



# GEOFIZIKA II.

Műszaki földtudományi alapszak, földtudományi specializáció

2017/18 II. félév

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

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

## A tantárgy adatlapja

<p><b>Tantárgy neve:</b> Geofizika II.  <b>Tárgyjegyző:</b>          Dr. Ormos Tamás, egyetemi magántanár          Dr. Szabó Norbert Péter, egyetemi docens</p>	<p><b>Tantárgy kódja:</b> MFGFT6003D  <b>Tárgyfelelőstanszék/intézet:</b>          Geofizikai és Térinformatikai Intézet / Geofizikai Tanszék  <b>Tantárgyelem:</b> K</p>
<p><b>Javasolt félév:</b> 6</p>	<p><b>Előfeltételek:</b> MFGFT6002D</p>
<p><b>Óraszám/hét (ea+gyak):</b> 2+2</p>	<p><b>Számonkérés módja (a/gy/v):</b> vizsga</p>
<p><b>Kreditpont:</b> 4</p>	<p><b>Tagozat:</b> nappali  <b>Szakok/szakirányok:</b> Műszaki földtudományi BSc</p>
<p><b>Tantárgy feladata és célja:</b>          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 alapját képezzék részletesebb geofizikai stúdiumoknak.</p> <p><b>Fejlesztendő kompetenciák:</b>  <b>tudás:</b> T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11  <b>képesség:</b> K1, K2, K3, K4, K5, K6, K9  <b>attitűd:</b> A1  <b>autonómia és felelősség:</b></p>	
<p><b>Tantárgy tematikus leírása:</b>          Az alkalmazott geofizika szeizmikus és fúrású szelvényezési módszerei. Bevezetés a szeizmikába. A szeizmika elméleti alapjai. Gyakorlati szeizmika alapjai. A rétegparaméterek meghatározása. A szeizmikus refrakciós módszer. Gyakorlati reflexiós szeizmika. Szeizmikus adatok feldolgozása, értelmezése. A szeizmikus reflexiós módszerek. Mélyfúrású geofizikai szelvényezési módszerek (természetes potenciál, természetes gamma, fajlagos ellenállás, gamma-gamma, neutron-neutron, akusztikus, termikus, technikai szelvényezés). A szilárdásvány (szén, érc) kutatás fúróluk-geofizikai szelvényezési módszerei. A fluidum (olaj, gáz, víz) kutatás fúróluk-geofizikai szelvényezési módszerei. Környezetvizsgálatok és a termelő kutak fúróluk-geofizikai szelvényezési módszerei. Kőzetfizikai és tárolóparaméterek számítása fúróluk szelvények felhasználásával.</p>	
<p><b>Félévközi számonkérés módja:</b> 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 <b>értékelési skálája:</b> elégtelen (0-45%), elégséges (46-60%), közepes (61-70%), jó (71-85%), jeles (86-100%).</p>	
<p><b>Kötelező és javasolt irodalom jegyzéke:</b>          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, <a href="http://www.uni-miskolc.hu/~geofiz/segedlet.html">http://www.uni-miskolc.hu/~geofiz/segedlet.html</a>.          Asquith G., Krygowski D., 2004: Basic well log analysis. American Association of Petroleum Geologists.          Schlumberger, 1989: Log interpretation principles/applications.</p>	

## Tantárgytematika (ütemterv)

Hét	Előadás
február 14.	<b>Bevezetés a szeizmikába:</b> történeti áttekintés, szeizmológia, meghatározó magyar és külföldi tudósok a szakterületen. Szeizmikus kutatás és a földtani-fizikai modellek. Szeizmogramok, geofonok, műszerek.
február 21.	<b>A szeizmika elméleti alapjai:</b> rugalmasságtan, rugalmas hullámok mozgásegyenlete, és megoldása legegyszerűbb modell példáján. Primer és szekunder, valamint vezetett hullámok. Dinamikus rugalmassági állandók meghatározása laborban és terepen.
február 28.	<b>Gyakorlati szeizmika alapjai:</b> a hullámoptika törvényei, síkhullámok törése, visszaverődése, hullámkonverziók. 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 7.	<b>Reflexiós szeizmika alapjai:</b> rugalmas síkhullámok út-idő függvényei rétegzett közegben. (Reflexió, refrakció) A reflektált hullám út-idő függvényeinek tulajdonságai. A rétegsor geometriai paramétereinek kiszámítása az út-idő adatokból grafikus és inverziós módszerekkel.
március 14.	<b>A gyakorlati reflexiós szeizmika:</b> a többszörös fedésű CMP módszer. Mérési elrendezés. Statikus és dinamikus és korrekciók. Összegzés. Jel/zaj viszony, és annak javítása. 2D és 3D kivitelezés. Időszelvény és adatblokk.
március 21.	<b>Feldolgozás, értelmezés:</b> 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?
március 28.	A mélyfúrési geofizikai módszerek alapjai. Kőzetfizikai bevezetés.
április 4.	Litológiai szelvényezési módszerek, alkalmazási területek.
április 11.	Bányász sportnap - dékáni szünet.
április 18.	Porozitáskövető szelvényezési módszerek, alkalmazási területek.
április 25.	Fajlagos ellenállásmérések, alkalmazási területek.
május 2.	Technikai szelvényezési eljárások. Mérnökgeofizikai szondázási módszerek.
május 9.	Zárthelyi dolgozat (fúróluk-geofizikai szelvényezési módszerek).

május 16.	Egyéni feladatok beadása. Zárthelyi dolgozatok pótlása.
--------------	---------------------------------------------------------

Hét	Gyakorlat
február 14.	Nagynyomású akusztikus kőzetfizikai labor bemutatása a Geofizikai tanszéken. Tanszéki telemetrikus szeizmikus műszer és geofonok működésének bemutatása.
február 21.	Reflexiós és transzmissziós együtthatók, valamint szintetikus szeizmogram (kézi/grafikus) számítása.
február 28.	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.
március 7.	Zárthelyi dolgozat.
március 14.	Izokron szeizmikus térkép szerkesztése szintetikus időszelvényekből.
március 21.	Izokron szeizmikus térkép szerkesztése terepi 3D-s „time-slice”-okból.
március 28.	A fűrőlyukszelvények korrekciója. A mért mennyiségek és a kőzetfizikai paraméterek kapcsolata. Alapvető összefüggések, egyenletek bemutatása.
április 4.	A réteghatárok kijelölése, az agyagtartalom számítása.
április 11.	Bányász sportnap - dékáni szünet.
április 18.	A porozitás és az áteresztőképesség meghatározása.
április 25.	A víz- és szénhidrogén-telítettség meghatározása.
május 2.	A technikai paraméterek meghatározása. A felszínközeli telítetlen közeg jellemzése mérnökgeofizikai szondázások alapján.
május 9.	Zárthelyi dolgozat (fűrőlyuk-geofizikai szelvényezési módszerek).
május 16.	Egyéni feladatok beadása. Zárthelyi dolgozatok pótlása.

**Írásbeli vizsga zárthelyi dolgozat.**

**Geofizika II. c. tárgy (szeizmika rész)**

**Műszaki Földtudományi alapszak 2017/2018 II. félév (2018. június)**

**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 sugárútjait! 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/m<sup>3</sup> 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:

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

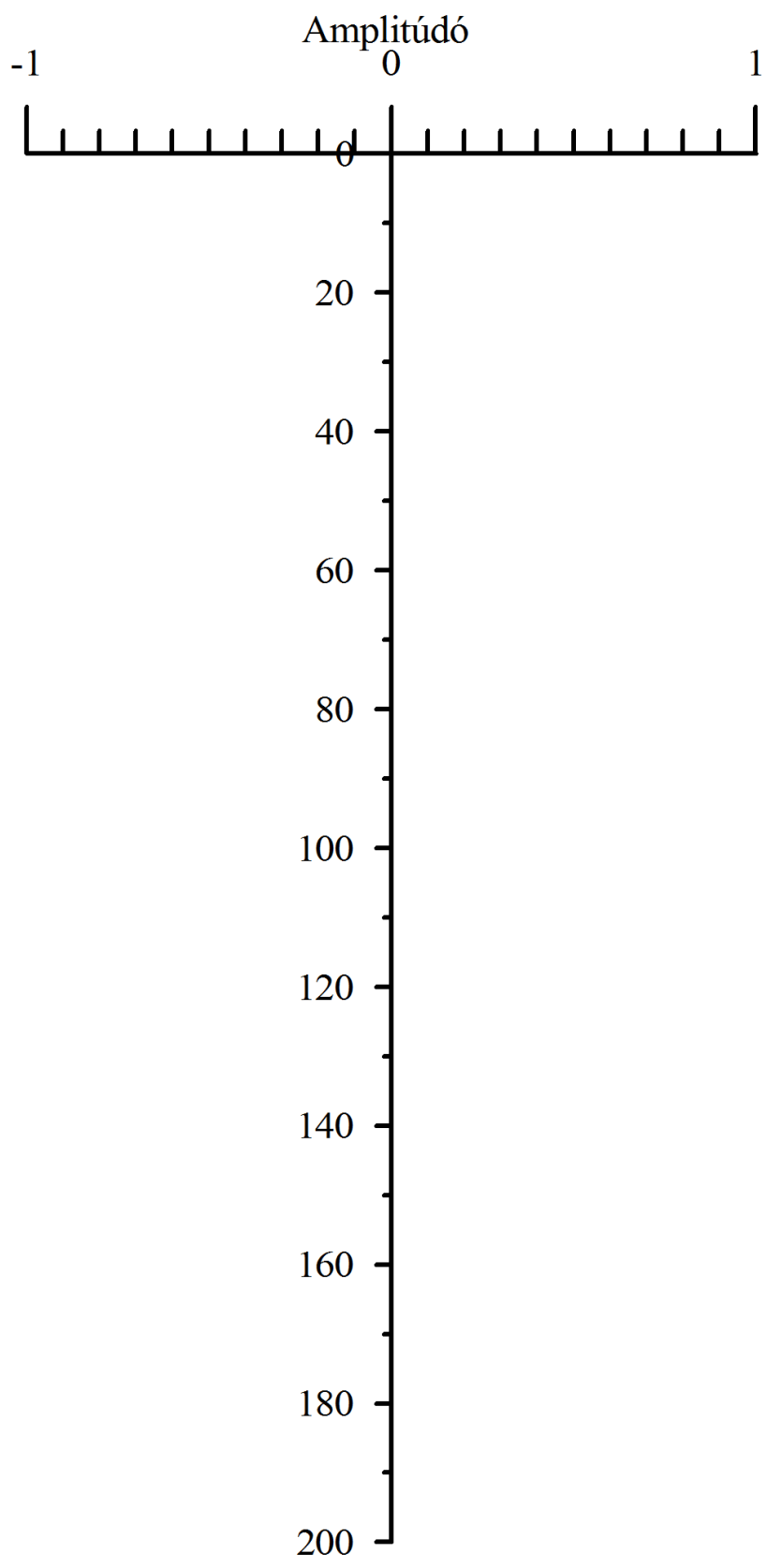
- A rétegekbeni terjedési sebességekből és a rétegvastagságokból számítsuk ki a reflektált hullámok futási  $t_n$  idejét felszíntől felszínig, az n-ik réteghatáron való reflexiót követően.
- Az  $A_n - t_n$  reflektivitás függvényt grafikus jelenítsük meg.

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

#### Határidő:

Dr. Ormos Tamás

	vastagság (m)	sebesség (m/s)	sűrűség (kg/m <sup>3</sup> )
1	30	2000	2100
2	100	2800	2200
3	20	2500	2200
4	80	3000	2500
5	$\infty$	5000	2800



Terjedési idő (ms)



## 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)*

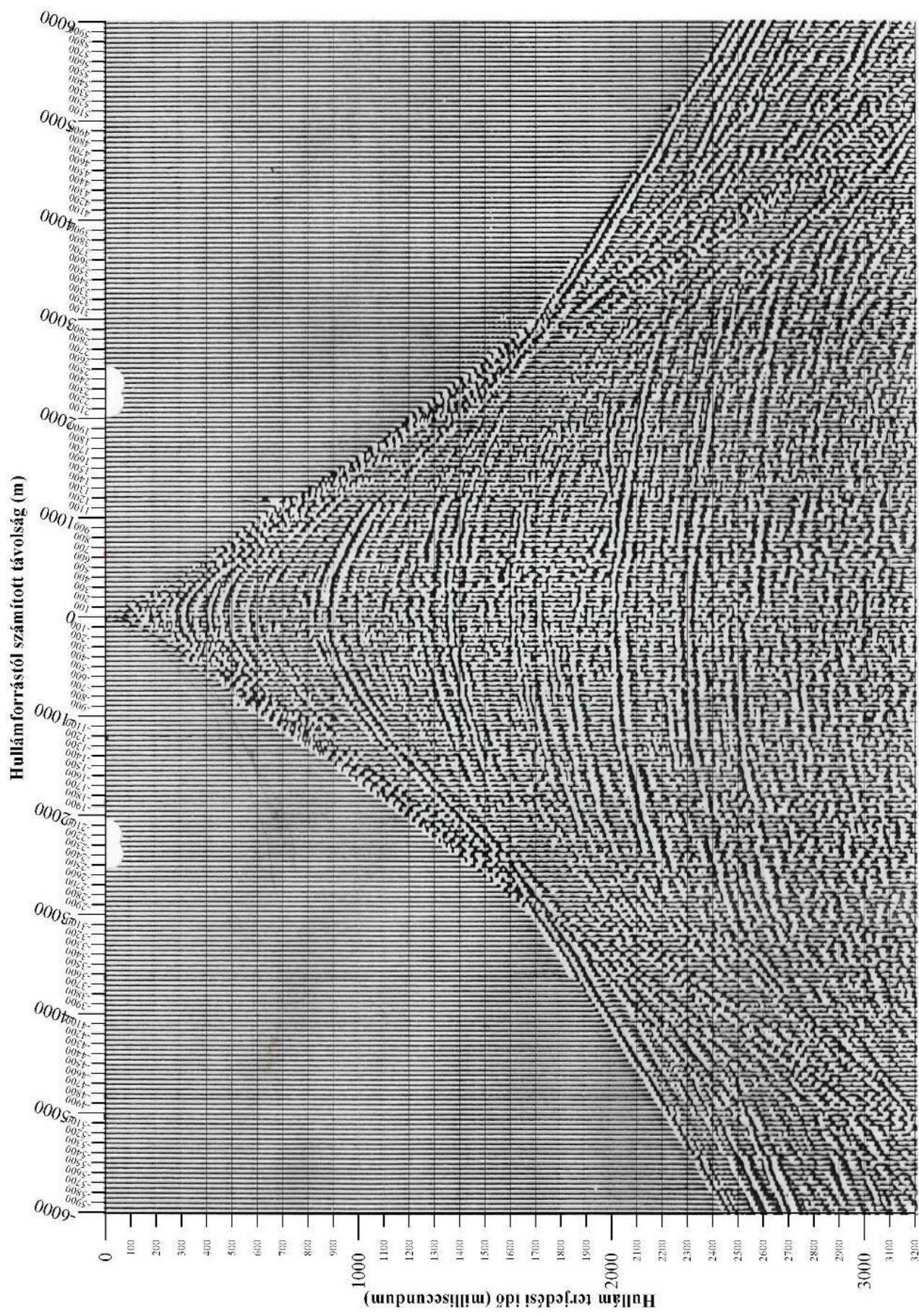
### A feladat megoldásának menete:

- 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.

### Határidő:

Dr. Ormos Tamás



*Izokron feladatok (2D és 3D):*

a hallgatói létszámnak megfelelő számú csomagban **papír alapon** állnak rendelkezésre.