalmazása szempontjából kiemelkedően fontos.

A gerjesztett polarizációs adatok értelmezését 2D-s szerkezeti viszonyokra 1971-től rutinszerűen végzik, mely **Coggon** és **Madden** érdeme. **Hohman** 1975-ben vezette be 3D-s algoritmusát.

2. INDUKÁLT (GERJESZTETT) POLARIZÁCIÓ AZ IDŐTARTOMÁNYBAN

A kőzetek fajlagos ellenállás mérésekor bizonyos földtani körülmények között már az 1920-as években tapasztalták, hogy az adókörü áram kikapcsolását követően a mérő elektródák közötti feszültségkülönbség nem csökken azonnal ($t=0$ idő alatt) zérus értékűre, hanem egy bizonyos időnek ehhez el kell telnie. Ez a jelenség hasonlítható az RC kör tranzienis folyamatára, azzal a különbséggel, hogy míg kikapcsolást követően a kondenzátor feszültsége a kikapcsoláskor jellemző értékéből kiindulva folyamatosan egy exponenciális csökkenést mutat, addig a mért elektródák közötti feszültségkülönbség egy hirtelen feszültség ugrást követően kezdi meg exponenciálishoz hasonló csökkenését. Az időbeli lecsengés részletes elemzése (összefüggés az elektronos vezető anyaga, az ionos oldat minősége, az ásványi szemcsék szemeloszlása, a texturális jellemzők és a lecsengő folyamat között) jelenti a GP görbék időbeli analízisét.



7.1 ábra: Indukált polarizáció időtartománybeli szemléltetése, A: az adókörü áram és B: a mért feszültségkülönbség az idő függvényében

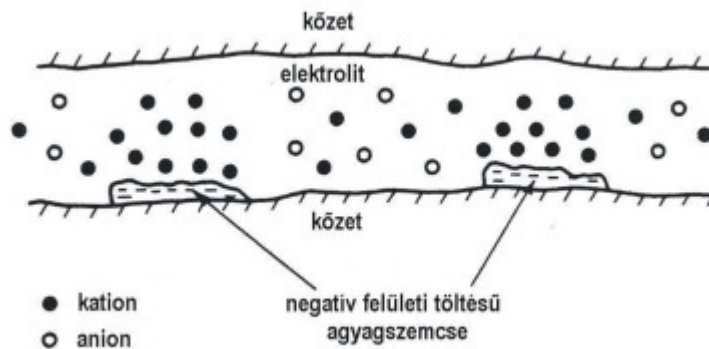
A jelenség nemcsak idő, hanem frekvencia tartományban is vizsgálható. Előző hasonlatnál maradván az indukált polarizációt mutató tértartományok fajlagos ellenállása – az RC-kör impedanciájához hasonlóan – frekvenciafüggő, és épp a frekvenciafüggés módja jellemzi az indukált polarizációt. A gyakorlatban a módszer legfontosabb alkalmazása a hintett ércesedések kimutatása és hidrogeológiai feladatokban az agyag jelenlétének a jellemzése. Az előbbi

alkalmazás azért is fontos, mert ilyen jellegű földtani feladat megoldása más geofizikai módszerrel jelenlegi ismereteink szerint nem lehetséges. Az indukált polarizáció két legfontosabb megnyilvánulási formája a membrán és az elektróda polarizáció (**Takács**, 1981 és **Renner et al.**, 1970).

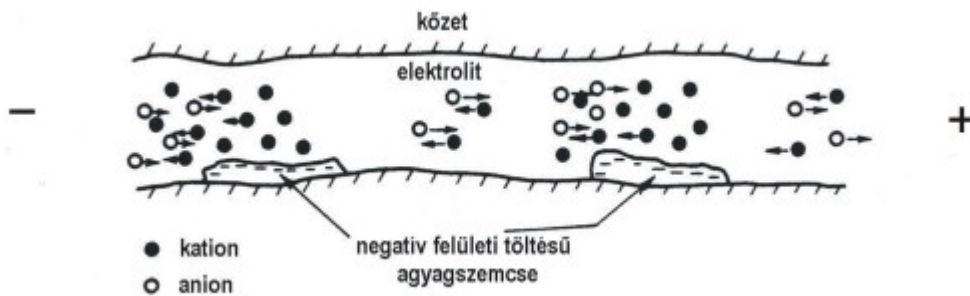
A membrán polarizáció

A **membrán polarizáció** olyan ionos vezetőképességű porózus képződményekben alakulhat ki, ahol a pórusokban negatív elektromos felületi töltésű ásvány szemcsék találhatók. Elektromos tér hatására leggyakrabban homok pórusaiban lévő rétegvíz ionjai és agyagszemcsék között jelentkező kölcsönhatásra vezethető vissza. Elektromos tér (tápáram bevezetése) nélküli esetben a felületükön negatív töltéssel rendelkező agyagszemcsék az oldat pozitív ionjait magukhoz vonzzák, és az agyagszemcse felületétől számítva mintegy 10^{-6} cm vastagságú rétegben a pozitív ionok koncentrációja megnő. Az ionok pórusteren belüli eloszlása a **7.2. ábrán** látható, az agyagmembránt kation felhő veszi körül. Ha egy ilyen rendszerre egyenáramú elektromos tér hat, és ha a pórus átmérő lényegesen nagyobb a pozitív ionkoncentrációjú réteg vastagságánál, akkor az elektromos tér hatására a szabad ionok az alkalmazott tér irányának megfelelően elmozdulnak eredeti helyzetükből, és ilyenkor a szabad ionok mozgásának nincs akadálya. Ezzel ellentétben, ha a pórus átmérője összemérhető a pozitív ionkoncentrációjú réteg vastagságával, akkor ilyen geometriai viszonyok mellett az anyagszemcsék áramforrás negatív sarkához közelebb eső környezetében ionkoncentrált, míg a szemcse másik oldalán ionhiányos zónák alakulnak ki a pórustérben. Ilyenkor az agyagszemcse (membrán) jelenléte meggátolja az ionok mozgását és ez különösen igaz az anionokra, ugyanis a kationok áthaladnak a kation felhőn, ellentétben az anionokkal, melyek abban elakadnak. Így a pórustér egyik végén (a katód felőli oldalon) anion többlet, másik végén anion hiány alakul ki. Összességében a gerjesztés időtartama alatt az agyagszemcse katódhoz közelebbi oldalán ion-koncentrált, míg az anódhoz közelebbi oldalán ion-hiányos zóna jön létre a **7.3. ábrán** látható módon.

A polarizáció a gerjesztés megszűntetéséig tart. A gerjesztő tér megszűnése után a leírtakkal ellentétes irányú ion elmozdulási folyamat figyelhető meg, mely az elektrokémiai egyensúlyi helyzet kialakulásával fejeződik be. A kikapcsolást követően mért feszültségkülönbség időbeli lefolyása ezt a visszarendeződési folyamatot tükrözi. A fentiekből érzékelhető, hogy a jelenség annál inkább karakterisztikus, minél nagyobb felületen jelentkeznek kötött ionok és nem marad túl nagy pórustér a szabad ionok áramlásának. Ha az agyagszemcsék a teljes pórusteret, vagy annak nagy részét kitöltik, akkor a fent leírt felületi jelenség kialakulására nem kerül sor. Nagyon alacsony agyagtartalom és nagy pórustér mellett szintén nem figyelhető meg a membránpolarizáció jelensége. A membrán polarizáció mértéke függvénye az agyagosság típusának, az agyagásványok összetételének, az ionkoncentrációnak is. A megfigyelések szerint 10% körüli diszperz (véletlenszerűen szórt) agyagosság esetén a legnagyobb. A kaolinit nagyobb membránpolarizációt mutat, mint a montmorillonit. A rétegekre jellemző ionkoncentrációk tartományában a hatás az ionkoncentráció növekedésével nő (**Telford et al.**, 1993).



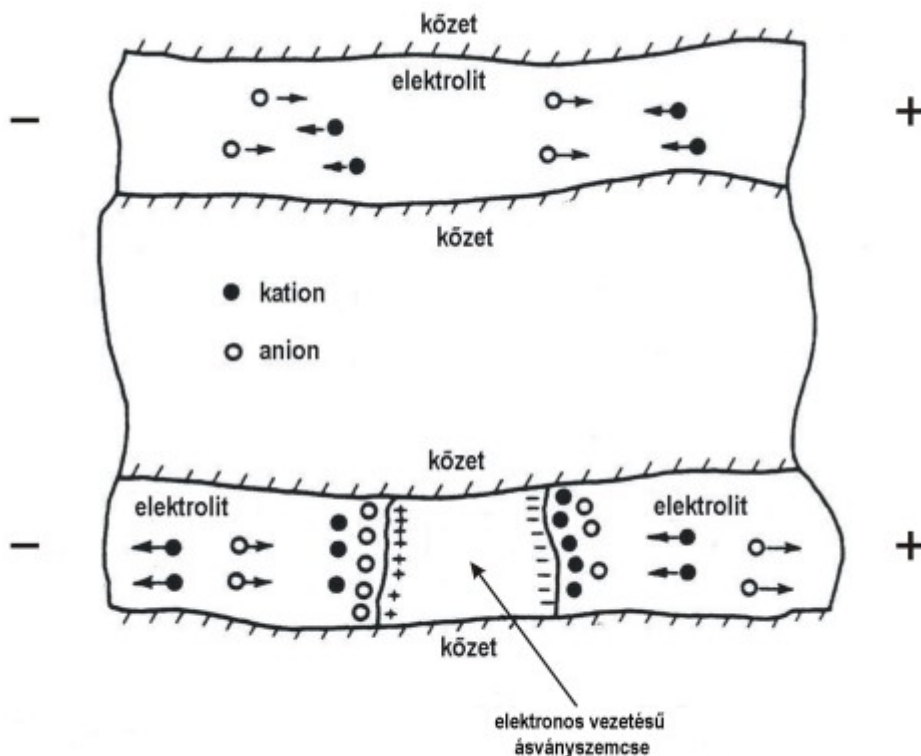
7.2. ábra: Membrán polarizáció kialakulásának földtani előfeltétele [1]



7.3. ábra: Membrán polarizáció szemléltetése [ii]

Az elektróda polarizáció

Az **elektróda polarizáció** az elektronos vezetőképességű ásványi szemcsék és a vele kontaktusban lévő ionos oldat jelenléte miatt külső elektromos tér be- vagy kikapcsolásakor létrejövő elektrokémiai kölcsönhatás. Az elektrokémiai folyamat az oldattal érintkező elektronos vezetőképességű szemcse határfelületén jelentkezik. A reakció az elektrolízishez (amikor az ionos vezetőképességű oldatba merülő fém elektródán keresztül áramot vezetnek) hasonlítható. A természetben szinte valamennyi szulfid (pirit, kalkopirit, galenit, markazit, molibdenit, pirrotin, stb., kivéve a szfalerit), ugyanakkor csak néhány oxid (magnetit, ilmenit, piroluzit, kassziterit a legfontosabbak) és a grafit mutatja az elektróda polarizáció jelenségét feltéve, ha ionos oldattal kontaktusban van.

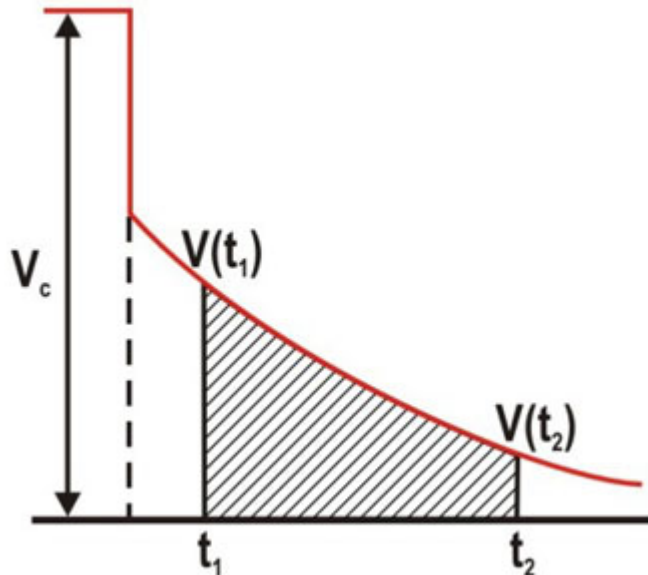


7.4. ábra: Elektróda polarizáció kialakulása fémes és ionos vezetőképességű tértartományok kontaktusa következtében [iii]

A felsorolt ásványoknak tehát közös jellemzője az elektronos vezetés (a grafit fémes vezető tulajdonságú, a többiek félvezetők). A szemcsén belül az áramfolyás tehát elektronok, az oldatban ionok elmozdulása miatt van (lásd 7.4. ábra). A szemcsékben az elektronok mozgékonyasága mintegy 5-6 nagyságrenddel nagyobb az oldatban lévő ionok mozgékonyaságához képest. Külső elektromos tér (gerjesztő tér) nélküli esetben az ásványszemcsét közel egyenletesen kationok veszik körül. Külső elektromos tér bekapcsolásának hatására először a szemcse polarizálódik: a szemcsén belül az elektronok az áramforrás pozitív sarka irányába fognak elmozdulni. Ehhez képest lassúbb folyamat

az oldatban az ionok átrendeződése: a szemcse azon oldalán, ahol elektron többlet van, az oldatban a kationok koncentrációja megnő, ellentétben a másik oldallal, ahol a korábbi egyensúlyi helyzethez képest az anionok halmozódnak fel nagyobb koncentrációban (az oldat azon részében, amely az áramforrás negatív sarkához közelebbi szemcserésszel van kontaktusban).

A határfelületen az áram Faraday- és nem Faraday-módon haladhat át. A **Faraday-féle vezetés** a kis frekvenciákon jellemző. Külső elektromos tér hatására ionok diffundálnak a határfelület felé, ahol oxidációjuk vagy redukciójuk következhet be. Pl. a határfelületnél lévő negatív ionok (anionok) oxidációjára révén semleges atom keletkezik, ugyanakkor az oxidáció révén keletkezett elektront átveszi az ásványi szemcse, így az ionosból elektronosba történő áramvezetés biztosított.



7.5. ábra: A gerjesztés megszűnését követő GP lecsengés szemléltetése időtartományban

Másrészt a fordított átalakulás is jelentkezhet, tehát atom alakul át ionná. A Faraday-féle vezetési ág tehát két soros ellenállással jellemezhető: az iondiffúzióknak megfelelő *Warburg impedancia* és a kémiai reakció ellenállása. Itt említjük meg, hogy a nem Faraday tartomány nagy frekvenciákon válik dominánssá: az áram vezetését a kettős réteg feltöltődése és kisülése biztosítja, ez az ág egy kapacitással helyettesíthető és párhuzamosan jelentkezik a helyettesítő kapcsolásban a Faraday-féle vezetési ággal (**Egerer** és **Kertész**, 1993).

A gerjesztett polarizációt a fajlagos ellenállással együtt mérik, ennek megfelelően *Slumberger*-, *Wenner*-, *sok*- (vagy *multi*-) *elektrodás dipól-dipól elrendezésben* határozzák meg a lecsengő görbe időben megfelelő sűrűségű mintavételezésével. A vonatkoztatási szint a vertikális fajlagos ellenállás szondázás vonatkoztatási mélységével egyezik meg.

Lecsengési folyamat

Ha a GP lecsengési folyamatot időtartományban elemzük, akkor a lecsengési görbe egy-egy pontjának a gerjesztés alatti feszültséghez képesti hányadosát, vagy a lecsengési görbe alatti teljes területet szokás megadni. Előbbi a látszólagos **polarizálhatóság**, utóbbi a **tölthetőség** mértékét adja meg. Képletekben megfogalmazva és a **7.5. ábra** jelöléseit használva a látszólagos polarizálhatóság pl. a kikapcsolást követő t_2 időpontban

$$\eta(t_2) = \frac{V(t_2)}{V_c}$$

alakú, míg a látszólagos tölthetőség a $t_2 - t_1$ intervallumra

$$M = \frac{\int_{t_1}^{t_2} V(t) dt}{V_c}$$

Magát a lecsengési folyamatot fel lehet fogni több időállandójú lecsengési folyamat szuperpozíciójaként is. Az egyes exponenciális lecsengések amplitúdói azt fejezik ki, hogy a különböző időállandójú folyamatok milyen mértékben felelősek a teljes lecsengő jel kialakulásában. Ez a megközelítés azért is célravezető, mert ha több folyamat hozza létre a GP-t, akkor lehetőség van ezek szétválasztására feltéve, ha az egyes folyamatok egymástól elkülöníthető időállandóval jellemezhetőek.

A gerjesztett polarizáció módszerének alkalmazásaival **Takács** (1981) részletesen foglalkozik. Ezt az eljárást elsősorban az ércutatásban használják, pl. polimetallikus, réz-nikkel előfordulások és különösen hintett ércelőfordulások kutatásakor. A grafit különösen jól polarizálható és gyakran az ércelőfordulások kísérője lehet, ilyenkor az érc kimutathatósága GP módszerrel nehezebb. CH telepek felett gyakran tapasztalható piritesedés, így közvetett módon az elektródapolarizáció jelensége felhasználható a CH kutatásban is. A mérnökgeológiai és hidrogeológiai alkalmazások között fontos feladat az agyagos és a tiszta homokos részek elkülönítése egymástól. **Turai et al.** (2010) több esettanulmányt ismertet, és a feldolgozás révén kapott időállandó spektrumok alapján kommunális hulladéklerakók vagy talajszennyeződések esetén a szennyezettség típusát is jellemzi a különböző mértékben jelentkező filtrációs, membrán, redox és fémes polarizációk alapján.

3. INDUKÁLT (GERJESZTETT) POLARIZÁCIÓ A FREKVENCIATARTOMÁNYBAN

Az **indukált polarizáció** frekvenciatartománybeli módszerének a lényege, hogy a látszólagos fajlagos ellenállást két vagy több frekvencián mérik. A frekvenciatartománybeli terepi GP méréseknél rögzített geometriai elrendezést használnak, amely általában dipól-dipól elrendezés, de gyakran mérik az elektromos dipólussal keltett mágneses teret is.

A frekvenciatartománybeli GP jelenség abban nyilvánul meg, hogy a mért látszólagos fajlagos ellenállás függ a gerjesztő áram frekvenciájától. A frekvenciatartománybeli GP mérések jellemzésére korábban kizárólag diszkrét frekvenciákon mért paramétereket (**frekvenciahatás** [*FE*], **metal faktor** [*MF*], **relatív fázis tolás** [*RPS*], **normált mágneses tér**) használtak.

Ezen paramétereket csupán két frekvencián elvégzett fajlagos ellenállás mérésből vezették le, az egyik frekvencia hatásában egyenáramú mérést, a másik egy nagyobb frekvenciát jelentett. A méréseket később több mint két frekvencián végezték el. A vevőköri feszültség fázisa, így a mért fajlagos ellenállás fázisa is eltér az adóköri áram fázisától, tehát komplex fajlagos ellenállás adható meg egy adóköri árammal megegyező, és attól fázisban 90°-al eltérő komponens összegeként:

$$\rho(\omega) = \rho^I(\omega) + i \rho^II(\omega)$$

Ebben az összefüggésben $\rho^I(\omega)$ a valós, míg $\rho^II(\omega)$ a képzetes részét jelöli a $\rho(\omega)$ komplex fajlagos ellenállásnak. Így a két komponens ismeretében a fajlagos ellenállás amplitúdója és fázisa a szokásos módon definiálható:

$$|\rho(\omega)| = \sqrt{[\rho^I(\omega)]^2 + [\rho^II(\omega)]^2}$$

$$\phi(\omega) = \arctan(\rho^II(\omega) / \rho^I(\omega))$$

A két formula alapján az egyes frekvenciákon mért komplex fajlagos ellenállás értékekből **fajlagos ellenállás amplitúdó** (felső összefüggés) és **fajlagos ellenállás fázis spektrum** (alsó összefüggés) adható meg.

A spektrális mérés bővebb információtartamát **Telford et al.** (1993) különböző ércekre és grafitra mutatja be amplitúdó és fázis spektrum formájában. A frekvenciafüggés elsődleges oka az elektróda és membrán polarizáció, kisebb GP hatást eredményez az elektro- és termoozmózis, de mérhető hatást okozhatnak a szervesvegyület-agyagásvány reakciók, ioncsere folyamatok, magas frekvenciákon a **Maxwell-Wagner effektus**, a töltött részecskék és az elektromos kettősréteg polarizációja.

A frekvenciatartománybeli GP-t az időtartománybeli GP alkalmazásaival megegyező területeken használják fel.



INTERNETES KITEKINTÉS

Az alábbi web oldalakon esettanulmányokkal, **Telford et al.** (1993) könyvében pedig további alkalmazásokkal találkozunk:

<http://www.quantecgeoscience.com/Tech/Brochures.php> ⓘ

http://www.zonge.com/PDF_Papers/Silverbell.pdf ⓘ

A Cole & Cole modell

A frekvenciatartománybeli GP mérések kiértékelése szempontjából **Pelton et al.** (1978) munkája jelentős. Pelton és szerzőtársai a *Cole & Cole diszperziós modellt* vezették be a fajlagos ellenállás frekvenciafüggésére. Bebizonyosodott, hogy ha kisebb kőzettartomány helyettesíthető R_0 [a szabad ionpályák tisztán ohmos ellenállása], R_1 [a fémes ásványszemcse vagy agyagmembrán által blokkolt ionpályák ellenállása], $(i\omega X)^c$ [komplex ellenállás, mely a feltételezések szerint szimulálja a fém-ionos oldat határfelület ellenállását az elektróda polarizáció jelenségekor, ill. az agyagmembránok környezetében előálló ion többlet vagy ion hiány ellenállását a membrán polarizáció során] ellenállásokból felépített áramkörből úgy, hogy R_1 és $(i\omega X)^c$ sorban kötött ellenállások R_0 -al párhuzamosan kapcsolódnak, akkor a kör eredő ellenállásának ($Z(\omega)$) analógiájára a kőzettartomány fajlagos ellenállás frekvenciafüggése

$$\rho(\omega) = \rho_0 \left[1 - m \left(1 - \frac{1}{1 + (i\omega\tau)^c} \right) \right]$$

alakban fejezhető ki. Itt ρ_0 az egyenáramon mért fajlagos ellenállás, m a polarizációs hatás magnitúdója, τ az időállandó, c a frekvencia kitevő. Azaz egyszerűbb esetekben a teljes fajlagos ellenállás frekvenciafüggése parametrizálható.

A gyakorlat bebizonyította, hogy ez a modell gyakran jól használható pl. tiszta fém és elektrolit esetén az elektróda polarizációra (**Pelton et al.** 1978). Membrán polarizációra már az aszimmetrikus fázis spektrum jobb közelítés (**Madden és Marshall**, 1959; **Klein és Sill**, 1982; **Nelson et al.** 1982). Összetettebb ércesedés esetén indokolt, hogy az eredő spektrum akár három spektrum szorzata legyen (**Vanhala és Peltoniemi**, 1992). Utóbbiak dolgozatában a spektrum középső részét egy Kittilä-i (Finnország) mintánál a finomszemcsés (0,1-0,2 mm) hintett oxidos és szulfidos ércesedés, míg a kisfrekvenciás szakaszt hintett, durva szemcsés pirit és aranyérc kombinációja alakította ki. Az egyes ércek elkülönítése tehát nem volt lehetséges. A szemcseméret szintén hatással van a spektrumra. Több vizsgálat alapján egyértelműen megállapították, hogy a szemcseméret 1 nagyságrendű növekedése 2 nagyságrend időállandó (τ) növekedést eredményez az elektróda polarizációnál, és a tendencia hasonló a membrán polarizáció esetén is (**Madden és Marshall**, 1959; **Mahan et al.** 1986). A domináns szemcseméret növekedése tehát a fajlagos ellenállás frekvencia spektrumán a maximumhely kisfrekvenciák felé eltolódását eredményezi.

Az utóbbi időben a frekvenciatartománybeli GP-méréseket több környezetszennyezési feladat megoldására felhasználták. Ezek értelmezésében nagymértékben segítettek **Olhoeft** (1985) vizsgálatai. Szerinte az oxidációs-redukciós folyamatok, a különböző szerves vegyületek és agyagásványok közötti folyamatok továbbá az agyagokra jellemző kationcsere sajátságok a frekvenciatartományban különböző módon jelentkeznek. A laboratóriumi vizsgálatokat a 10^{-3} Hz < f < 10^6 Hz tartományban végezte el. Az oxidációs-redukciós folyamatokat egy szulfidos ércesedést tartalmazó homokkő minta esetén vizsgálta és a fajlagos ellenállás fázis spektrumában a kisebb frekvencián jelentkező maximumot ($f @ 0,003$ Hz) a kis mennyiségben előforduló agyag kationcseréje, az 1 Hz körüli elkent maximumot pedig a pórusvíz és a kisebb, mint 2 %-ban előforduló hematit és pirit jelenléte miatt létrejövő diffúzió korláttal jellemzett oxidációs redukciós folyamat eredményezi. A grafit szintén diffúzió korláttal jellemezhető sajátságot mutat, a fázis spektrum maximuma eltolódik az egészen kis frekvenciák $f < 10^{-3}$ Hz alá.

Ezeket a folyamatokat **Olhoeft** (1985) könnyebben kezelhetőknak tartja, mint az agyagokra jellemző kationcsere sajátságokat (sok agyag mérhető negatív GP hatást mutat, azaz az alacsonyfrekvenciás szakaszon a fázisszög előjelet vált, ennek oka még nem kiderített). Az agyagokhoz hasonlóan több természetes szerves anyag ioncsere kapacitással rendelkezik. Részletesen tárgyalja a *Maxwell-Wagner effektust*, melynek lényege, hogy a pórusvíz ionjai a gerjesztő tér hatására az inhomogenitás méretéhez képest nagyon vékony rétegben akumulálódnak a szilárd szemcsék határfelülete mentén és ennek eredményeként az impedancia frekvenciafüggő lesz. A meggyőző esettanulmányok mellett érdemes megjegyezni, hogy egy Nevadában bekövetkező CH szennyeződés kisebb GP hatást mutatott, mint az eredeti, szennyezetlen környezet (**Towle et al.**).

Észtországban egy korábbi katonai bázison bekövetkezett motorolaj és benzin szennyezés hatása szintén jól követhető volt spektrális GP-vel **Vanhala** (1997) szerint. A fentiekből ugyanakkor az is megállapítható, hogy a komplex hatások a *Cole & Cole diszperziós modellel* nem minden esetben elemezhetők. Indokolt az alkalmazott frekvenciatartomány (10^{-2} Hz < f < 10^3 Hz) bővítése mind a két irányban, másrészt a mérések lényegesen sűrűbben megválasztott frekvenciákon történő elvégzése is.

4. HIVATKOZÁSOK, IRODALOMJEGYZÉK

1991.

3. Mikor alakulhat ki a membrán polarizáció jelensége?

Elektronos és ionos vezetés együttes jelenléte mellett.

A membrán polarizáció olyan ionos vezetőképességű porózus képződményekben alakulhat ki, ahol a pórusokban negatív elektromos felületi töltésű ásvány szemcsék találhatók.

Ha a pórusokban kis membránok vannak.

4. Szükséges-e a membrán polarizáció kialakulásához, hogy a pórusméret összemérhető legyen a pozitív ionkoncentrációjú réteg vastagságával?

Igen.

Nem.

Nem, mert az ionkoncentráció a meghatározó.

Döntse el, hogy az alábbi állítások igazak vagy hamisak!

5. A GP módszereket aszerint, hogy a GP jelenséget idő- vagy frekvenciatartományban vizsgálják két csoportot különböztetünk meg.

I	H
6. A membrán polarizáció mértéke függ az agyagosság típusától, az agyagásványok összetételétől és az ionkoncentrációtól is.

I	H
7. Ha az agyagszemcsék a teljes porozitást, vagy a porozitás nagy részét kitöltik, akkor nagyobb a membránpolarizáció mértéke a kis vagy közepes agyagtartalom esetéhez képest.

I	H
8. Ugyanolyan agyagosság mellett a rétegekre jellemző ionkoncentrációk tartományában a membránpolarizáció mértéke az ionkoncentráció növekedésével nő.

I	H

Jelölje meg a helyesnek tartott válaszokat a felkínált lehetőségek közül!

9. A felsorolt esetek közül ugyanolyan mértékű oldatösszetételt feltételezve mikor a legnagyobb a membránpolarizáció mértéke?

30% körüli diszperz (véletlenszerűen szórt) agyagosság esetén.

10% körüli diszperz (véletlenszerűen szórt) agyagosság esetén.

32% körüli laminált agyagosság esetén.

Döntse el, hogy az alábbi állítások igazak vagy hamisak!

10. Az elektróda polarizáció az elektronos vezetőképességű ásványi szemcsék és a vele kontaktusban lévő ionos oldat jelenléte miatt külső elektromos tér be- vagy kikapcsolása miatt létrejövő elektrokémiai kölcsönhatás.

I	H

Jelölje meg a helyesnek tartott válaszokat a felkínált lehetőségek közül!

11. A felsorolt ásványok közül melyiknél nem jelentkezhet az elektródapolarizáció jelensége?

Ilmenit.

Kalkopirit.

Kvarc.

Magnetit.

Galenit.

Pirit.

Döntse el, hogy az alábbi állítások igazak vagy hamisak!

12. Külső elektromos tér bekapcsolásának hatására először a fémes ásványi szemcse polarizálódik: a szemcsén belül az elektronok az áramforrás pozitív sarka irányába fognak elmozdulni. Ehhez képest lassúbb folyamat az oldatban az ionok átrendeződése.

I	H

13. A GP-t a fajlagos ellenállással együtt mérik, ennek megfelelően Schlumberger-, Wenner- vagy multielektrodás dipól-dipól elrendezésben határozzák meg a látszólagos polarizálhatóságot vagy a látszólagos tölthetőséget.

I	H

14. A látszólagos polarizálhatóság a lecsengési görbe alatti területtel arányos.

I	H

15. Látszólagos polarizálhatóság a kikapcsolást követő t_2 időpontban a következő összefüggés alapján határozható meg: $\eta(t_2) = \frac{V(t_2)}{V_c}$

I	H

16. A látszólagos tölthetőséget (M) a $t_2 - t_1$ intervallumra az

$$M = \frac{\int_{t_1}^{t_2} V(t) dt}{V_c}$$

összefüggés definiálja.

I	H

Jelölje meg a helyesnek tartott válaszokat a felkínált lehetőségek közül!

17. Hintett ércelőfordulások kutatására ha a felsorolt módszerek közül csupán egyet lehetne javasolni, akkor melyiket választaná?

GP mérést az elektróda polarizáció kialakulása miatt.

Gamma-gamma módszert, mert tükrözi az érc jelenléte miatti sűrűség

növekedést.

3D-s szeizmikát, mert ennek a módszernek a legjobb a felbontása.

VESZ fajlagos ellenállás mérést, mert a fém jól vezeti az elektromos áramot.

18. Zavarhatja-e a grafit jelenléte az érc kimutathatóságát ha GP módszert használunk?

Ha a grafit az ércelőfordulások kísérője, akkor az érc kimutathatósága GP módszerrel általában nehezebb mint a grafit nélküli esetben.

Nem, mert együtt nem fordulhatnak elő.

Csak akkor, ha kicsi a fém koncentrációja.

19. Miért lehetséges bizonyos esetekben, hogy a GP módszer közvetett módon ugyan, de felhasználható a CH kutatásban is?

A CH telepek felett gyakran előfordul piritisedés, így közvetett módon az elektródapolarizáció jelensége utalhat CH akkumulációra.

A GP érzékeny a CH jelenlétére.

A membránpolarizáció miatt.

Döntse el, hogy az alábbi állítások igazak vagy hamisak!

- 20.** A frekvenciatartománybeli GP jelenség abban nyilvánul meg, hogy a mért látszólagos fajlagos ellenállás függ a gerjesztő áram frekvenciájától.

I	H

21. Melyik területen alkalmazzák a frekvenciahatást [FE] és a metal faktort [MF]?

Az első a szkin effektus leírására, a második az érc koncentrációjára vonatkozik.

A fajlagos ellenállást helyettesíthetik.

A frekvenciatartománybeli GP mérési eredmények jellemzésére valók.

22. Mire használható a Cole & Cole diszperziós modell?

A relatív dielektromos állandó frekvencia függésének bemutatására.

Időtartományban a különböző időállandójú összetevők szétválasztására.

A fajlagos ellenállás frekvenciafüggésének szemléltetésére.



BIBLIOGRÁFIA:

- [i] Telford et al. 1993 alapján
- [ii] Telford et al. 1993 alapján
- [iii] Telford et al. 1993 alapján