



GEOFIZIKA II.

Műszaki Földtudományi (BSc) alapszak

2022/23 II. félév

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

Miskolci Egyetem
Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar
Nyersanyagkutató Földtudományi Intézet
Geofizikai i. tanszék

A tantárgy adatlapja

<p>Tantárgy neve: Geofizika II. Tárgyjegyző: Dr. Ormos Tamás, egyetemi magántanár A tárgy oktatói: Dr. Ormos Tamás, egyetemi magántanár Dr. Nádasi Endre, egyetemi adjunktus</p>	<p>Tantárgy kódja: MFGFT6003D Tárgyfelelőstanszék/intézet: Geofizikai és Térinformatikai Intézet / Geofizikai Tanszék Tantárgyelem: K</p>
<p>Javasolt félév: 6</p>	<p>Előfeltételek: MFGFT6002D</p>
<p>Óraszám/hét (ea+gyak): 2+2</p>	<p>Számonkérés módja (a/gy/v): vizsga</p>
<p>Kreditpont: 4</p>	<p>Tagozat: nappali Szakok/szakirányok: Műszaki földtudományi BSc</p>
<p>Tantárgy feladata és célja: A tantárgy célja, hogy a földtudományi szakirány hallgatói megismerjék és elsajátítsák a Geofizika alapjai c. tárgyra építve a felszíni és fúrású geofizikai kutatás alapvető (főbb) módszereit. Továbbá a tárgy keretében megszerzett ismeretek alapján képeznek részletesebb geofizikai stúdiumoknak.</p> <p>Fejlesztendő kompetenciák: tudás: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 képesség: K1, K2, K3, K4, K5, K6, K9 attitűd: A1 autonómia és felelősség:</p>	
<p>Tantárgy tematikus leírása: Az alkalmazott geofizika szeizmikus és fúrású szelvényezési módszerei. Fizikai alapok, a rétegparaméterek meghatározása. A szeizmikus refrakciós, reflexiós módszerek. A szilárdásvány (szén, érc) és fluidum (olaj, gáz, víz) kutatás, a környezetvizsgálatok és a termelő kutak fúróluk-geofizikai szelvényezési módszerei (természetes potenciál, természetes gamma, fajlagos ellenállás, gamma-gamma, neutron-neutron, akusztikus, termikus, technikai szelvényezés). Kőzetfizikai és tárolóparaméterek számítása fúróluk szelvények felhasználásával.</p>	
<p>Félévközi számonkérés módja: az órákon való részvétel a tanulmányi és vizsgaszabályzat feltételei alapján, 2 db évközi írásos beszámoló, 4 db kiadott évközi egyéni feladat (az aláírás feltétele). A tárgy teljesítéséért kapott osztályzat értékelési skálája: elégtelen (0-45%), elégséges (46-60%), közepes (61-70%), jó (71-85%), jeles (86-100%).</p>	
<p>Kötelező és javasolt irodalom jegyzéke: Dr. Takács Ernő, 1988: Bevezetés az alkalmazott geofizikába I., Tankönyvkiadó, J-14-1642. Dr. Meskó Attila, 1994: Rugalmas hullámok a Földben. A szeizmikus kutatómódszer. Akadémiai Kiadó, Budapest. Ádám Oszkár: Szeizmikus kutatás I-II. Tankönyvkiadó, Budapest Multinacionális CH kutató cégek anyagai. Dr. Csókás János, 1989: Mélyfúrású geofizika, Tankönyvkiadó, J-14-1658. Dr. Kiss B., Dr. Ferenczy L., 1993: Szénhidrogén-tárolók mélyfúrású geofizikai értelmezése. Nemzeti Tankönyvkiadó. Serra, O., 1984: Fundamentals of well-log interpretation. Elsevier. Dr. Szabó Norbert Péter, 2010: Oktatási segédletek, http://www.uni-miskolc.hu/~geofiz/segedlet.html. Asquith G., Krygowski D., 2004: Basic well log analysis. American Association of Petroleum Geologists. Schlumberger, 1989: Log interpretation principles/applications.</p>	

Tantárgytematika (ütemterv)

Dátum	Előadás (szeizmika)
március 1.	Bevezetés a szeizmikába: történeti áttekintés, szeizmológia, meghatározó magyar és külföldi tudósok a szakterületen. Szeizmikus kutatás és a földtani-fizikai modellek. Szeizmogramok, geofonok, műszerek.
március 8.	A szeizmika elméleti alapjai: rugalmasságtan, rugalmas hullámok mozgásegyenlete, és megoldása legegyszerűbb modell példáján. Primer és szekunder, valamint vezetett hullámok. Dinamikus rugalmassági állandók meghatározása laborban és terepen.
március 22.	Gyakorlati szeizmika alapjai: a hullámoptika törvényei. Akusztikus impedancia, reflexiós és transzmissziós együtthatók. A reflektivitás függvény. szintetikus szeizmogram. A sebességek és porozitás kapcsolata. A „bright spot” és alkalmazása a direkt szénhidrogén kutatásban.
március 29.	Reflexiós szeizmika alapjai: rugalmas síkhullámok út-idő függvényei rétegzett közegben. (Reflexió, refrakció) A reflektált hullám út-idő függvényeinek tulajdonságai. A gyakorlati reflexiós szeizmika: a többszörös fedésű CMP módszer. Mérési elrendezés. Statikus és dinamikus és korrekciók.
április 5.	A gyakorlati reflexiós szeizmika: Összegzés. Jel/zaj viszony, és annak javítása. 2D és 3D kivitelezés. Időszelvény és adatblokk.
április 12.	Feldolgozás, értelmezés: izokron térkép és elkészítésük időszelvényekből valamint 3D adatblokkból. A „time-slice”. A szeizmikus migráció. Terepi példák. A szeizmikus reflexiós módszer vertikális és horizontális felbontóképessége. A Fresnel zóna. Mitől függ a felbontóképesség?

Dátum	Gyakorlat (szeizmika)
március 8.	Rugalmassági állandók meghatározása: nagynyomású akusztikus közetfizikai labor bemutatása a Geofizikai tanszéken.
március 22.	Reflexiós és transzmissziós együtthatók, valamint szintetikus szeizmogram (kézi/grafikus) számítása.
március 29.	Réteghatárok mélységének és dőlésének, valamint a rugalmas hullám effektív sebességének (kézi/grafikus) számítása terepi szeizmogramból. Szorgalmi önkéntes feladat: a probléma megoldása inverziós módszerrel – önálló szoftverfejlesztéssel.
április 5.	Izokron szeizmikus térkép szerkesztése szintetikus időszelvényekből. A víz- és szénhidrogén-telítettség meghatározása.
április 12.	Izokron szeizmikus időtérkép szerkesztése terepi 3D-s „time-slice”-okból.

Dátum	Előadás (karotázs)
április 26.	A mélyfúrási geofizikai módszerek alapjai. Kőzetfizikai bevezetés.
május 3.	Litológiai szelvényezési módszerek, alkalmazási területek.
május 10.	Porozitáskövető szelvényezési módszerek, alkalmazási területek.
május 17.	Speciális szelvényezési eljárások.
május 24.	Mérnökgeofizikai szondázási módszerek. Egyéni feladatok beadása.

Dátum	Gyakorlat (karotázs)
április 26.	A fúrólúkszelvények korrekciója. A mért mennyiségek és a kőzetfizikai paraméterek kapcsolata. Alapvető összefüggések, egyenletek bemutatása.
május 3.	A réteghatárok kijelölése, az agyagtartalom számítása.
május 10.	A porozitás és az áteresztőképesség meghatározása.
május 17.	Speciális szelvényezési eljárások.
május 24.	Mérnökgeofizikai szondázási adatok kiértékelése, inverziója. Egyéni feladatok beadása. Zárthelyi dolgozat.

Írásbeli vizsga zárthelyi dolgozat.

Geofizika II. c. tárgy (szeizmika rész)

Műszaki Földtudományi alapszak

A szeizmika alapjai

1. Mely fizikai alaptörvényekből indulunk ki a rugalmas hullámok terjedését leíró egyenlet felállításakor a legegyszerűbb esetben? (3p)
2. Becsülje meg a longitudinális hullámok terjedési sebességeinek nagyságrendjét az alábbi közegekben! (4p)
 - a.) vízzel telített homok:
 - b.) agyag:
 - c.) mélységi magmás kőzet:
 - d.) lösz:
3. A tapasztalatok szerint a primer hullámok gyakran nagyobb sebességgel terjednek a levegőben, mint a felszín közeli rétegekben! Mi az elméleti alapja ennek a jelenségnek? (2p)
4. A szeizmikus mérések eredményeiből hogyan számíthatók ki a mérnöki gyakorlatban leggyakrabban használt rugalmassági állandók (nem képlet, hanem az elv), mi a gyakorlati jelentősége? (4p)
5. Mit nevezünk szeizmogramnak? Mit ábrázol? (3p)

Szeizmikus reflexiós módszer alapjai

1. Rajzolja fel két rugalmas közeg határfelületére szög alatt beeső vertikális síkban poláros transzverzális síkhullám által keltett síkhullámok sugárújtait! Mely törvény írja le az ábrázolt terjedési viszonyokat? (2p)
2. Mely esetben tapasztalhatunk negatív értékű reflexiós együtthatót, és mi e jelenség fontos gyakorlati jelentősége? (3p)
3. Számítsa ki a felszínre visszaérkező a második réteghatárról reflektált síkhullám amplitúdóját, ha a merőlegesen beeső hullám amplitúdója 1. 1-D rétegsort feltételezünk, ahol a longitudinális sebességek rendre: 1200, 1600, 1800 m/s és a sűrűségek 2000, 2200, 2500 kg/m³ értékűek (2p)

A szeizmikus reflexiós módszer alkalmazása

1. Mikor esik azonos (abszcisszájú) helyre a reflexiós hiperbola t_0 és minimum értéke? (1p)

2. Milyen módon számíthatjuk ki (szerkeszthetjük meg) a felszínre érkező reflektált hullámok futási időiből a reflektáló határfelület mélységét és dőlését, valamint az átlagsebességet? Milyen feltételezéseket kell tennünk? Milyen korszerű módszereket használna a feladat megoldásához? (6p)
3. Mit nevezünk jel/zaj viszonyoknak? Mitől függ, és mi a jelentősége? (3p)
4. Mi a CMP módszer lényege és milyen fontos előnyök származnak alkalmazásából? (3p)
5. Mire szolgálnak a dinamikus és statikus korrekciók (2p)
6. Mit értünk időszelvényen, és adatblokkon? (4p)
7. Milyen célt szolgál a szeizmikus migráció művelet? (2p)
8. Mi az előnye a 3D szeizmikának a 2D-vel szemben. (2p)
9. Mit értünk a reflexiós szeizmika felbontóképességén? Mitől és hogyan függ a mértéke? (4p)

(Értékelés: 0-45%: elégtelen, 46-60%:elégséges, 61-70%:közepes, 71-85%:jó, 86-100%:jeles)

(Tájékoztatásul: az European Credit Transfer System (ECTS) szerinti minősítés: 0-50%:F, 50-60%:FX, 60-65%:E, 65-75%:D, 75-85%:C, 85-95%:B, 95-100%:A F: elégtelen nem ismételhető, FX: elégtelen ismételhető, E: elégséges, D: közepes, C: jó, B: jeles, A: kitűnő).

Mintafeladatok:

Reflexiós és transzmissziós együtthatók számítása

A feladat: számítsa ki valamennyi réteghatárról a felszínre visszaérkező reflektált hullám amplitúdóját! A feladat megoldásához feltételezzünk 1D (párhuzamos, sík réteghatárok, homogén közegek) modellt, valamint a réteghatárokra való merőleges irányú hullámterjedést. A felszínen elindított hullám amplitúdóját válasszuk egységnyinek! Az eredményünket grafikusan is ábrázoljuk reflektivitás függvény formájában (a felszínre érkezett hullám amplitúdójának nagyságával arányos egyenesek a reflexiós idő függvényében). A számítás során tekintsünk el a geometriai szóródástól (spreading), a belső csillapodástól (abszorpció),

A feladat megoldásának menete:

- Számoljuk ki valamennyi rétegre az akusztikus impedancia $z_i = v_i \rho_i$ értékeit!
- Számoljuk ki valamennyi réteghatárra a reflexiós együtthatók $R_i = (z_{i+1} - z_i) / (z_{i+1} + z_i)$ értékeit!
- A felszínre visszaérkező az n-ik réteghatáron reflektált hullám amplitúdóit számítjuk ki az alábbi összefüggéssel, valamennyi réteghatárra:

$$A_n = \prod_{i=1}^{n-1} (1 - R_i^2) R_n$$

- A rétegekbeni terjedési sebességekből és a rétegvastagságokból számítsuk ki a reflektált hullámok futási t_n idejét felszíntől felszínig, az n-ik réteghatáron való reflexiót követően.
- Az $A_n - t_n$ reflektivitás függvényt grafikus jelenítsük meg.

Beadandó: a számításokat és szerkesztést tartalmazó eredmények papír, vagy elektronikus formában

email-en: tamas.ormos@gmail.com. A feladat elvégzése és beadása az aláírás feltétele.

Határidő: a szorgalmi időszak utolsó napja.

Reflektáló felület megszerkesztése

A feladat: a reflexiós szeizmikus módszer legegyszerűbb kiértékelési módszerének megismerése, és a mellékelt terepi szeizmogram egy kiválasztott reflexiójához tartozó felület megszerkesztése, a reflektáló felület feletti geológiai szerkezet effektív szeizmikus terjedési sebességének kiszámítása. A feladat megoldása során a reflexiós hiperbolát egyenessé transzformáljuk, azért, hogy a pontsorra grafikusán a legegyszerűbben illeszthető függvényt - az egyenest - alkalmazhassuk.

Egyéb numerikus - nem grafikus - illesztési módszer is alkalmazható természetesen. *(Ezen nem grafikus megoldások esetleges alkalmazását és az eredmények benyújtását különösen üdvözlőné a tárgy előadója)*

A feladat megoldásának menete:

- A szeizmogramon jelöljük ki egy tetszés szerinti reflexiót! Ügyeljünk arra, hogy csak reflexióhoz tartozó hullámbeérkezéseket (a reflexiós beérkezések hiperbola mentén helyezkednek el) vegyünk figyelembe! (Melléklet. Forrás: Shell/Esso)
- Az abszcisszát - amelyen a rezgésforrástól való távolságot (x) mértük fel (szeizmikus mérési szelvény)- egyenközűen osszuk fel tetszés szerint úgy, hogy a kijelölt reflexiós hiperbola szelvénymenti hosszára legalább 10 pont essék! A kiválasztott közt m -el jelöljük, és méterben mérjük!
- A kijelölt pontokon leolvassuk a hiperbola mentén az oda beérkező reflektált hullámok terjedési idejét!
- A kiolvasott időket négyzetre emelve, majd szomszédosokat egymásból rendre kivonva ($U = t_i^2 - t_{i+1}^2$) a rezgésforrástól való távolság (x) függvényében egy milliméterpapírra ábrázoljuk a pontokat!
- A pontoknak egy egyenesbe kellene esniük. A közeg inhomogenitása miatt azonban ez csak közelítőleg igaz. Rajzoljuk meg szemmértékkel a közelítő egyenest!
- Számítsuk ki az egyenes meredekségét $\Delta U / \Delta x$, majd ennek segítségével a reflektált hullám effektív terjedési sebesség közelítő értékét: $v_{\text{eff}} = (2m\Delta x / \Delta U)^{1/2}$!
- A terjedési sebesség ismeretében mindegyik kijelölt reflektált hullám útjának hosszát kiszámítjuk: $s = v_{\text{eff}} t_i$.
- Ezen hosszakkal köríveket rajzolunk az x tengelyen kijelölt pontokból, majd a körívek metszéspontjainak „súlypontját” szemmértékkel kijelöljük. Ez a pont lesz a „virtuális rezgésforrás”.
- A valódi és virtuális rezgésforrásokat összekötő egyenest felező merőleges egyenes lesz a reflektáló felületelem, amelyik a valódi reflexiós horizont lokális mélységét és dőlését közelíti az adott szelvényszakaszon.

Beadandó: a számításokat és szerkesztést tartalmazó eredmények papír, vagy elektronikus formában. email-en: tamas.ormos@gmail.com. A feladat elvégzése és beadása az aláírás feltétele.

Határidő: a szorgalmi időszak utolsó napja.

Reflektáló felület izokron térképe I.

A feladat: a reflexiós szeizmikus 2D időszelvények hálózatából egyszerű grafikus úton 3D izokron térképeket készíthetünk. Egy kiválasztott reflexiós horizontot az egymást metsző időszelvények hálózatán végigkövetve (korrelálva) a kiolvasott kétszeres terjedési időket a szelvényhálózat térképén feltüntetve egyszerű kézi térképszerkesztési módszerrel előállíthatjuk a kiválasztott horizont izovonalas időtérképét.

Egyéb numerikus - nem grafikus - illesztési módszer is alkalmazható természetesen (pl. Grapher).
(Ezen nem grafikus megoldások esetleges alkalmazását és az eredmények benyújtását különösen üdvözlőné és honorálná a tárgy előadója)

A feladat megoldásának menete:

- A mellékletek között egy szelvényhálózatot tartalmazó térképet, valamint szintetikus időszelvényeket találunk. A térképen a CMP pontok sorszámokkal (jelzőkaró számokkal) vannak jelölve. Az időszelvényeken a csatornák felett vertikálisan szedve ugyanezeket a sorszámokat találják. Ezekkel azonosíthatjuk az összetartozó pontokat és csatornákat.
- A mellékelt szintetikus időszelvényeken jelöljük ki egy tetszés szerinti reflexiós horizontot! Ügyeljünk arra, hogy minden szelvényen ugyanazt a horizontot jelöljük!
- Először keressük meg az időszelvényeken látható vetőket, majd a CMP sorszámok segítségével rajzoljuk be a vetők csapását a térképre, és jelöljük meg az elvetés irányát nyíllal!
- Tervezzük meg a megrajzolandó izokronok lépésközét! (Javaslatom: 50 ms-onként)
- Egyszerre csak egy izokront szerkesszünk meg úgy, hogy minden időszelvényen megkeressük azt a CMP sorszámot, amelynél a reflexió ideje megegyezik a kiválasztott izokron értékkel. Ezen CMP pontokat megjelöljük a térképen, Ha valamennyi időszelvényen elvégeztük, akkor a kijelölt pontokat kössük össze szabad kézzel izovonallá és írjuk rá a értékét. Pl.: 1200.
- 50 ms –os időnként ismétljük meg ezt a műveletet! 5-6 izovonalat fogunk kapni, amelyek kirajzolják szerkezetet.
- Különös figyelmet fordítsunk arra, hogy a leképezendő felületen található hirtelen változások, azaz a vetők az izovonalak folytonosságát is megszakítják.
- Továbbá arra is ügyeljenek, hogy a leképezendő felületek lokális dőlésének függvényében a vető két oldalán futó izovonalak hogyan helyezkednek el egymáshoz képest!
- Használják a mérőszámok ábrázolás során tanultakat!

Beadandó: a megszerkesztett izovonalas térkép a mellékelt térképlapon elektronikus formában, email-en: tamas.ormos@gmail.com. A feladat elvégzése és beadása az aláírás feltétele.

Határidő a szorgalmi időszak utolsó napja.

