



# GEOFIZIKAI MÉRÉSEK FELDOLGOZÁSA III.

Műszaki földtudományi BSc – földtudományi szakirány

2020/21 I. félév

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

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

## A tantárgy adatlapja

<b>Tantárgy neve:</b> Geofizikai mérések feldolgozása III.	<b>Tantárgy kódja:</b> MFGFT6006D
<b>Tárgyfelelős:</b> Dr. Baracza Mátyás Krisztián, tudományos főmunkatárs	<b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Geofizikai és Térinformatikai Intézet / Geofizikai Tanszék
<b>Javasolt félév:</b> 7.	<b>Tantárgyelem:</b> K
<b>Óraszám/hét (ea+gyak):</b> 1+2	<b>Előfeltételek:</b> MFGFT6005D
<b>Kreditpont:</b> 3	<b>Számonkérés módja (a/gy/v):</b> gy
	<b>Tagozat:</b> nappali
	<b>Szakok:</b> Műszaki földtudományi BSc – földtudomány szakirány
<p><b>Tantárgy feladata és célja:</b>  A Műszaki földtudományi alapszak hallgatóit bevezeti a geofizikai mérések elvégzésével alkotott adatrendszerek feldolgozásába, értelmezésébe. <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</p>	
<p><b>Tantárgy tematikus leírása:</b>  A felszínen és a fúrólukakban végzett geofizikai mérések földtani- geofizikai értelmezése. Gravitációs értelmezés alapjai. Mágneses értelmezés alapjai. Geoelektromos értelmezés alapjai I – Egyenáramú módszerek. Geoelektromos értelmezés alapjai II – Váltakozóáramú módszerek. Mérnökgeofizikai szondázás. Talajradar. Szeizmikus értelmezés alapjai. Radiometriai értelmezés alapjai. Napjainkban alkalmazott főbb integrált értelmező rendszerek áttekintése. A geofizikai kutatások alkalmazási lehetőségeinek áttekintése a földtani és mérnökföldtani kutatások területén. A geofizikai kutatások alkalmazási lehetőségeinek áttekintése a hidrogeológiai kutatások területén. A geofizikai kutatások alkalmazási lehetőségeinek áttekintése a környezetföldtani és környezetkutatások területén.</p>	
<p><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).</p> <p><b>A tárgy teljesítéséért kapott osztályzat értékelési skálája:</b> elégtelen (0-45%), elégséges (46-60%), közepes (61-70%), jó (71-85%), jeles (86-100%).</p>	

**Irodalom:**

Ádám O., Steiner F., Takács E.: Bevezetés az alkalmazott geofizikába I., Tankönyvkiadó, Budapest, 1988, J14- 1642

Dr. Gyulai Á., 2002-2003: Geofizikai módszerek mérnöki, környezetvédelmi alkalmazásai II. Geoelektromos módszerek 2-D földtani szerkezetek kutatására, oktatási segédlet, Miskolci Egyetem Dr. Takács Ernő, 1987: Geofizika. Tankönyvkiadó, Budapest, J-14-1444.

Dr. Takács Ernő, 1987: Geofizika (Geoelektromos kutatómódszerek) I. rész, Tankönyvkiadó, Budapest, J- 14-907 Dr. Takács Ernő, 1981: Geofizika (Geoelektromos kutatómódszerek) II. rész, Tankönyvkiadó, Budapest, J- 14-1391

Dr. Takács Ernő, 1988: Bevezetés az alkalmazott geofizikába I., Tankönyvkiadó, J-14-1642.

Dr. Csókás J., 1993: Alkalmazott Geofizika, Felszíni kutatómódszerek, Nemzeti

Tankönyvkiadó, J-14-1095

Dr. Steiner F., 1982: G

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

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

## Tantárgytematika (ütemterv)

Hét	Előadás
szeptember 09.	Gravitációs módszer alkalmazhatósága a geológiai és mérnöki gyakorlatban (online).
szeptember 16.	Mágneses módszer alkalmazhatósága a geológiai és mérnökgeofizikai gyakorlatban (online).
szeptember 23.	Geoelektromos módszerek I.- Egyenáramú módszerek. Geoelektromos módszerek II.- Váltakozóáramú módszerek (online).
szeptember 30.	Esettanulmányok bemutatása az egyenáramú geoelektromos módszer alkalmazhatóságára vonatkozóan (online).
október 7.	Radiometrikus és VLF módszer alkalmazhatósága mérnöki problémák megoldásához (online).
október 14.	Szeizmikus módszerek alkalmazhatósága a földtani és az ember által épített környezet kutatására vonatkozóan. Geofizikai inverzió lehetőségei a mért eredmények kiértékelésére vonatkozóan (online).
október 21.	Mérnökgeofizikai szondázás, talajradar alkalmazási lehetőségei. Egyéb módszerek, többféle fizikai elven működő mérnökgeofizikai módszer kombinációs lehetőségei (online).
október 28.	Személyes jelenlét, Zárthelyi Dolgozat.
november 4.	Eredmények áttekintése, teljesítményértékelés.
november	------(végzős hallgatók rövidebb szorgalmi időszaka miatt)

Hét	Gyakorlat
szeptember 09.	Gravitációs feladat kiadása, megoldási módjának átbeszélése. Geofizikai adatrendszerek kezelése. Feladat online átbeszélése, technika bemutatása (online).
szeptember 16.	Mágneses feladat kiadása. Feladat online átbeszélése, technika bemutatása (online).
szeptember 23.	Geoelektromos I. feladat kiadása és a Geoelektromos II. feladat kiadása, megoldási módjának megbeszélése (online).

szeptember 30.	Geoelektromos II. feladat megoldása. Feladat online átbeszélése, technika bemutatása (online).
október 7.	Geoelektromos gyakorlatban használatos inverziós programok bemutatása, adatrendszerek készítése az adattérben, paramétertérben (online).
október 14.	Gravitáció, Mágneses, Radiometrikus és VLF műszerek és a műszerek által készített adatrendszerek bemutatása (online).
október 21.	A talajradar gyakorlatban történő használata, a mért adatrendszeren történő szűrési lehetőségek bemutatása (online).
október 28.	Személyes jelenlét: Féléves feladat prezentálása, jegyzőkönyvek beadása.
november 4.	Eredmények áttekintése, teljesítményértékelés.
november	------(végzős hallgatók rövidebb szorgalmi időszaka miatt)

### **Zárthelyi mintafeladatai:**

1. Milyen fizikai mennyiség változásait méri a gravitációs módszer, mik a mért mennyiségek? (2 pont)
2. Milyen korrekciókat használnak a gravitációs adatok kiértékeléséhez, mit szintetizál a Bouguer
  - a. anomália térkép? (2 pont)
3. Lokális és regionális hatások kiemelése milyen módszereket ismer, milyen kutatási alkalmazásai
  - a. lehetségesek a gravitációs módszerek? (2 pont)
4. Milyen fizikai mennyiség mérésére használatos a mágneses módszer, mik a mért mennyiségek? (2 pont)
5. Milyen főbb korrekciókat ismer a mért mágneses térképek kiértékeléséhez, írja le a módszer legfőbb földtani, mérnökgeofizikai alkalmazásait? (2 pont)
6. Mit nevezünk a kőzetek fajlagos ellenállásának, mitől függ a kőzetek fajlagos ellenállása? (2 pont)
7. Adja meg számszerűen néhány gyakori kőzet fajlagos ellenállását? (2 pont)
8. Mire alkalmazná a GP módszert? (2 pont)
9. Ismertessen néhány mérési elrendezést, miért van rájuk szükség? (2 pont)
10. Mi a VESZ mérés, mit nevezünk vonatkozási pontnak? (2 pont)

11. Milyen földtani jellegű kutatásokra használná a szeizmikus refrakciós, reflexiós módszert. Hogyan kelthetők rugalmas hullámok, milyen sűrűségű kőzetekben haladnak gyorsabban a rugalmas hullámok? (2 pont)
12. Mit jelent az ekvivalencia problémája, miért érdemes kombinálni a különböző geofizikai módszereket?  
a. (2 pont)
13. Sekélyföldtani kutatásoknál milyen problémák megoldására használná a Very Low Frequency (VLF) módszert, röviden írja le a VLF működési elvét? (2 pont)
14. Váltóáramú módszerek alkalmazásakor miért fontos figyelni a skin mélységet, mit jelent ennek a hatása frekvencia szondázáskor? (2 pont)
15. Vízkutatás szempontjából miért fontos az anyagos rétegek jelenléte. Agyagrétegek kimutatására mely izotóp jelenléte a legfőbb marker? (2 pont)

### Értékelés:

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

Elérhető maximum: 30 pont

Elérendő minimum a beszámoló teljesítéséhez: 12 pont

### Zárthelyi megoldásai

1. Milyen fizikai mennyiség változásait méri a gravitációs módszer, mik a mért mennyiségek: *A földfelszíni 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. A gravitációs gyorsulás mért mennyiségei:  $m/s^2$ , GAL, mely mennyiségek egymásba átszámolhatóak.*
2. Milyen korrekciókat használnak a gravitációs adatok kiértékeléséhez, mit szintetizál a Bouguer anomália térkép: *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 műszerjárási bázisozás; - mozgó objektum korrekciója: Eötvös korrekció. Bouguer anomália térkép célja 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.*
3. Lokális és regionális hatások kiemelése milyen módszereket ismer, milyen kutatási alkalmazásai lehetségesek a gravitációs módszernek: *Ugyanazon ható, ha mélyebben helyezkedik el, akkor a gravitációs hatása nagyobb hullámhosszal és kisebb amplitúdóval jeleníthető meg, 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 földkéreg 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. Legfőbb*

*alkalmazásai a fúróluk gravimetria, nagyobb sűrűségű kőzetek, intrúziók kimutatása, tömeghiány tömegtöbblet feltérképezése, szénhidrogén csapdák felkutatása, üregkutatás, gravitációs tér időbeli változásainak kutatása, stb.*

4. Milyen fizikai mennyiség mérésére használatos a mágneses módszer, mik a mért mennyiségek: *A mágneses geofizikai módszer a kőzetek mágneses szuszceptibilitása. A kőzetek mágneszettsége a remanens és az indukált mágneszettség vektoriális összege. A remanens mágneszettség a kőzet/ásvány képződéséhez kapcsolódik, erősen függ az ásványszemcsék anyagi minőségétől. Az indukált mágneszettséget a jelenlegi földi háttér mágneses tér hozza létre (amely erősen össze függ a naptevékenységgel) és arányos a  $\kappa$  szuszceptibilitással. A mágneses módszer alkalmazásakor mért mennyiségek:  $Tesla = Wb/m^2$ ,  $InT = 1 \text{ gamma}$ . Magyarország területén, a felszínen mérhető totális mágneses térerősség értéke 65.000-67.000 nT között változik.*

5. Milyen főbb korrekciókat ismer a mért mágneses térképek kiértékeléséhez, írja le a módszer legfőbb földtani, mérnökgeofizikai alkalmazásait: *Pólus redukció, a mágneses anomália térképeket úgy transzformálják, mintha a mágneses hatónak vertikális mágneszettsége lenne. Eredménye: egyszerűbb anomáliakép, 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 előhoz az eloszlástérképből, 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 alkalmazása. Regionális hatás kiemelése: Analitikus felfelé folytatás, Felülvágó szűrők alkalmazása. Kutatási alkalmazásai a mágneses módszernek: vulkanit határok kimutatása, elektromos kábelek, fémből készült csővezetéki nyomvonalak detektálása, paleomágneses kutatások, napszél okozta változások monitoringozása, mágnesezhető ércek kutatása, űrből készült földmágneses felvételek elemzése, hulladéklerakók kontúrjának, inhomogenitásainak térképezése, archeogeofizikai kutatások, stb.*

6. Mit nevezünk a kőzetek fajlagos ellenállásának, mitől függ a kőzetek fajlagos ellenállása: *A fajlagos ellenállás  $\rho$  dimenziója ( $\Omega m$ ). A kőzetalkotó ásványok és a pórusokat kitöltő fluidumok téregységekre vonatkoztatott helyettesítő ellenállása. A kőzetek fajlagos ellenállása a kőzetszemcsék anyagi minőségétől, a pórusokban elhelyezkedő nedvesség és a benne oldott ionok koncentrációjától, valamint a mérésnél használt elektróda elrendezéstől függ. A látszólagos fajlagos ellenállás értéke különböző súlyú hibákkal terhelt, ezért inverziós kiértékelés szükséges, hogy a látszólagos értékből valódi fajlagos ellenállási értékek legyenek.*

7. Adja meg számszerűen néhány gyakori kőzet fajlagos ellenállását: *A mért fajlagos ellenállás (RO) értékek erősen függenek a víztartalomtól és a vízben oldott ionok koncentrációjától. Pl.: 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.*

8. Mire alkalmazná a GP módszert: *Vízutatásnál agyagos-homokos képződmények elkülönítésére, hintett érces telepek kimutatására, szennyezett területek lehatárolására, stb.*

9. Ismertessen néhány mérési elrendezést, miért van rájuk szükség: *Wenner, Schlumberger, Különböző típusú Dipol elrendezések, Null elrendezések, melyeknek más a geológiai struktúrák iránti érzékenysége, hibákkal szemben robusztussága.*

10. Mi a VESZ mérés, mit nevezünk vonatkozási pontnak: *Vertikális Elektromos Szondázás röviden VESZ. Földfelszíni méréseknél, egy mérési pont alatt meghatározott geometria szerinti terítéssel nyerhetünk újabb adatokat a mélység függvényében. Általában a behatolási mélység szemi-logaritmikus skála szerint változik. VESZ mérések végzésekor különböző elektróda elrendezéseket használunk. A mérések kiértékelésekor a vonatkozási pont az a pont ahová a mérési szelvényben az adatokat vonatkoztatjuk. A különböző megközelítésekkor leggyakrabban használt vonatkozási mélységek AB/2, AB/3. Általában az A és B elektródák közötti távolság felező pontja alatt helyezkednek el szimmetrikus elrendezések eset*

11. Milyen földtani jellegű kutatásokra használná a szeizmikus refrakciós, reflexiós módszert. Hogyan kelthetők rugalmas hullámok, milyen sűrűségű kőzetekben haladnak gyorsabban a rugalmas hullámok: *A kőzetekben a rugalmas hullámok (pl. p, s hullámok) terjedési sebessége függ a kőzet minőségétől. Porózus képződményeknél függ a porozitás mértékétől, és a pórust kitöltő anyagtól is. Ezért a szeizmikus módszert 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.*

*A reflexiós szeizmikus módszer segítségével: Geológiai interpretáció, Szeizmo-sztratigrafikus szelvények készíthetők üledékképződési szekvenciák elemzéséhez, Talapzatok, betonpillérek tömörségi vizsgálatai, Veszélyes fák korhatsági fokának vizsgálatai, stb.*

*A refrakciós módszer segítséget tud nyújtani: Sekélyföldtani kérdések megválaszolásában, Hulladéklerakó vastagsági, fedettségi viszonyainak kutatásában, Mérnökgeofizikai, Hidrogeológiai feladatok megoldásában, Gátak állékonysági vizsgálataiban, stb. Szeizmikus rugalmas hullámok kelthetők: Kalapácsütésekkel, robbantással, airgun, stb. 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.*

12. Mit jelent az ekvivalencia problémája, miért érdemes kombinálni a különböző geofizikai módszereket: *Egy mérési adatsorra többféle földtani modell is illeszkedhet, így nehéz kiválasztani melyikkel állunk szemben az aktuális kutatás alkalmával. Fontosak az apriori információk. Mert a különböző módszerek más-más fizikai paraméter mérésére érzékenyek, más a mért adatrendszerek információs mátrixa, így invertáláskor csökken az ekvivalencia mértéke, növekszik a származtatott adatok megbízhatósága. Egymást képesek támogatni a különböző fizikai elven működő geofizikai módszerek, mert ha például egy más elven működő geofizikai módszer egyértelműen kijelöli a réteghatárokat, könnyebb kiválasztani a másik módszer ekvivalens jó megoldásai közül a helyes földtani modellt.*

13. Sekélyföldtani kutatásoknál milyen problémák megoldására használná a Very Low Frequency (VLF) módszert, röviden írja le a VLF működési elvét: *A VLF műszer segítségével sekélyföldtani kutatás végezhető, amikor jól és rosszul vezető közegek határai jól lehatárolhatóak, pl. agyagos (bomlott) és kompakt kőzetek határai, törészónák, tektonikus szerkezetek határai, stb. A VLF módszer lényege, hogy távoli katonai adók nagy energiával sugárzott elektromágneses (EM) vivőhullámai járnak át a földtani közeget. Ezen diszkrét hullámok segítségével vizsgálhatók a felszín közeli geológiai paraméterek. Minél alacsonyabb EM frekvenciát választunk az éppen üzemelő katonai adások közül, annál nagyobb a behatolási mélység.*

14. Váltóáramú módszerek alkalmazásakor miért fontos figyelni a skin mélységet, mit jelent ennek a hatása frekvencia szondázáskor: *A skin mélység az a kalkulálható mélység, ahol a kutatásnál alkalmazott elektromágneses hullám amplitúdója az e-ad részére csökken. Ennél mélyebbről nem nyerhető elegendő információ a megismerni kívánt földtani közegről. A skin mélység ismeretében pontosan tervezhető a vizsgálat frekvencia behatolási mélysége. Frekvencia szondázáskor fontos tervezni a felbontó képességet és a behatolási mélységet. Magasabb frekvencia részletesebben képezheti le a földtani közeget, de a behatolási mélysége csekélyebb, mint az alacsonyabb frekvenciának.*

15. Vízkutatás szempontjából miért fontos az agyagos rétegek jelenléte. Agyagrétegek kimutatására mely izotóp jelenléte a legfőbb marker: *Vízkutatás szempontjából fontos, hogy a geológusok és a geofizikusok pontosan tudják térben hol helyezkednek el az agyagos képződményeket tartalmazó rétegek. A sok agyagot tartalmazó rétegekből nem vagy csak kevés mennyiségű víz nyerhető gravitációs úton. Az agyagok kristályrácsába épülve és a felületéhez kötődve sok káliumion és sok kálium 40-es izotóp található. Egyes esetekben Urán-238 és Tórium-232 izotópok is feldúsulhatnak az agyagásványok felületén.*