



# KÖRNYEZETGEOFIZIKA

Környezetmérnöki BSc

2018/19 II. félév

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

**Miskolci Egyetem**  
**Műszaki Földtudományi Kar**  
**Geofizikai és Térinformatikai Intézet**

## A tantárgy adatlapja

<b>Tantárgy neve:</b> Környezetgeofizika <b>Tárgyfelelős:</b> Dr. Baracza Mátyás Krisztián, tudományos főmunkatárs	<b>Tantárgy kódja:</b> MFGFT5010D <b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Geofizikai és Térinformatikai Intézet / Geofizikai Tanszék <b>Tantárgyelem:</b> K
<b>Javasolt félév:</b> 4.	<b>Előfeltételek:</b> GEMAN6218B, GEFIT6102
<b>Óraszám/hét (ea+gyak):</b> 2+2	<b>Számonkérés módja (a/gy/v):</b> gy
<b>Kreditpont:</b> 4	<b>Tagozat:</b> nappali <b>Szakok:</b> Környezetmérnöki BSc
<b>Tantárgy feladata és célja:</b> A környezetvédelmi kutatásoknál használatos geofizikai kutatómódszerek, alap és speciális ismereteinek elsajátítása, amellyel a geokörnyezet geometriai és fizikai paramétereit megismerhetők, a környezeti károk megelőzése, ill. elhárítása céljából.	
<b>Fejlesztendő kompetenciák:</b> <i>tudás:</i> T4, T6, T10 <i>képesség:</i> K4, K10, K12 <i>attitűd:</i> A5, A6 <i>autonómia és felelősség:</i> F2, F3, F4	
<b>Tantárgy tematikus leírása:</b> A környezetgeofizika, mint az alkalmazott geofizika része. A geofizikai módszerek segítségével mérhető paraméterek és a geokörnyezet paramétereinek kapcsolata. A jelenleg alkalmazott és a közeljövőben várhatóan alkalmazásra kerülő környezet geofizikai kutatási módszerek alapjai. Gravitációs módszer alkalmazhatósága a környezetvédelmi kutatásokban. Mágneses módszer alkalmazhatósága a környezetvédelmi kutatásokban. Geoelektromos módszerek I - Egyenáramú módszerek. Geoelektromos módszerek II - Váltakozóáramú módszerek. Szeizmikus módszerek alkalmazhatósága a környezetvédelmi kutatások végzésekor. Mérnökgeofizikai szondázás, talajradar alkalmazási lehetőségei környezetvédelmi vizsgálatok végzéséhez. Radiometrikus és VLF módszer alkalmazhatósága környezetvédelmi problémák megoldásához. Egyéb módszerek, többféle fizikai elven működő mérnökgeofizikai módszer kombinációja. A témakörben használható mérési módszerek megismerése, mérési módszerek tervezése, optimalizációs lehetőségek tanulmányozása. A geokörnyezetről(ből) gyűjtött adatok feldolgozása és környezeti célú hasznosítása. Kisebbségi gyakorlati környezetgeofizikai feladatok megoldása	
<b>Félévközi számonkérés módja:</b> Az órákon való részvétel a tanulmányi és vizsgaszabályzat feltételei alapján, 2 db évközi (zárthelyi) írásos beszámoló (30-30% súllyal az érdemjegyben), 4 db gyakorlati feladat beadása (40% súllyal az érdemjegyben). <b>A tárgy teljesítéséért kapott osztályzat értékelési skálája:</b> elégtelen (0-45%), elégséges (46-60%), közepes (61-70%), jó (71-85%), jeles (86-100%).	
<b>Irodalom:</b> Dr. Takács Ernő, 1987: Geofizika. Tankönyvkiadó, Budapest, J-14-1444. Dr. Gyulai Ákos, 1997: A geofizikai módszerek mérnöki, környezetvédelmi alkalmazása. Oktatási segédlet. Miskolci Egyetem. Dr. Takács Ernő, 1981: Geofizika (Geoelektromos kutatómódszerek) II.rész, Tankönyvkiadó, Budapest, J- 14-1391 Ádám O., Steiner F., Takács E.: Bevezetés az alkalmazott geofizikába I., Tankönyvkiadó, Budapest, 1988, J14- 1642	

Koefoed O., 1979: Geosounding Principles, 1, Elsevier

Dr. Gyulai Á., 2002-2003: Geofizikai módszerek mérnöki, környezetvédelmi alkalmazásai  
II. Geoelektromos módszerek 2-D földtani szerkezetek kutatására, oktatási segédlet,  
Miskolci Egyetem

Mark E. Everett, 2013: Near Surface Applied Geophysics, Cambridge University Press

## Tantárgytematika (ütemterv)

Hét	Előadás
február 12.	Környezettudományok és a geofizika kapcsolata. Származtatott szakadatok lehetséges adatok típusai.
február 19.	Gravitációs módszer alkalmazhatósága a környezetvédelmi kutatásokban.
február 26.	Esettanulmányok bemutatása a gravitációs módszer alkalmazhatóságra vonatkozóan.
március 5.	Mágneses módszer alkalmazhatósága a környezetvédelmi kutatásokban.
március 12.	Esettanulmányok bemutatása a mágneses kutató módszer alkalmazhatóságra vonatkozóan. Geoelektromos módszerek I - Egyenáramú módszerek elméleti háttere.
március 19.	Esettanulmányok bemutatása az egyenáramú geoelektromos módszer alkalmazhatóságra vonatkozóan.
március 26.	Geoelektromos módszerek II - Váltakozóáramú módszerek.
április 2.	Esettanulmányok bemutatása az váltóáramú geoelektromos módszer alkalmazhatóságra vonatkozóan.
április 9.	Geofizikai inverzió lehetőségei a mért eredmények kiértékelésével kapcsolatosan.
április 16.	Szeizmikus módszerek alkalmazhatósága a környezetvédelmi kutatások végzésekor.
április 23.	Radiometrikus és VLF módszer alkalmazhatósága környezetvédelmi problémák megoldásához. Egyéb módszerek, többféle fizikai elven működő mérnökgeofizikai módszer kombinációja.
április 30.	Mérnökgeofizikai szondázás, talajradar alkalmazási lehetőségei környezetvédelmi vizsgálatok végzéséhez.
május 7.	Hulladéklerakók tulajdonságainak jobb megismerése érdekében végezhető komplex geofizikai kutatási lehetőségek módszerei, esettanulmányok elemzése.
május 14.	Egyéni szakmai beszámolók prezentálása.

<b>Hét</b>	<b>Gyakorlat</b>
február 12.	Geofizikai adatrendszerek kezelése. Interpretáció, hallgatók által elérhető programjai. Egyéni szakmai félévközi feladatok kiadása.
február 19.	Gravitációs feladat kiadása, megoldási módjának átbeszélése. Közös órai munka.
február 26.	Gravitációs szűrések és mért adatok kezelése.
március 5.	Mágneses feladat kiadása, megoldási módjának átbeszélése. Közös órai munka.
március 12.	Mágneses kutató módszer segítségével gyűjtött adatrendszer szűréseinek lehetőségei Geoelektromos I. feladat kiadása, megoldási módjának átbeszélése. Közös órai munka.
március 19.	Labor bemutató a gravitációs és mágneses mérőműszerek bemutatásával.
március 26.	1. zárthelyi dolgozat.
április 2.	Geoelektromos II. feladat kiadása, megoldási módjának átbeszélése. Közös órai munka.
április 9.	Geoelektromos II. feladat megoldása. Közös órai munka.
április 16.	Geoelektromos gyakorlatban használatos inverziós programok bemutatása, adatrendszerek készítése az adattérben, paramétertérben.
április 23.	Környezetgeofizikai problémák megoldáshoz készített szeizmikus adatrendszerek interpretálási lehetőségei. A talajradar gyakorlatban történő használata, a mért adatrendszeren történő szűrési lehetőségek bemutatása.
április 30.	Mérnökgeofizikai szondázás témakörét érintő esettanulmányok elemzése. Geoelektromos műszerek bemutatása laborkörülmények között.
május 7.	4 db félévközi feladat beadása.
május 14.	2. zárthelyi dolgozat.

## *1. zárthelyi mintafeladati*

### **Gravitációs módszer**

1. Fizikai alapja? (2 pont)
2. Mért mennyiségek? (2 pont)
3. Korrekciók és miért van erre szükség? (2 pont)
4. Bouguer anomália térkép? (2 pont)
5. Milyen kiértékelési eljárásokat ismer (lokális/regionális hatások kiemelése), mit jelent a felfelé és a lefelé folytatás és mi ennek az alapja? (2 pont)
6. Kutatási alkalmazása? (2 pont)

### **Mágneses módszer**

7. Fizikai alapja? (2 pont)
8. Mért mennyiségek? (2 pont)
9. Mágneses módszer korrekciói és miért van erre szükség? (2 pont)
10. Kutatási alkalmazásai? (2 pont)

### **Geoelektromos kutatás**

11. Mi a kőzetek fajlagos ellenállása? (2 pont)
12. Mitől függ a kőzetek fajlagos ellenállása? (2 pont)
13. Felszín közelében található leggyakoribb kőzetek fajlagos ellenállása? (2 pont)
14. Miért más a látszólagos fajlagos ellenállás, mint a valódi fajlagos ellenállás? (2 pont)
15. Ismertessen néhány mérési elrendezést, miért van rájuk szükség? (2 pont)
16. Mi a vonatkozási pont? (2 pont)
17. Mi a VESZ mérés? (2 pont)

### Értékelés:

Minden helyes válasz 2 pont, részben helyes válaszokra 1-2 pont adható

Elérhető maximum: 34 pont

Elérendő minimum a beszámoló teljesítéséhez: 16 pont

## 2. zárthelyi mintafeladatai

1. Mire alkalmazná a szeizmikus reflexiós módszert? (2 pont)
2. Mire alkalmazná a szeizmikus refrakciós módszert? (2 pont)
3. Mely kőzetekben haladnak gyorsabban a rugalmas hullámok? Írjon néhány példát is! Mely akusztikus hullámokkal nem vizsgálhatóak a folyadékok (köpeny, magma részei)? (2 pont)
4. Milyen környezetgeofizikai problémák megoldására használná a szeizmikus módszert? (2 pont)
5. Mit jelent elektromágneses hullámoknál a „skin mélység”? (2 pont)
6. Miért érdemes kombinálni a különböző geofizikai módszereket? (2 pont)
7. Milyen feladatok megoldására alkalmazható a VLF módszer? Mi a módszer rövid lényege? (2 pont)
8. Váltóáramú módszerek alkalmazásakor miért változtatjuk a frekvenciát? Hogyan nyerhető mélyebb behatolás? (2 pont)
9. Melyek a földkéreg leggyakoribb radioaktív izotópjai? Agyagrétegek kimutatására mely izotóp jelenléte a legfőbb indikátor? (2 pont)
10. Mire alkalmazható a talajradar (GPR), hogyan változtatható a behatolási mélység és a felbontás? (2 pont)

### Értékelés:

Minden helyes válasz 2 pont, részben helyes válaszokra 1-2 pont adható

Elérhető maximum: 20 pont

Elérendő minimum a zárthelyi teljesítéséhez: 9 pont

## 1. Zárthelyi megoldásai

### Gravitációs módszer

Fizikai alapja: *A felszínen végzett mérések során a gravitációs tér térbeli változásait (az elméleti értékekhez képesti anomáliák) térképezzük fel, amelyek a mérési pont környezetében, a felszín alatti laterális sűrűségváltozásokhoz köthetők.*

Mért mennyiségek: *A gravitációs gyorsulás  $m/s^2$ , GAL, mely mennyiségek egymásba átszámolhatóak.*

Korrekciók és miért van erre szükség: *Mérési adatokban különböző gravitációs hatások szerepelnek, a felszín alatti oldalirányú (laterális) sűrűségváltozások térképezése a feladat. Ezek a hatások a nehézségi gyorsulás  $10^{-7}$  -szeres nagyságrendje körül jelentkeznek. Kimutatásuk csak pontos műszerekkel, másrészt a „zavaró hatások” kiszűrésével lehetségesek. Korrekciókat alkalmaznak, melyek közül a leggyakoribbak a következők: -földrajzi szélesség (és hosszúság) szerinti g változás: NORMÁL KORREKCIÓ; - mérési állomás magasságok: MAGASSÁGI -és BOUGUER KORREKCIÓ; -állomások környezetében eltérő a topográfia: TOPOGRAFIKUS KORREKCIÓ; -árapály keltő erők és műszerjárás: BÁZISOLÁS; - mozgó objektum korrekciója: EÖTVÖS korrekció...*

Bouguer anomália térkép: *Cél a felszín alatti laterális sűrűségváltozás kimutatása. A Bouguer-anomáliát ( $\Delta g$ ) megkapjuk, ha minden egyes mérési pontra, ha fenti korrekciókat elvégezzük, majd a korrekciók után kapott értékekből térképet szerkesztünk.*

Milyen kiértékelési eljárásokat ismer (lokális/regionális hatások kiemelése), mit jelent a felfelé és a lefelé folytatás és mi ennek az alapja: *Ugyanazon ható, ha mélyebben van, akkor a gravitációs hatása nagyobb hullámhosszal és kisebb amplitúdóval jelentkezik, mint amikor a felszín közelében van. A gravitációs térképek lokális és regionális hatások szuperpozíciói. A lokális hatások a felszín közeli laterális sűrűségváltozások, míg a regionális hatások a kéreg mélyebben fekvő inhomogenitásai miatt jelentkeznek. A transzformációk célja a hatások szétválasztása, ill. a hatások egyikének a kiemelése. Lokális hatás kiemelése: Simítás- residual térkép készítése, Analitikus lefelé folytatás, Alul vágó szűrők, Második derivált térkép készítése. Regionális hatás kiemelése: Simítás-simított térkép készítése, Analitikus felfelé folytatás, Felülvágó szűrők alkalmazása.*

Kutatási alkalmazása: *- nagyobb sűrűségű kőzetek, intrúziók kimutatása, - tömeghiány tömegtöbblet feltérképezése, szénhidrogén csapdák felkutatása, - fúróluk gravimetria, - üregekutatás, gravitációs tér időbeli változásainak kutatása, stb.*

### Mágneses módszer

Fizikai alapja: *a kőzetek mágneses szuszceptibilitása. A kőzetek mágnesezettsége a remanens és az indukált mágnesezettség vektoriális összege. A remanens mágnesezettség a kőzet/ásvány képződéséhez kapcsolódik, erősen függ az ásványszemcsék anyagi minőségétől. Az indukált mágnesezettséget a jelenlegi mágneses tér hozza létre (amely erősen össze függ a naptevékenységgel) és arányos a  $\kappa$  szuszceptibilitással.*



Mért mennyiségek:  $Tesla = Wb/m^2$ ,  $1nT = 1 \text{ gamma}$ . Magyarország területén, a felszínen mérhető totális mágneses térerősség értéke 65.000-67.000 nT között változik.

Mágneses módszer korrekciói és miért van erre szükség: Pólus redukció, a mágneses anomália térképeket úgy transzformálják, mintha a mágneses hatónak vertikális mágnesezettsége lenne. Eredménye: egyszerűbb anomaliakép, könnyebb értelmezhetőség. A totális, a horizontális és a vertikális gradiens térkép egyaránt használható a felszín közeli anomáliák lehatárolására a nagyobb mágneses permeabilitású fémtárgyak kiemelésére. A gradiens térkép részleteket is kihoz, felbontása jobb. A lokális hatások a felszín közeli laterális szuszceptibilitás, míg a regionális hatások a földkéreg mélyebben fekvő inhomogenitásai miatt jelentkeznek. A transzformációk célja a hatások szétválasztása, ill. a hatások egyikének a kiemelése. Lokális hatás kiemelése: Analitikus lefelé folytatás, Alul vágó szűrők. Regionális hatás kiemelése: Analitikus felfelé folytatás, Felülvágó szűrők alkalmazása.

Kutatási alkalmazásai: - vulkanit határok kimutatása, - elektromos kábelek, - fémből készült csővezeték nyomvonalak detektálása, - paleomágneses kutatások, - napszél okozta változások monitoringozása, - mágnesezhető ércsek kutatása, - űrből készült földmágneses felvételek elemzése, - hulladéklerakók kontúrjának, inhomogenitásainak térképezése, - archeogeofizikai kutatások, stb.

## **Geoelektromos kutatás**

Mi a kőzetek fajlagos ellenállása: A fajlagos ellenállás  $\rho$  dimenziója ( $\Omega m$ ). A kőzetalkotó ásványok és a pórusokat kitöltő fluidumok téregységekre vonatkoztatott helyettesítő ellenállása.

Mitől függ a kőzetek fajlagos ellenállása: A kőzetek fajlagos ellenállása a közetszemcsék anyagi minőségétől, a pórusokban elhelyezkedő nedvesség és a benne oldott ionok koncentrációjától, valamint a mérésnél használt elektróda elrendezéstől függ.

Felszín közelében található leggyakoribb kőzetek fajlagos ellenállása: A mért RO értékek erősen függenek a víztartalomtól és a vízben oldott ionok koncentrációjától, Kavicsok 100-10.000  $\Omega m$ , Agyagok 2-50  $\Omega m$ , Homokok 50-1000  $\Omega m$ , Mészkö 100-5000  $\Omega m$ , Gránit 200-10.000  $\Omega m$ , Homokkő 100-2000  $\Omega m$ , stb.

Miért más a látszólagos fajlagos ellenállás, mint a valódi fajlagos ellenállás? Mert a látszólagos fajlagos ellenállás értéke erősen függ az alkalmazott elektróda elrendezéstől, különböző súlyú hibákkal terhelt, inverziós kiértékelés szükséges, hogy a látszólagos értékből valódi fajlagos ellenállási értékek legyenek.

Ismertessen néhány mérési elrendezést, miért van rájuk szükség: Wenner, Schlumberger, Különböző típusú Dipol elrendezések, Null elrendezések, melyeknek más az érzékenysége, hibákkal szemben robusztussága.

Mi a vonatkozási pont: A mérések kiértékelésekor az a pont ahová a mérési szelvényben az adatokat vonatkoztatjuk. A különböző megközelítések leggyakrabban használt vonatkozási mélységek  $AB/2$ ,  $AB/3$ . Általában az A és B elektródák közötti felező pont alatt helyezkednek el szimmetrikus elrendezések esetén.

Mi a VESZ mérés: *Vertikális Elektromos Szondázás. Egy mérési pont alatt meghatározott geometria szerinti terítéssel nyerhetünk újabb adatokat a mélység függvényében. Általában a behatolási mélység szemi-logaritmikus skála szerint változik. VESZ mérésekkel különböző elektróda elrendezések használhatóak.*

## **2. Zárthelyi megoldásai**

Mire alkalmazná a szeizmikus reflexiós módszert: *A kőzetekben a rugalmas hullám terjedési sebessége függ a kőzet minőségétől. Porózus képződményeknél függ a porozitás mértékétől, és a pórust kitöltő anyagtól is. Ezért a leggyakrabban az olajipari kutatásoknál használják, de sokszor vetik be vízi szeizmikus kutatások esetén is, amikor az üledékvastagságot és a porózus –kompakt kőzetek változásait követik a szelvényképeken. Geológiai interpretáció. Szeizmo-sztratigrafikus szelvények készítése üledékképződési szekvenciák elemzéséhez. Talapzatok, betonpillérek tömörségi vizsgálatai. Veszélyes fák korhatsági fokának vizsgálatai.*

Mire alkalmazná a szeizmikus refrakciós módszert: *Sekélyföldtani térképezés, mérnökgeofizikai feladatok megoldása. Gátak állékonysági vizsgálatai.*

Mely kőzetekben haladnak gyorsabban a rugalmas hullámok, írjon néhány példát is, mely hullámokkal nem vizsgálhatóak a folyadékok: *A kompakt, tömör kőzetekben haladnak gyorsabban a rugalmas hullámok. levegő 330 m/s, üledékes kőzetek 1-7.10<sup>3</sup> m/s, magmás kőzetek 4-7.10<sup>3</sup> m/s, amely erősen változik a kőzetek kompaktáltsági fokától, a repedések számától és a repedéseket kitöltő fluidumtól.*

Milyen környezetgeofizikai problémák megoldására használná a szeizmikus módszert: *A refrakciós módszer segítséget tud nyújtani a sekélyföldtani kérdések megválaszolásában, hulladéklerakó vastagsági, fedettségi viszonyainak kutatásában. Mérnökgeofizikai kérdések megoldásában, stb.*

Mit jelent elektromágneses hullámoknál a „skin mélység”: *Az a mélység ahol a használt elektromágneses hullám amplitúdója az  $e$ -ad részére csökken. Gyakorlatilag ennek tudatában tervezhető a vizsgáló frekvencia behatolási mélysége. Fontos tervezni a felbontó képességet és a behatolási mélységet.*

Miért érdemes kombinálni a különböző geofizikai módszereket: *Mert a különböző módszerek más-más fizikai paraméter mérésére érzékenyek, más a mért adatrendszer információs mátrixa, így invertáláskor csökken az ekvivalencia értéke, növekszik a származtatott adatok megbízhatósága. Egymást támogatni képesek az egyes módszerek.*

Milyen feladatok megoldására alkalmazható a VLF módszer, mi a módszer rövid lényege: *A VLF módszer segítségével sekélyföldtani kutatás végezhető, jól és rosszul vezető közegek határai jól lehatárolhatóak. pl. törészónák, agyagos rétegek határai, stb. A VLF módszer lényege, hogy távoli katonai adók nagy energiával sugárzott EM frekvenciái segítségével vizsgálhatóak a felszín közeli földtani paraméterek. Minél alacsonyabb frekvenciát választunk, annál nagyobb a behatolási mélység.*

Váltóáramú módszerek alkalmazásakor miért változtatjuk a frekvenciát, hogyan nyerhető mélyebb behatolás: *Azért változtatjuk a frekvenciát, hogy mélyebbre „láthassunk”. Alacsonyabb frekvencia mélyebb behatolási mélységet biztosít. Viszont ha fontos a részlet dús felbontás, akkor növelni kell a frekvenciát, ez viszont csökkenti a behatolást. Kompromisszum szükséges, attól függően mi a kutatás szempontjából a fontosabb.*

Melyek a földkéreg leggyakoribb radioaktív izotópjai, agyagrétegek kimutatására mely izotóp jelenléte a legfőbb indikátor: *Urán 238, Tórium 232, Kálium 40. Szennyezetlen agyagrétegek K40 tartalma általában emelkedettebb gamma aktivitást okoz, az agyagásványok kristályrácsában elhelyezkedő kálium izotópja miatt.*

Mire alkalmazható a talajradar (GPR), hogyan változtatható a behatolási mélység és a felbontás: *Talajradar vagy angol rövidítéssel GPR, egy olyan in-situ mérő eszköz, amely nagy frekvenciájú elektromágneses jel segítségével térképezi a közeget. Nagyobb frekvencia kisebb behatolást és nagyobb felbontó képességet jelent, míg az alacsonyabb frekvencia nagyobb behatolást és kisebb felbontó képességet eredményez. A nedvesség erősen rontja az elektromágneses hullámok behatolási képességét. Fontos a jó csatolás az adó-vevő és a vizsgált közeg között.*