

# MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

A MAGYAR  
GEOFIZIKUSOK  
EGYESÜLETÉNEK  
FOLYÓIRATA



JOURNAL OF THE  
ASSOCIATION  
OF HUNGARIAN  
GEOPHYSICISTS

Eötvös Loránd-émlékérem 2019

Új tagokat választott a Magyar Tudományos Akadémia  
Vándogyűlési felhívás

A Magyar Geofizikusok Egyesületének 2019. évi közgyűlése  
Megemlékezés Eötvös Loránдрól halálának centenáriumán

Ifjú Szakemberek Ankétja – 2019

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 2018. évi egyszerűsített pénzügyi beszámolója  
A Magyar Geofizikusért Alapítvány 2018. évi egyszerűsített pénzügyi mérlege

Szeizmikus attribútumok időmetszeteken történő vizsgálata  
A pórusjellemzők P-hullámsebességre és jóságai tényezőre gyakorolt  
hatása homokkötőárolóban

A Magyar Turista Egyesület megemlékezése Eötvös Loránдрól halálának centenáriumán  
Emléktáblát avatott névadója tiszteletére a balatonfüredi Eötvös Loránd Általános Iskola

Eötvös Loránd-émlékérme és -émlékbélyeg

In Memoriam:

Willem Goudswaard    Dr. Baksa Csaba  
Dr. Kiss Bertalan





# MAGYAR GEOFIZIKA

## HUNGARIAN GEOPHYSICS

60. évfolyam (2019) 1. szám



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETÉNEK FOLYÓIRATA  
JOURNAL OF THE ASSOCIATION OF HUNGARIAN GEOPHYSICISTS

### TARTALOM • CONTENTS

#### SZERKESZTŐSÉGI ROVAT • EDITORIAL

- 3 Eötvös Loránd-érem 2019 (Eötvös medal awarded in 2019) – *Szerkesztőség*  
4 Új tagokat választott a Magyar Tudományos Akadémia (New members of the Hungarian Academy of Sciences) – *Verő L.*  
6 Vándorútlési felhívás (Invitation to joint itinerary meeting) – *MFT és MGE Titkárságai*

#### MGE HÍREK • NEWS OF ASSOCIATION OF HUNGARIAN GEOPHYSICISTS

- 7 A Magyar Geofizikusok Egyesületének 2019. évi közgyűlése (General Assembly of AHG) – *Szerkesztőség*  
11 Megemlékezés Eötvös Lorándról halálának centenáriumán (Remembering the centenary of Eötvös' death) – *Szerkesztőség*  
13 Ifjú Szakemberek Ankétja – 2019 (Report on 50th Meeting of Young Geoscientists) – *Petrovski J.*  
17 A Magyar Geofizikusok Egyesülete 2018. évi egyszerűsített pénzügyi beszámolója (Disclosure statement of AHG) – *Szerkesztőség*  
19 A Magyar Geofizikusért Alapítvány 2018. évi egyszerűsített pénzügyi mérlege (Disclosure statement of FHG) – *Szerkesztőség*

#### TANULMÁNYOK • PAPERS

- 20 Szeizmikus attribútumok időmetszeteken történő vizsgálata – hogyan találjuk meg gyorsan a gáztartalmú homokköveket? (Study of seismic attributes in time slices – how we can find quickly the gas bearing sandstones) – *Lőrincz K.*  
40 A pórusjellemzők P-hullámsebességre és jóságai tényezőre gyakorolt hatása homokkő-tárolóban (The effects of pore geometry and pore structure in characterizing the P-wave velocity and quality factor in sandstone reservoirs) – *Akbar M. N. A., Szabó N. P.*

#### HÍREK • NEWS

- 47 A Magyar Turista Egyesület megemlékezése Eötvös Lorándról halálának centenáriumán – *Bodoky T.*  
49 Emléktáblát avatott névadója tiszteletére a balatonfüredi Eötvös Loránd Általános Iskola – *Szerkesztőség*  
50 Eötvös Loránd-érem és -emlékbélyeg – *Bodoky T.*

#### IN MEMORIAM

- 52 Willem Goudswaard – *Bodoky T.*  
53 Dr. Baksa Csaba – *Földessy J.*  
54 Dr. Kiss Bertalan – *Tóth J.*

# MAGYAR GEOFIZIKA

## HUNGARIAN GEOPHYSICS

60. évfolyam (2019) 1. szám

A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETÉNEK FOLYÓIRATA  
JOURNAL OF THE ASSOCIATION OF HUNGARIAN GEOPHYSICISTS

*Főszerkesztő • Editor-in-Chief*

DR. BODOKY TAMÁS

E-mail: mageofedit@gmail.com

*Szerkesztőbizottság • Editorial Board*

DR. BARÁTH ISTVÁN, DR. GALSA ATTILA

DR. PETHŐ GÁBOR, DR. SZABÓ NORBERT PÉTER

*Technikai szerkesztő • Technical Editor*

HOCK GÁBOR

E-mail: mageoftechn@gmail.com



Lapunk megjelenését a Magyar Olaj- és Gázipari Nyilvánosan Működő Részvénytársaság támogatja

---

A szerkesztőség a szakcikkeket (tanulmányokat) szaklektorálás után közli. A szaklektorok névsorát az évváró számban tesszük közzé. A lapban megjelenő cikkek adatainak és állításainak helyességért, ill. közölhetőségéért kizárólag a szerzők tartoznak felelősséggel.

---

Kiadja a Magyar Geofizikusok Egyesülete  
A kiadásért felel: Zelei Gábor

Készült: Starkiss Kft., 2040 Budaörs, Kisfaludy utca 40.  
Felelős vezető: Kiss Sándor üv. igazgató

Szerkesztőség: 1145 Budapest, Columbus u. 17–23.  
Telefon/Fax: (1) 201-9815  
Titkársági e-mail: postmaster@mageof.t-online.hu  
Honlap: www.mageof.hu

Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél  
(1371 Budapest, Pf. 433, Telefon/Fax: (1) 201-9815)  
egyesületi tagoknak tagdíj ellenében  
Megjelenik évente négyszer

Borító, tipográfia és nyomdai előkészítés:  
EP Systema Bt., Budapest

INDEX: 26 507  
HU ISSN 0025-0120

## Eötvös Loránd-emlékérem 2019

A Magyar Geofizikusok Egyesülete a geofizika tudományában kifejtett kimagasló tevékenységért, odaadó munkásságért adományozza legrangosabb kitüntetését, az Eötvös Loránd-emlékéremet. Az érem odaítélésénél csak olyan életművek vehetők figyelembe, amelyeknek tudományos eredményei önálló kutatások alapján a geofizikát lényegesen előrevitték. A három évenként csak egy esetben kiadható elismerést 2019-ben dr. Drahos Dezső, az Eötvös Loránd Tudományegyetem nyugalmazott egyetemi docense, a műszaki tudomány kandidátusa kapta.

Dr. Drahos Dezső több évtizede magas színvonalú oktató- és kutatómunkát végez az alkalmazott geofizika területén. Eredményei közül kiemelkedik a fúrólýukbeli elektromos mérések és modellezések, a mérnökgeofizikai szondázási módszerek és az együttes



Dr. Drahos Dezső

inverziós módszerek fejlesztéséhez való hozzájárulása. Tudományos munkássága elsősorban az egyetemi kutatás-

hoz és oktatáshoz, valamint az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben folyt módszer- és módszerfejlesztésekhez kötődik. Kiemelkedő publikációs tevékenységet folytat, cikkei vezető nemzetközi folyóiratokban jelentek meg, mint pl. az *Acta Geophysica*, az *Acta Geodaetica et Geophysica*, a *Journal of Applied Geophysics* és a *Geophysics* folyóiratokban. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem graduális és doktori képzésében oktatómunkát végzett, oktatta a gravitációs és az elektromos kutatómódszereket, a geofizikai értelmezést és a mélyfúrás geofizikát. Tudományos elkötelezettségét a hazai és nemzetközi tudományos szervezetekben való aktív szerepvállalása is bizonyítja.

Kedves Dezső, gratulálunk a rangos kitüntetésedhez!

Szerkesztőség

# Új tagokat választott a Magyar Tudományos Akadémia

A Magyar Tudományos Akadémia (MTA) 2019. május 6-án és 7-én tartotta 191. közgyűlését, amelyen új tagokat is választott. Nyilván nem lehet közömbös számunkra, hogy a magyar tudományos élet legtekintélyesebb, de a közvélemény által is legmegbízhatóbbnak tartott<sup>1</sup> intézményében milyen mértékben van képviselve a geofizika tudománya.

Az MTA-n belül elsősorban a X. Osztályban, azaz a Földtudományok Osztályában történeteket kell a tájékozódás érdekében figyelemmel kísérni. Ebben az osztályban hagyományosan bányászok, geodéták, geofizikusok, geográfusok, geológusok, meteorológusok a tagok, de már megjelentek az új tudományágak, például a geoinformatika, a környezettudományok vagy az űrkutatás képviselői is. Mindezt szem előtt kell tartani, ha a geofizika alul- vagy felülreprezentáltságáról beszélünk.

Először nézzük a legújabb fejleményeket. Az Akadémikusok Gyűlése kedden, május 7-én zárt ülésen megválasztotta az MTA új rendes, levelező, külső és tiszteleti tagjait. A hivatalos statisztika szerint a 102 új tag között 26 kutatónő található.

A Földtudományok Osztályára leszűkített statisztika szerint a hét új tag között egyetlen kutatónő található. A szakma szerinti besorolás nem ilyen teljesen egyértelmű, nem is egyszerű, az is előfordulhat, hogy téves. A végzettség mellett ugyanis figyelembe lehet venni a tevékenységet, a munkahelyet is. Így a nem hivatalos besorolás szerint a X. Osztály két új rendes taggal bővült, egy geológussal és egy geofizikussal, a három új levelező tag között van egy geológus, egy vegyész-meteorológus és egy geofizikus-geodéta. Az egyetlen külső tag geológus és az egyetlen hölgy, az új tiszteleti tag valószínűleg geológus, de a zürichi egyetem Geofizikai Intézetében dolgozik.

A geofizikához valamilyen módon kapcsolódó három újonnan megválasztott akadémikust szeretnénk bemutatni, ha erre egyáltalán szükség van. *Szarka László Csaba* levelező tagból rendes tag lett, *Völgyesi Lajos* tagjelöltből levelező tag, *Stefan Martin Schmid* pedig tiszteleti tag. A bemutatáshoz legnagyobb mértékben a Földtudományok Osztályának honlapján<sup>2</sup> található információkat használjuk fel, egyben utalunk is arra, hogy további részletekért érdemes felkeresni ezt a honlapot.

\* \* \*



## Szarka László Csaba

1954-ben született, a földtudományok doktora 1997-ben lett. Levelező taggá 2013-ban, rendes taggá 2019-ben választották.

Kutatási témái az elektromágneses geofizikai kutatómódszerek, a földi elektromágnesesség és a környezet-geofizika.

Tagja a Magyar Geofizikusok Egyesületének, emellett

számos akadémiai bizottságnak és nemzetközi egyesületnek is.

Kitüntetései között szerepel az MGE Eötvös Loránd-, Egyed László- és Renner János-érem, valamint az Év cikke díj.

Munkahelye az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézet.

2018 végén az MTA kutatóhálózatának több intézményében lejárt az addigi vezetők megbízatása. Az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpontban az addigi főigazgató, Szarka László Csaba utóda a főigazgatói poszton *Kiss L. László* csillagász, a kutatóközpont korábbi főigazgatóhelyettese lett.

<sup>1</sup> Az IDEA Intézet 2019. február 28. és március 4. között végzett közvélemény-kutatásának eredményei alapján a különböző intézmények iránti társadalmi bizalom alacsony. A vizsgált 12 intézmény közül 11 bizalmi indexe egy 1-től 5-ig terjedő skálán 3 pont alatti, azaz közepesenél kedvezőtlenebb a megítélése. Egyetlen olyan intézmény található a felsoroltak között, amelynek a bizalmi értéke meghaladja a 3-as értéket (3,5 átlagpont). Ez az intézmény az 1825-ben alapított Magyar Tudományos Akadémia (<https://24.hu/belfold/2019/03/14/mta-bizalom-kozvelemeny-kutatas-idea/>).

<sup>2</sup> <https://mta.hu/x-osztaly>



### Völgyesi Lajos

1947-ben született, az Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Karán végzett 1971-ben geofizikusként. 2006-ban lett az MTA doktora, 2019-ben választották levelező taggá.

Kutatási témái az Eötvösingamérések és geodéziai hasznosításuk, a Föld forgása, a földtudományi mate-

matika, a geoidmeghatározás, a mérnökszeizmológia, a nehézségi erőter időbeli változása, a vetületi transzformációk.

Tagja a Magyar Geofizikusok Egyesületének.

Egyetemi tanár, munkahelye a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Általános és Felsőgeodézia Tanszék.



### Stefan Martin Schmid<sup>3</sup>

1943-ban született a Bern melletti Wohlenben. 1971-ben végzett geológusként a zürichi egyetemen. Jelenleg az Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich professor emeritusa, és az egyetem Geofizikai Intézetében dolgozik.

Kutatási területe a tektonika és geodinamika, ezekben szorosan együttműködik geofizikusokkal. Jelenleg olyan kutatásokban vesz részt, amelyek tektonikai egységek korrelációját vizsgálják az Appenninektől az Alpokon át egészen a Dinaridákig és a Kárpátokig, majd a Hellenidákig, végül Nyugat-Törökországig. Két projekt résztvevője: „A mediterrán térség kinematikus rekonstrukciója a triász után” és „Az Alpok litoszféra szerkezete és tektonikája”.

\* \* \*

Ők hárman az MTA olyan új tagjai, akiknek több-kevesebb köze van a geofizikához. Gazdagítsa tovább eddig is sikeres szakmai munkájuk a geofizika tudományát, és egyben öregbítse a Magyar Tudományos Akadémia tekintélyét és elismertségét!

Érdeemes és talán fontos is azt is áttekinteni, hogy a rendes, levelező, külső és tiszteleti tagok, illetve a *nem akadémikus közgyűlési képviselők* között hány hasonló megfontolások alapján geofizikusnak tekinthető tudós szerepel.

A Földtudományok Osztályának 24 rendes tagja van, közülük 4 geofizikus: *Ádám Antal* (1929), *Márton Péter* (1934), *Szarka László* (1954) és *Verő József* (1933). Közülük hárman egész pályafutásuk alatt az MTA Geodéziai és Geofizikai Intézetében, Sopronban dolgoztak, *Márton Péter* pedig az Eötvös Loránd Tudományegyetem professzor emeritusa.

Az 5 levelező tag egyike *Völgyesi Lajos* (1947), a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyetemi tanára.

Az osztálynak 12 külső tagja van. *Hajnal Zoltán* a University of Saskatchewan (Kanada), *Rybach László* pedig az Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich (Svájc) geofizikusa.

A tiszteleti tagok száma 21. Geofizikusok *Sven Erik Oscar Hjelt* (University of Oulu, Finnország), *Jerzy Adam Janowski* (Lengyel Tudományos Akadémia Geofizikai Intézete), *Heinz Kautzleben* (Akademie der Wissenschaften Forschungsbereich Geo- und Kosmoswissenschaften, Németország), *Hermann Lühr* (GeoForschungsZentrum Potsdam, Németország), *Stefan Martin Schmid* (Institute of Geophysics Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Svájc) és *Sierd Auke Peter Leonard Cloetingh* (University of Utrecht, Hollandia).

A Földtudományok Osztályának van 2 geofizikus, nem akadémikus közgyűlési képviselője az összesen 15-ből. *Bondár István* az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Geodéziai és Geofizikai Intézet Szeizmológiai Observatóriumában dolgozik, *Timár Gábor* pedig az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Földrajz- és Földtudományi Intézet Földtudományi Központ Geofizikai és Űrtudományi Tanszékének vezetője.

A közgyűléssel kapcsolatban még egy dolgot feltétlenül meg kell említeni. A közgyűlés programját és a hozzá kapcsolódó eseményeket ismertető programfüzet 50 oldalas.<sup>4</sup> Érdeemes nemcsak a szakmánkkal kapcsolatos rendezvények programját nézegetni, hanem más szakmákét is ahhoz, hogy egyedülálló áttekintést kapjunk a Magyar Tudományos Akadémia és Kutatóintézeti hálózata által végzett munka sokszínűségéről és magas színvonaláról.

A tudományos osztályok közgyűlési programjai közül a Földtudományok Osztálya Geofizikai Tudományos Bizottsága, Geodéziai és Geoinformatikai Tudományos Bizottsága május 15-én rendezett tudományos ülést. A rendezvény egyben az Eötvös Loránd centenáriumi év programozatának is része volt.

A 15-nél is több magyar és külföldi előadásból álló program két levezető elnöke az újonnan akadémikussá választott *Völgyesi Lajos* és *Bondár István* volt. Az első előadást *Timár Gábor* tartotta. Azt azért fájó szívvel meg kell jegyezni, hogy az ünnepezt Eötvös Loránd által létrehozott intézet utódjától mindössze egyetlen előadásra került sor, szerzői *Kiss János* és *Szabó Zoltán*.

*Verő László*

<sup>3</sup> Az MTA honlapja meglehetősen hiányos, több adat innen származik: <https://www.wikidata.org/wiki/Q2337028> és [https://www.researchgate.net/profile/Stefan\\_Schmid4](https://www.researchgate.net/profile/Stefan_Schmid4)

<sup>4</sup> [https://mta.hu/data/dokumentumok/kozgyules/2019/programfuzet\\_belivek\\_2019\\_vegleges\\_NETES.pdf](https://mta.hu/data/dokumentumok/kozgyules/2019/programfuzet_belivek_2019_vegleges_NETES.pdf)

# Vándogyűlési felhívás

Tisztelt Tagtársak, Érdeklődők!

2019. különleges év a hazai földtudományok életében. 150 évvel ezelőtt alapították Magyarország első tudományos kutatóintézetét, a *Magyar Királyi Földtani Intézetet*, hazánk földtani kutatásainak fellegvárát, és éppen 100 éve vesztette el a világ tudományos elitje báró Eötvös Lorándot, a gyakorlati geofizika atyját. E kiemelkedő évfordulók emlékére a Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Geofizikusok Egyesülete közös

**Vándorgyűlést szervez Balatonfüreden 2019. október 3–5. között.**

Kérjük tekintsek meg a Vándorgyűlés honlapját, melyen megtalálják a tervezett programot, és ahol az on-line jelentkezési felület is elérhető. A honlapon, és a letölthető körlevélben minden fontos – egyebek közt az online jelentkezésre vonatkozó – információt megtalálnak:

**[https://foldtan.hu/hu/foldtudomanyi\\_vandorgyules\\_2019](https://foldtan.hu/hu/foldtudomanyi_vandorgyules_2019)**

Várjuk az érdeklődőket sok szeretettel!

*MFT és MGE Titkárságai*



# A Magyar Geofizikusok Egyesületének 2019. évi közgyűlése

A Magyar Geofizikusok Egyesülete folyó év április 26-án tartotta éves közgyűlését a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (vagyis az egykori ELGI) konferenciatermében. A közgyűlésen a jelenléti ív tanúsága szerint 81 tagtársunk vett részt.

A Magyar Geofizikusok Egyesületének 65. közgyűlését az Egyesület elnöke, *Magyar Balázs* nyitotta meg, majd a közgyűlés a Himnusz eléneklésével elkezdődött.

Az elnök kérdésére a megjelentek ellenvetés és javaslat nélkül fogadták el az előre bejelentett napirendet.

Az elnök *Hegedűsné Petró Erzsébet*et kérte fel a jegyzőkönyv vezetésére és *Kiss Jánost*, illetve *Hegedüs Endrét* a jegyzőkönyv hitelesítésére. A felkért személyek közreműködését a közgyűlés egyhangúan elfogadta.

Ezt követően *Magyar Balázs* elnök köszönti a meghívottakat, az Egyesület jogi tagjainak képviselőit, illetve az Egyesület támogatóit:

- a Magyarhoni Földtani Társulat elnökét, *Budai Tamást*, főtítkárukat, *Babinszki Editet*,
- ELGOSCAR 2000 Kft. részéről – *Stickel Jánost*,
- Geo-Log Kft részéről – a *Szongoth Gábor* ügyvezető igazgatót képviselő *Kovács Attila Csabát*,
- Acoustic Kft. részéről – *Molnár Imre* ügyvezető igazgatót,
- Geomega Kft. részéről – *Tóth Tamás* ügyvezető igazgatót,
- Mecsekérc Zrt. Részéről – a *Molnár János* vezérigazgatót képviselő *Sámson Margitot*,
- MOL Nyrt. részéről – *Zahuczki Pétert*,
- a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat elnökét, *Fancsik Tamást*,
- a Min-Geo Kft. ügyvezető igazgatóját, *Neducza Borislávit*,
- A Mining Support Kft. képviselőjét, *Gáti Mátyást*,
- Az O&GD Central Kft. képviselőjét, *Breitner Dánielt* (aki kimentését kérte),
- A Miskolci Egyetem képviselőjét, *Szabó Norbert Pétert*,
- A Vermilion Energy képviselőjét *Márton Bélát*,
- Az ELTE képviselőjét,
- Az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány képviselőjét, *Pályi Andrást* és végül
- A Magyar Geofizikusokért Alapítvány képviselőjét, *Gombár Lászlót*.

*Magyar Balázs* elnök elmondja üdvözlő beszédét, melyben beszél arról, hogy tagságunk kor szerinti összetétele hogyan alakult. A 35 éven aluliak kb. annyian vannak, mint a 70 év felettiak, így ők összességében a tagság 50%-át teszik ki.

A fennmaradó 50% pedig 35 év és 70 év között oszlik meg. Az egyesületi munkába elég nehezen lehet bevonni a fiatal és idős tagságunkat, vagyis nehéz társadalmi munkára bírni a tagságot. Eötvös Loránd halálának 100. évfordulója jegyében telt el az elmúlt egy év, ekkor derült ki, hogy sajnálatos módon kevés a társadalmi munkára fogható tagtársunk.

Két és fél évvel ezelőtt célként határoztuk meg, hogy Eötvös Loránd nevét ismertté tesszük az egész országban. Önkormányzatok és egyéb szervezetek segítségét kértük ennek megvalósításához.

A megvalósítás során az eredetileg 10 pontos program-csomagunkból összesen 2 pont maradt. Az egyik az Ifjú Szakemberek Ankétja, a másik a Földtudományos Forogtag. Valamint készülünk az őszi közös (Magyarhoni Földtani Társulattal rendezendő) földtani vándorgyűlésre. A helyszín Balatonfüred lesz október 3–5. között. A vándorgyűlésnek több felkért védnöke van. Fővédnöknek a köztársasági elnököt kértük fel.



Az MGE elnöksége: *Petrovszki Judit*, *Magyar Balázs*, *Zelei Gábor*, *Horváth Zsolt*

Hogyan tudunk emléket állítani Eötvös Lorándnak? Budapesten nincs Eötvös Loránd utca, tér, holott Eötvös Lorándot háromszor jelölték Nobel-díjra. Eötvös Loránd szobor felállítását terveztük az évforduló alkalmából, de erre nem kaptunk támogatást az államtól.

Feladatunknak érezzük, hogy az egyesületből távozó fiatalokat megtartsuk, akkor is, hogy ha elhagyják a szakmát. Ennek megvalósításán dolgozunk.

Felkéri a jelenlévőket, hogy egy perces néma felállással emlékezzenek meg együtt a beszámolási időszakban elhunyt tagtársainkról:

*Gyarmatiné Zakó Teréz*, *Horváth Ferenc*,  
*Kakas Kristóf*, *Matyi Sándor*, *Nagy Zoltán*  
*Redlerné Tátrai Mariann*, *Zsille Antal*

A megemlékezés után *Petrovszki Judit* általános titkár röviden ismerteti a 2018. év eseményeit. Az elmúlt évekhez hasonlóan tartottuk az általunk meghatározott tervet, munkánkat az általunk meghatározott ütemterv szerint végeztük. Köszönhetően a támogatóinknak 2018-ban ismét sikeres évet zártunk. Alapszabályunk szabta keretek között végeztük tevékenységünket. Betartottuk az elnökségi ülések gyakoriságára, a tájékoztatási kötelezettségre és a közgyűlés előkészítésére vonatkozó előírásokat. 2018-ban is eleget tettünk a közhasznúságunk megtartásához szükséges elvárásoknak, így Egyesületünk továbbra is közhasznú maradt. 2018-ban több rendezvényt tartottunk, többek között az Ifjú Szakemberek Ankétját, mely Hajdúszoboszlón került megrendezésre. Területi csoportjaink is több rendezvényt tartottak az elmúlt évben, itt *Petrovszki* kiemelte a miskolci Inverziós Ankétot. Továbbra is megjelentettük folyóiratunkat a *Magyar Geofizikát* évente négy alkalommal, és működtettük honlapunkat is. Ápoltuk nemzetközi és erősítettük hazai kapcsolatainkat. Részt vettünk a novemberi Földtudományos Forгатagon, mely több mint 2000 látogatót vonzott, valamint novemberben tartottunk egy tudományos ülést is Paks II-ről, az Új utak a geofizikában c. előadássorozatunk keretében. Hagyományaink ápolását is folytattuk, 2018-ban megkezdtük az „Eötvös 100” emlékévk előkészületeit, valamint előkészületeket tettünk Eötvös sírjának hagyományos koszorúzására.

Pénzügyi tervünket sikerült tartani, bár a rendezvényekre előirányzott kiadások kicsit magasabbak voltak, mint ahogy az a tervben szerepelt, de ez ellentételezte, hogy a működésünkre előirányzott összeget viszont sikerült csökkentenünk.

Az általános titkár a tervek megvalósulásáról egy táblázatot vetít ki a jelenlévőknek.

*Petrovszki Judit* beszámolója után *Gombár László*, a Magyar Geofizikusokért Alapítvány kuratóriumának elnöke számolt be az Alapítvány működéséről. A Kuratórium összetétele és tagjainak száma nem változott, továbbra is 5 főből áll. Évente két kuratóriumi ülést tartanak, a támogatások odaítéléséről e-mailben tudnak szavazni a tagok, ezért emiatt nem szükséges ülést összehívni. Közhasznú státuszukat 2018-ban is meg tudták tartani. Támogatják a 35 év alatti fiatalok konferencián való részvételét, valamint támogatják az idős, rossz anyagi körülmények között élő rászorulókat.

Bemutatja az Alapítvány 2019. január 1-jei pénzügyi helyzetét. A MOL támogatása még mindig jelentős, bár az elmúlt évben felére csökkent. Magánemberektől, 1%-os felajánlásokból valamint a Magyar Geofizikusok Egyesületétől is érkezett támogatás, így összegyűlt 722 ezer forint, amelyet ezúton is tisztelettel köszön az Alapítvány.

*Gombár László* a tervezett kiadásokról egy táblázatot mutat be a jelenlévőknek és ígéri, hogy továbbra is szerveznek szeniorok számára klubdelutánt, kirándulást. Korábban kitűzött céljaikat 2019-ben is tartani szeretnék. A 2019-ra tervezett kiadások nem térnek el az előző évek



Képek a közgyűlésről



kiadásaitól. Szociális segélyeket a jövőben sajnos csak nagyon indokolt esetekben tudnak adni.

*Magyar Balázs* elnök megköszöni a beszámolókat és felkéri *Kaszás Lászlót*, a Magyar Geofizikusok Egyesületének és a Magyar Geofizikusokért Alapítvány közös Felügyelőbizottságának elnökét, hogy ő is tartsa meg éves beszámolóját.

*Kaszás László* elmondja, hogy egy korábbi közgyűlési határozat szerint egy Felügyelőbizottsága van az Egyesületnek és az Alapítványnak. A Felügyelőbizottság megkapta a pénzügyi adatokat a Magyar Geofizikusok Egyesületétől, melyeket ellenőriztek és valóságnak találtak. Megállapították, hogy az Egyesület 2018-ban a jogszabályoknak megfelelően működött. A Felügyelőbizottsághoz ezzel ellentétes bejelentés nem érkezett, jogszabály sértésről nem tudnak. A Felügyelőbizottsági ülés idejére a 2018. évi beszámoló elkészült a könyvelési adatokkal egyezően találták. Az adatok a valóságnak megfelelnek. A pénzügyi évet pozitívan zárta az Egyesület. A közhasznúsági mutatók nagy részének eleget tett az Egyesület, így közhasznúságát megőrizte. Az Alapszabály szerinti működést, a vagyoni eszközök felhasználását rendben találták.

Megkapták a Magyar Geofizikusok Egyesületének 2019. évi pénzügyi tervét is.

A Felügyelőbizottság javasolja a 2018. évi titkári, illetve a 2018. évi pénzügyi beszámoló elfogadását a közgyűlésnek.

Ezután *Kaszás László* rátért a Magyar Geofizikusokért Alapítvány 2018. évi gazdálkodásának ellenőrzéséről készült beszámolójukra. A Kuratórium elnöke részletesen ismertette az Alapítvány pénzügyi helyzetét. A Felügyelőbizottság is megkapta az Alapítvány pénzügyi beszámoló-

ját és a hozzá tartozó pénzügyi adatokat. Itt sem tapasztaltak és nem is jutott tudomásukra jogszabálysértés. Az Alapítvány is az Alapszabályuk szerint működött, így a fentiek tükrében a Felügyelő Bizottság javasolja a jelenlévőknek a Magyar Geofizikusokért Alapítvány beszámolójának elfogadását.

*Magyar Balázs* elnök megköszöni *Kaszás Lászlónak* a Felügyelőbizottság elnökének a beszámolóját. Majd egy kis kiegészítést tesz az elhangzott beszámolókkal kapcsolatban. Úgy ítéli meg, hogy jóval takarékosabb gazdálkodást kell folytatnunk az elmúlt évekhez képest, mert a bevételi forrásaink elapadni látszanak. Nem fektethetjük már be megtakarításainkat kamatozó kincstárjegybe, és sajnos nagyon alacsonyak a banki kamatok is. Az egyéb támogatási hajlandóság is sajnos jelentős mértékben csökkent az elmúlt évben.

A közgyűlés mind az MGE titkári beszámolót, mind a Magyar Geofizikusokért Alapítvány és a Felügyelőbizottság beszámolóját egyhangúan, ellenszavazat és tartózkodás nélkül elfogadja.

*Magyar Balázs* elnök a 2018. évet sikeresnek nyilvánítja és ezennel lezárja. Felkéri *Petrovszki Judit* általános titkárt, hogy ismertesse az Egyesület 2019. évi pénzügyi tervét.

*Petrovszki Judit* elmondja, hogy 2019-re is a 2018-as tervhez hasonlóval készültünk, bár tudjuk, hogy idén vándorgyűlés is lesz, de ez nem szerepel a tervben, ahogy az „Eötvös 100” emlékrendezvényei sem. Ennek az az oka, hogy több helyre nyújtottunk be ezekkel kapcsolatban pályázatokat. Ezeknek a pályázatoknak az eredményeiről még nem tudunk semmit, így tervezni sem tudunk ezekkel. Főképpen a vándorgyűlésre és az ISZA-ra kértünk támogatást. Az „Eötvös 100” támogatása pedig attól függ, hogy az évet hivatalosan is Eötvös évnek nyilvánítják-e. Ezt eddig csak az UNESCO tette meg, a magyar kormány nem. A MOL támogatással kapcsolatban sem tudunk semmit. 2018-ban is már jóval kevesebb volt a támogatás, mint az előző években, így ezzel sem tudunk igazán számolni a tervben. A felsoroltak miatt túl sok a bizonytalanság.

*Magyar Balázs* előadja, hogy az Eötvös-emlékével kapcsolatban alakult egy operatív bizottság, ebbe a bizottságba bekerült tagként *Zelei Gábor* alelnökünk is, aki akkor még az MBFSz elnöke volt. *Szarka László* vállalta, hogy segíti az operatív bizottság munkáját, és segít az egyesületünknek a támogatások elnyerésében.

Számos tervünk van az esetleges támogatások felhasználásával kapcsolatban. Balatonfüreden például fát szeretnénk ültetni és emléktáblát elhelyezni. Ezzel kapcsolatban megkerestük Balatonfüred polgármesterét, aki pozitívan állt a felvetésünkhöz, és felvállalta az emléktábla elkészítetetését is. Továbbra is az egyesületi vagyoni megőrzésére törekszünk takarékos gazdálkodásunkkal.

*Kaszás László* jelzi, hogy a Felügyelőbizottság, annak ellenére, hogy az Eötvös-évvél és a vándorgyűléssel kapcsolatban konkrét pénzügyi adatokat nem tartalmazott a 2019. évi pénzügyi terv, elfogadta a tervet a fennálló jelenlegi bizonytalanságok ellenére is.

A közgyűlés egyhangú „igen” szavazattal – ellenszavazat és tartózkodás nélkül – elfogadta az MGE 2019. évi pénzügyi tervét.

Az elnök felkéri *Zsadányi Évát*, a Jelölőbizottság elnökét, hogy ismertesse az ideai szavazással kapcsolatos tudnivalókat, az eddig elvégzett munkát.

*Zsadányi Éva* elmondja, hogy a Jelölőbizottság azt a feladatot kapta az Elnökségtől, hogy alelnöki posztra, a Felügyelőbizottság elnöki posztjára, a Felügyelőbizottság két tagjának posztjára, valamint a *Magyar Geofizika* című lap főszerkesztői posztjára gyűjtse be a jelöléseket. Ezt a feladatot sikerrel teljesítették.

Az alelnöki posztra *Kovács Attila Csabát*, a Felügyelőbizottság elnöki posztjára ismét *Kaszás László Gábort*, a Felügyelőbizottság tagjainak *Baracza Mátyás Krisztiánt* és *Stickel Jánost*, a Magyar Geofizika c. szakmai lap főszerkesztőjének ismét *Bodoky Tamást* jelölték.

*Zsadányi Éva* ismertette minden jelölt életrajzát. Nincs további javaslat a posztok betöltésére. A közgyűlés egyhangúan elfogadta a korábban ismertetett jelölteket.

Ezután a közgyűlés szünetet tart, majd a szünet után az elnök felkéri *Szabó Zsókat*, aki az Ifjú Szakemberek Anketáján (Ráckeve) gyakorlati kategóriában II. helyezést ért el, mondja el díjnyertes előadását.

*Szabó Zsóka* megtartja a közgyűlés előtt is előadását. Előadása után következik a folyó évben esedékes egyesületi elismerések és kitüntetések átadása.

Eötvös Loránd-emlékérmeket kap *Drahos Dezső*. Renner János-emlékérmeket kap *Barta Veronika* és *Kiss Anett*. Emléklappal ismeri el az Egyesület *Paszera Györgynek* az Egyesületért végzett áldozatos munkáját, valamint emléklapot kap még *Viola István* igazgató, a celldömölki Általános Iskola tantestületével közösen, valamint *Söptei Eszter* és a Kemenes Vulkanpark kollektívája. Az „év cikke” Meskó Attila-díját *Kiss János*, míg az „év cikke” Csókás János-díját *Abordán Armand* kapja. A kitüntetések *Magyar Balázs* adja át.



*Magyar Balázs* elnök átadja *Drahos Dezső*nek az Eötvös-emlékérmeket

*Petrovszki Judit* megköszöni az egyesületi összekötők munkáját, *Zsadányi Éva*, *Kopcsa Józsefné* és *Vida Erzsébet* veheti át az egyesületi jutalmat.

A következő napirendi pont az Ifjú Szakemberek Ankétja díjainak átadása. Ezt az ISZA beszámolója részletesen tartalmazza.

*Petrovszki Judit* elmondja, hogy az idei ISZA előadások is nagyon színvonalasak voltak. A rendezvény helyszíne Ráckeve volt. A rendezvényre került sor március végén, ez volt az 50. Ifjú Szakemberek Ankétja. Ezután *Bereczki László* az elmúlt 50 év statisztikája alapján összeállított anyagát mutatja be az Ifjú Szakemberek Ankétjáról.

*Magyar Balázs* elnök megköszöni az elhangzott humoros hangvételi előadást *Bereczki Lászlónak* és *Kiss Anettnek*, valamint *Bereczki Lászlónak* és *Petrovszki Juditnak* a sok munkát, amelyet az idei ISZA előkészítéséért, megszervezéséért és lebonyolításáért tettek.

Ezt követően *Zsadányi Éva* ismerteti a szünetben lezajlott szavazatszámolás eredményét.

59 szavazócédula került az urnába. Ebből 1 db volt érvénytelen. Az alelnöki posztra 89%-os arányban *Kovács Attila Csabát*, a Felügyelőbizottság elnöki posztjára 98%-os arányban *Kaszás László Gábort*, a Felügyelőbizottság egyik tagjának 96%-os aránnyal *Baracza Mátyás Kriszti-*

*ánt*, a Felügyelőbizottság másik tagjának 98%-os aránnyal *Stickel Jánost*, továbbá a *Magyar Geofizika* főszerkesztőjének 94%-os aránnyal *Bodoky Tamást* választotta meg a közgyűlés.

*Magyar Balázs* elnök köszöni a szavazatokat, és külön-külön köszönetet mond az egész éves munkájáért *Petrovszki Juditnak*, *Zsadányi Évának*, *Hegybíró Zsuzsának* és *Hegedűsné Petró Erzsébetnek*, valamint a most leköszönő alelnöknek, *Horváth Zsoltnak*. Majd gratulál az Egyesület új elnökének, *Zelei Gábornak*.

*Horváth Zsolt* egy hagyományt teremtett azzal, hogy készítetett egy egyesületi zászlót, melyet mindig a leköszönő elnök ad át a következő alelnöknek és elnöknek. Ezt a hagyományt folytatja *Magyar Balázs* is a zászló átadásával.

*Horváth Zsolt* rövid búcsúbeszédet mond, mivel lejárt a 6 éves megbízatása az Egyesület elnökségében. Az új elnök, *Zelei Gábor* pedig rövid köszöntő beszédet mond.

A közgyűlés a Bányászhimnusz eléneklésével fejeződik be.

*Titkárság*

# Megemlékezés Eötvös Lorándról halálának centenáriumán

Eötvös Loránd halálának évfordulóján a Magyar Geofizikusok Egyesületének sok évtizedes hagyománya szerint az MGE tagsága a Fiumei úti sírkertben sírjának megkoszorúzásával emlékezik meg a nagy tudósról. Ehhez a hagyományhoz az elmúlt években egyre több Eötvöshöz kapcsolódó vagy a nevét viselő szervezet csatlakozott.

2019-ben van Eötvös Loránd halálának centenáriuma. 2019. április 19-én a Magyar Geofizikusok Egyesülete és az Eötvös Loránd Tudományegyetem közösen rendezték meg a megemlékezést és a nagy tudós sírjának hagyományos koszorúzási ünnepségét a Fiumei úti sírkertben. Az ünnepségnek a korábbi évekhez mérten szokatlanul sok résztvevője volt, igen sokan hallgatták a sír előtt elhangzó méltatásokat és megemlékezéseket.



*Zelei Gábor, az MGE alelnöke Eötvös Lorándra emlékezik a sírnál*

Eötvös Loránd sírjánál elsőként *Zelei Gábor*, a Magyar Geofizikusok Egyesületének alelnöke méltatta a fizikus



*A megemlékezés résztvevői*

életútját. Őt követte *Borhy László*, az Eötvös Loránd Tudományegyetem rektora. Az ünnepséget megnyitó szónokokat még több más szervezet képviselője is követte. Az ünnepség a balatonfüredi Eötvös Loránd Általános Iskola és a celdömölki Városi Általános Iskola tanulóinak szereplésével, énekével zárult.

A koszorúzási ünnepség kapcsán meg kell még említeni, hogy a centenárium alkalmából a Nemzeti Örökség Intézete felújította Eötvös Loránd, valamint feleségének Eötvös Lorándné Horváth Gizellának a síremlékét. Az utóbbira az MGE titkára, *Petrovszki Judit* tett le néhány szál fehér virágot.



*Petrovszki Judit, az MGE titkára Eötvösné Horváth Gizella sírjánál*

A koszorúzási ünnepség után – immár ugyancsak sok éves hagyományként – az Eötvös nevét viselő vidéki isko-



*Kovács Péter bemutatja az Emlékkiállítást az iskolásoknak*



Hálaadó mise a Belvárosi Ferences Templomban

lák tanulói megtekintették a báró Eötvös Loránd Emlékiállítást az egykori Eötvös Loránd Geofizikai Intézet épületében, ahol a kiállítás megtekintésén túl Eötvös Loránd életét és tevékenységét bemutató előadásokon is részt vehettek.

A centenáriumi programokban gazdag napjának zárásaként este a tudósra emlékezve hálaadó misét tartottak a



Az MGE tagjainak egy csoportja a hálaadó misén

Pesti Ferences Templomban. A misén az Egyesületet *Magyar Balázs* elnök és az Egyesület néhány tagja, az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítványt pedig *Pályi András*, a kuratórium elnöke képviselte.

*Szerkesztőség*

# Ifjú Szakemberek Ankétja – 2019

## Beszámoló az 50. Ifjú Szakemberek Ankétjáról



Az 50. Ifjú Szakemberek Ankétja 2019. március 29–30-án került megrendezésre Ráckeven, a Duna Relax & Event Hotel épületében, az MGE és MFT közös szervezésében. Az ifjú szakemberek részvételét mindkét egyesület jelentősen támogatta. A résztvevők 29 szóbeli előadást és 9 posztert tekinthettek meg. A poszterszekció ismét két részletben zajlott, pénteken ebéd előtt egy rövid, 3 perces bemutatóban mindenki ismertethette a poszter lényegét s a legfontosabb eredményeit; a poszterek tényleges bemutatására és a diskusszióra pedig a vacsorát megelőző 1 órában volt lehetőség. Az elhangzott előadásokat egy 6 tagú zsűri értékelt, saját munka, tartalom, külalak és előadásmód szempontjából is.

A kerek évfordulóra való tekintettel, a 6 zsűritag is tartott egy-egy 5 perces rövid előadást a saját ISZA élményei-

ről, így direkt olyan zsűri tagok lettek felkérve, akik még hallgatóként maguk is adtak elő az Ankéton. Így idén a zsűrit *Bereczki László, Kovács Attila Csaba, Kovács István János, Kövér Szilvia, Ósi Attila és Zahuczki Péter* alkotta.

A színvonalas bemutatókból mindenki számára kiderült a fiatal kutatók szakmai felkészültsége és igényes kutatómunkája. A zsűri értékelése alapján poszterkategóriában megosztott első helyezés, míg gyakorlati kategóriában megosztott harmadik helyezés is kialakult. Ezenfelül a vállalatok és intézetek felajánlásainak köszönhetően 17 különdíj került kiosztásra. Az előadások diái az [isza.hu](http://isza.hu) oldalon lesznek elérhetők, az eseményen készült fényképek pedig a Facebook-oldalunkon. Minden résztvevőnek gratulálunk eredményéhez, s további sikeres munkát kívánunk!

A szervezőbizottság nevében:  
*Petrovszki Judit*

### Az 50. Ifjú Szakemberek Ankétja díjazottjai

#### Gyakorlati kategória

1. Porosity-Permeability Estimations based on Sonic Velocity, Critical Porosity, and Rock Typing Approaches  
*Muhammad Nur Ali Akbar*  
University of Miskolc
2. Complex evaluation of fluid flow systems and hydraulic trapping of hydrocarbons in the broader area of Hajdúszoboszló and Ebes, Hungary  
*Zsóka Szabó, B. Zentai-Czauner, J. Mádl-Szőnyi*  
József and Erzsébet Tóth Endowed Hydrogeology Chair, Department of Physical and Applied Geology, Eötvös Loránd University, Budapest

3. Heterogeneous geochemical processes in mine waste dumps – Assessing the behaviour of potentially toxic elements (PTEs) in mine waste dumps and tailings in the Recsk mining area  
*Péter Szabó*<sup>1</sup>, Gy. Jordán<sup>2</sup>, G. Földing<sup>3</sup>, I. Gaburi<sup>3</sup>, Cs. Alföldi<sup>3</sup>, I. Kiss<sup>4</sup>, M. Balázs<sup>4</sup>, I. Kovács<sup>4</sup>, Cs. Szabó<sup>5</sup>, Jun Yao<sup>6</sup>  
<sup>1</sup>Doctoral School of Environmental Sciences, Eötvös L. Univ.; <sup>2</sup>Dept. of Applied Chemistry, Szent István Univ.;  
<sup>3</sup>Mecsekérc Ltd., Pécs; <sup>4</sup>Division for Biotechnology, Bay Zoltán Nonprofit Ltd., Szeged; <sup>5</sup>Lithosphere Fluid Research Lab., Eötvös L. Univ.; <sup>6</sup>Institute for Earth Sciences, China Univ. of Geosciences in Beijing, Beijing, China

Complex geophysical survey of Keresztes-halom

*András Virók*<sup>1</sup>, K. Szilágyi<sup>3</sup>, T. Lukács<sup>1</sup>, Zs. Klembala<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eötvös L. Univ., Dept of Geophysics and Space Science; <sup>2</sup>Budavári Ingatlanfejlesztő és Üzemeltető Nonprofit Kft.;

<sup>3</sup>Budapest Univ. of Technology and Economics, Faculty of Civil Engineering

#### Elméleti kategória

1. Inherited Triassic salt structures in the Silica Nappe, Aggtelek Mts.  
*Éva Oravecz*<sup>1</sup>, L. Fodor<sup>2,3</sup>, G. Héja<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Eötvös L. Univ.; <sup>2</sup>MTA–ELTE Geological, Geophysical and Space Sci. Res. Gr.; <sup>3</sup>MTA–ELTE Volcanological Res. Gr.
2. Existence of thermal convection in the Buda Thermal Karst: Free or forced?  
*Márk Szijártó*  
 Eötvös Loránd University, Dept. of Geophysics and Space Science; József & Erzsébet Tóth Endowed Hydrogeology Chair, Budapest
3. ‘Water’ content of quartz from pyroclastic fall deposits (Bükk Foreland Volcanic Area) – first step towards a new correlation tool  
*Mátyás Hencz*<sup>1</sup>, T. Biró<sup>1</sup>, I. J. Kovács<sup>2</sup>, Zs. Pálos<sup>3</sup>, D. Kesjár<sup>4</sup>, D. Karátson<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Dept. of Physical Geography, Inst. of Geography and Earth Sci., Eötvös L. Univ.; <sup>2</sup>Geodetic and Geophysical Inst., HAS RCAES; <sup>3</sup>Lithosphere Fluid Research Lab., Eötvös L. Univ.; <sup>4</sup>Inst. for Geological and Geochemical Res., HAS RCAES

#### Poszterkategória

1. Pannonian mollusc biostratigraphy of two large calcareous marl sections from opposite margins of the Drava Trough  
*Dániel Botka*<sup>1</sup>, I. Magyar<sup>2,3</sup>, K. Sebe<sup>4</sup>  
<sup>1</sup>Dept. of Palaeontology, Eötvös L. Univ.; <sup>2</sup>MOL Plc.; <sup>3</sup>MTA–MTM–ELTE Res. Gr. for Paleontology; <sup>4</sup>Dept. of Geology and Meteorology, Univ. of Pécs
- From continental rifting to Alpine shortening: preliminary structural observations in the Trojane Anticline, Middle Slovenia  
*Benjámín Scherman*<sup>1</sup>, L. Fodor<sup>1,2</sup>, Sz. Kövér<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>MTA–ELTE Geological, Geophysical and Space Science Res. Gr.; <sup>2</sup>MTA–ELTE Volcanology Res. Gr.
3. Five decades of atmospheric electric potential gradient measurements at the Széchenyi István Geophysical Observatory  
*Attila Buzás*<sup>1,2</sup>, V. Barta<sup>1</sup>, J. Bór<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Geodetic and Geophysical Inst., Res. Centre for Astronomy and Earth Sci., HAS; <sup>2</sup>Dept. of Geophysics and Space Sci., Faculty of Science, Eötvös L. Univ.

\* \* \*

#### Különdíjak

##### Első előadói díj

Examinations of the neotectonic of the Pannonian basin based on 2D restoration and other methods

*Kitti Váradi*

Dept. of Geophysics and Space Science, Eötvös L. Univ.

##### Biocentrum Kft.

‘Water’ content of quartz from pyroclastic fall deposits (Bükk Foreland Volcanic Area) – first step towards a new correlation tool

*Mátyás Hencz*<sup>1</sup>, T. Biró<sup>1</sup>, I. J. Kovács<sup>2</sup>, Zs. Pálos<sup>3</sup>, D. Kesjár<sup>4</sup>, D. Karátson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Geography, Inst. of Geography and Earth Sci., Eötvös L. Univ.; <sup>2</sup>Geodetic and Geophysical Inst., HAS RCAES; <sup>3</sup>Lithosphere Fluid Research Lab., Eötvös L. Univ.; <sup>4</sup>Inst. for Geological and Geochemical Res., HAS RCAES



**Elgoscar 2000 Kft.**

Complex geophysical survey of Keresztes-halom

*András Virók*<sup>1</sup>, K. Szilágyi<sup>3</sup>, T. Lukács<sup>1</sup>, Zs. Klembala<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eötvös L. Univ., Dept of Geophysics and Space Science; <sup>2</sup>Budavári Ingatlanfejlesztő és Üzemeltető Nonprofit Kft.;

<sup>3</sup>Budapest Univ. of Technology and Economics, Faculty of Civil Engineering

**Geo-Log Kft.**

Porosity-Permeability Estimations based on Sonic Velocity, Critical Porosity, and Rock Typing Approaches

*Muhammad Nur Ali Akbar*

University of Miskolc

**Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat**

Study of quartz xenocrysts and mafic enclaves from “Laleaua Alba” (“White Tulip”) composite dacite dome, Gutai Mts., Romania

*Ákos Kővágó*<sup>1</sup>, I. Kovács<sup>2</sup>, S. Józsa<sup>1</sup>, M. Kovács<sup>3</sup>, Cs. Szabó<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Petrology and Geochemistry Eötvös L. Univ.; <sup>2</sup>Geodetic and Geophysical Inst. Res. Centre for Astronomy and Earth Sci. HAS; <sup>3</sup>Technical Univ. Cluj-Napoca, North Univ. Centre Baia Mare

**Mecsekérc Zrt.**

A wetland mapping method by temporal integrals derived from H/A/alpha decomposition of Sentinel-1 images

*Vivien Pacskó*<sup>1,2</sup>, O. Petrik<sup>2</sup>, Z. Friedl<sup>1,2</sup>, G. Nádor<sup>2</sup>, D. Kristóf<sup>2</sup>, M. Belényesi<sup>2</sup>, G. Molnár<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Eötvös L. Univ.; <sup>2</sup>Government Office of the Capital City Budapest, Dept. of Geodesy Remote Sensing and Land Offices, Division of Geodesy and Remote Sensing; <sup>3</sup>MTA–ELTE Geological, Geophysical and Space Sci. Res. Gr.

**Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány**

***Böckh János-díj***

Investigation of groundwater flow system and their driving forces in the Danube-Tisza Interfluvium by numerical modeling

*Viktor Dániel Balogh*, Sz. Simon, Á. Tóth

Dept. of Physical and Applied Geology, Eötvös L. Univ.

**Magyarhoni Földtani Társulat különdíja**

Textural observations and Raman spectroscopic studies on Praid salt rocks (Transylvania)

*Orsolya Gelencsér*

Lithosphere Fluid Res. Lab., Dept. of Petrology and Geochemistry, Inst. of Geography and Earth Sci., Eötvös Univ.

**Magyarhoni Földtani Társulat Ifjúsági Bizottságának különdíja**

Metamorphic history of Algyó High

*Henrietta Kondor*

Dept. of Mineralogy, Geochemistry and Petrology, Univ. of Szeged

**Mining Support Kft.**

Radionuclide content of groundwater in hydrogeological approach – case study of the adjacent areas of Lake Velence

*Petra Baják*, K. Csondor, A. Erőss

Erzsébet and József Tóth Endowed Hydrogeology Chair, Dept of Physical and Applied Geology, Eötvös L. Univ.

**Min-Geo Kft.**

Heterogeneous geochemical processes in mine waste dumps –Assessing the behaviour of potentially toxic elements (PTEs) in mine waste dumps and tailings in the Recsk mining area

*Péter Szabó*<sup>1</sup>, Gy. Jordán<sup>2</sup>, G. Földing<sup>3</sup>, I. Gaburi<sup>3</sup>, Cs. Alföldi<sup>3</sup>, I. Kiss<sup>4</sup>, M. Balázs<sup>4</sup>, I. Kovács<sup>4</sup>, Cs. Szabó<sup>5</sup>, Jun Yao<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Doctoral School of Environmental Sciences, Eötvös L. Univ.; <sup>2</sup>Dept. of Applied Chemistry, Szent István Univ.;

<sup>3</sup>Mecsekérc Ltd., Pécs; <sup>4</sup>Division for Biotechnology, Bay Zoltán Nonprofit Ltd., Szeged; <sup>5</sup>Lithosphere Fluid Research Lab., Eötvös L. Univ.; <sup>6</sup>Institute for Earth Sciences, China Univ. of Geosciences in Beijing, Beijing, China

**MOL Nyrt.**

Gas hydrate generation in Lake Pannon?

*Zsófia Harold*<sup>1</sup>, A. Balázs<sup>2</sup>, A. Bartha<sup>3</sup>, Á. Szalay<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical and Applied Geology, Eötvös L. Univ.; <sup>2</sup>Dept. of Sciences, Università Degli Studi Roma Tre, Rome;

<sup>3</sup>Schlumberger, Software Integrated Solutions (SIS), Aachen; <sup>4</sup>Independent Exploration Geologist, Szolnok

**O&G Development Kft.**

Complex evaluation of fluid flow systems and hydraulic trapping of hydrocarbons in the broader area of Hajdúszoboszló and Ebes, Hungary  
*Zsóka Szabó, B. Zentai-Czauner, J. Mádl-Szőnyi*  
József and Erzsébet Tóth Endowed Hydrogeology Chair, Department of Physical and Applied Geology, Eötvös Loránd University, Budapest

**Vermilion Energy Kft.**

Reservoir Characterization using Artificial Neural Network based Well Log Analysis  
*Sabuhi Tapdigli*  
University of Miskolc

**Doktoranduszok Országos Szövetsége**

Geotechnical, geological and hydrogeological investigations on a DNAPL contaminated area  
*Ramóna Matula*  
BIOCENTRUM Envir. Protection and Water Managm. Ltd.

**Dövényi Péter – Horváth Ferenc-díj**


Seismic potential in Nyírség  
*Bence Ádám Braun*  
Department of Geophysics, University of Miskolc

\* \* \*

**Közönségdíj és előadását az MGE közgyűlésen bemutatja**

'Water' content of quartz from pyroclastic fall deposits (Bükk Foreland Volcanic Area) – first step towards a new correlation tool  
*Mátyás Hencz<sup>1</sup>, T. Biró<sup>1</sup>, I. J. Kovács<sup>2</sup>, Zs. Pálos<sup>3</sup>, D. Kesjár<sup>4</sup>, D. Karátson<sup>1</sup>*  
<sup>1</sup>Dept. of Physical Geography, Inst. of Geography and Earth Sci., Eötvös L. Univ.; <sup>2</sup>Geodetic and Geophysical Inst., HAS RCAES; <sup>3</sup>Lithosphere Fluid Research Lab., Eötvös L. Univ.; <sup>4</sup>Inst. for Geological and Geochemical Res., HAS RCAES

## A Magyar Geofizikusok Egyesülete 2018. évi egyszerűsített pénzügyi beszámolója

	<b>A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet</b>	PK-442
<b>2018. év</b>		

Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Magyar Geofizikusok Egyesülete

### Az egyszerűsített éves beszámoló eredménykimutatása

(Adatok ezer forintban.)

	Alaptevékenység			Vállalkozási tevékenység			Összesen		
	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév
1. Értékesítés nettó árbevétele	1 494		1 606				1 494		1 606
2. Aktivált saját teljesítmények értéke	0		0				0		0
3. Egyéb bevételek	9 726		8 917				9 726		8 917
ebből:									
- tagdíj	4 033		3 995				4 033		3 995
- alapítótól kapott befizetés	0		0				0		0
- támogatások	5 693		4 922				5 693		4 922
ebből: adományok	3 512		3 192				3 512		3 192
4. Pénzügyi műveletek bevételei	1 788		1 840				1 788		1 840
A. Összes bevétel (1+2+3+4)	13 008		12 363				13 008		12 363
ebből: közhasznú tevékenység bevételei	7 187		6 527				7 187		6 527
5. Anyagjellegű ráfordítások	4 968		3 934				4 968		3 934
6. Személyi jellegű ráfordítások	6 107		6 948				6 107		6 948
ebből: vezető tisztségviselők juttatásai	0		0				0		0
7. Értékcsökkenési leírás	12		6				12		6
8. Egyéb ráfordítások	420		208				420		208
9. Pénzügyi műveletek ráfordításai	116		131				116		131
B. Összes ráfordítás (5+6+7+8+9)	11 623		11 227				11 623		11 227
ebből: közhasznú tevékenység ráfordításai	7 496		7 556				7 496		7 556
C. Adózás előtti eredmény (A-B)	1 385		1 136				1 385		1 136
10. Adófizetési kötelezettség	0		0				0		0
D. Tárgyévi eredmény (C-10)	1 385		1 136				1 385		1 136

Ny.v.:1.3 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2019.03.18 10.27.59

	<b>A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet</b>	PK-442
<b>2018. év</b>		

Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Magyar Geofizikusok Egyesülete

**Az egyszerűsített éves beszámoló eredménykimutatása 2.**

(Adatok ezer forintban.)

	Alaptevékenység			Vállalkozási tevékenység			Összesen		
	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév
Tájékoztató adatok									
A. Központi költségvetési támogatás	182		426				182		426
ebből: - normatív támogatás	0		0				0		0
B. Helyi önkormányzati költségvetési támogatás	0		0				0		0
ebből: - normatív támogatás	0		0				0		0
C. Az Európai Unió strukturális alapjaiból, illetve a Kohéziós Alapból nyújtott támogatás	0		0				0		0
D. Az Európai Unió költségvetéséből vagy más államtól, nemzetközi szervezettől származó támogatás	1 054		620				1 054		620
E. A személyi jövedelemadó meghatározott részének az adózó rendelkezése szerinti felhasználásáról szóló 1996. évi CXXVI. törvény alapján átutalt összeg	316		271				316		271
F. Közszolgáltatási bevétel	0		0				0		0
G. Adományok	3 512		3 192				3 512		3 192

**Könyvvizsgálói záradék**

Az adatok könyvvizsgálattal alá vannak támasztva.

Igen

Nem

Ny.v.:1.3 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2019.03.18 10.27.59

## A Magyar Geofizikusért Alapítvány 2018. évi egyszerűsített pénzügyi mérlege

	<b>A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet</b>	PK-442
<b>2018. év</b>		

Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Magyar Geofizikusokért Alapítvány

<b>Az egyszerűsített éves beszámoló eredménykimutatása</b>									
(Adatok ezer forintban.)									
	Alaptevékenység			Vállalkozási tevékenység			Összesen		
	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév
1. Értékesítés nettó árbevétele	0						0		
2. Aktivált saját teljesítmények értéke									
3. Egyéb bevételek	1 354		704				1 354		704
ebből:									
- tagdíj									
- alapítótól kapott befizetés	144		138				144		138
- támogatások	1 210		566				1 210		566
ebből: adományok	1 155		535				1 155		535
4. Pénzügyi műveletek bevételei	19		18				19		18
A. Összes bevétel (1+2+3+4)	1 373		722				1 373		722
ebből: közhasznú tevékenység bevételei	1 373		722				1 373		722
5. Anyagjellegű ráfordítások	427		330				427		330
6. Személyi jellegű ráfordítások	504		391				504		391
ebből: vezető tisztségviselők juttatásai	0		0				0		0
7. Értékcsökkenési leírás	0		0				0		0
8. Egyéb ráfordítások	200		200				200		200
9. Pénzügyi műveletek ráfordításai	4		0				4		0
B. Összes ráfordítás (5+6+7+8+9)	1 135		921				1 135		921
ebből: közhasznú tevékenység ráfordításai	1 135						1 135		
C. Adózás előtti eredmény (A-B)	238		-199				238		-199
10. Adófizetési kötelezettség									
D. Tárgyévi eredmény (C-10)	238		-199				238		-199

Ny.v.:1.3 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2019.03.11 08.44.18

# Szeizmikus attribútumok időmetszeteken történő vizsgálata – hogyan találjuk meg gyorsan a gáztartalmú homokköveket?

LÓRINCZ K.

RAG Hungary Kft., H-1113 Budapest, Bocskai út 134–146., Dorottya Udvar D/3  
E-mail: katalin.lorincz@rag-hungary.hu, klorincz50@gmail.com

A 3D szeizmikus adattömb vízszintes metszeteken történő objektumorientált átvizsgálása az átnézendő szelvények jelentős csökkenését eredményezi – az adattömb geometriai adottságaiból fakadóan –, szemben a szokásos, függőleges szelvényeken történő, elsődleges értelmezéssel.

A módszer hatékonyságát az is növeli, hogy míg a függőleges szelvényeken feltételezett homokkőtestek minősítéséhez 2–3 reflexió horizontot is végig kell követnünk a horizont menti attribútum kinyerés előfeltételeként, addig az időmetszet esetében, szeizmikus értelmezés nélkül tudjuk a gáztartalmú homokkövek meglétére utaló attribútumokat tanulmányozni.

Gyakorlati példákon keresztül mutatjuk be azt a 4 szeizmikus attribútumot (amplitúdóerősség, koherencia, sweetness és AVO-PRAVO), amelyek segítségével leszűkíthető a részletes analízisre kiválasztott objektumok száma, képet kapva azok szerkezeti helyzetéről is. Egy részterület esetében összehasonlítjuk a két megközelítés – a horizont menti, ill. az időmetszet menti attribútumanalízis – eredményét. Bizonyítjuk, hogy az időmetszet alapú attribútumvizsgálat valóban alkalmas az anomáliák felderítésére, és azt is megmutatjuk, hogy éppen a választott attribútumok a legmegfelelőbbek a gázzal telített, porózus homokkövek kimutatására. Meghatározzuk a módszer alkalmazásának helyét és szerepét a porózus homokkövek szénhidrogén-tartalmának kutatásában.

## Lőrincz, K.: Study of seismic attributes in time slices – how we can find quickly the gas bearing sandstones

Object hunting carried out in time slices means a reduce of reviewing seismic sections counter to the usual vertical section analysis – resulted by the geometric parameters of the 3D seismic dataset.

Besides, the presence of gas bearing sandstones can be concluded without seismic interpretation based on time slice studies, while during the interpretation of vertical sections some horizons should be picked for attribute extraction along horizon slices.

Four attributes have been selected (amplitude strength, coherency, sweetness and AVO-PRAVO), which can help to find the objects with supposed gas content for further detailed exploration. Seismic examples are presented from a 3D dataset measured in Great Hungarian Plain, and the comparison of two methods (horizon slice vs. time slice attribute analysis) are demonstrated by showing of a most capable object. It has been proved, that the attribute analysis based on time slices is really appropriate for object hunting, and it is also demonstrated that the selected attributes are the best to find the low porosity, gas bearing sandstones. The place and role of this method have also been specified.

*Beérkezett:* 2019. május 20.; *elfogadva:* 2019. június 18.

## 1. Bevezetés

A 3D mérések elsődleges értelmezését alapvetően a függőleges szelvényeken végezzük, a vízszintes metszetet – amely időmigrált feldolgozás esetében időmetszetnek tekinthető – inkább csak ellenőrzésre vagy eredményeink

alátámasztására alkalmazzuk. Egy frissen lemért 3D esetben van jelentősége a minél gyorsabb, de egyben jól meghatározott kritériumok alapján elvégzett objektumorientált analízisnek.

A kőolajiparban használatos 3D szeizmikus adattömb lapos téglatestnek tekinthető, hiszen a 10 km körüli beha-

tolási mélysége fele egy átlagos térbeli mérés oldalhosszúságának. A kutatásaink tárgyát képező pannon homokkövek mélysége ennél is kisebb, a Makói-árokban mért legmélyebb adat 5–6 km közötti (Badics et al. 2011). Mindezt figyelembe véve állítható, hogy jóval kevesebb időmetszetet kell átnéznünk lefelé haladva, mint amennyi függőleges szelvényre lenne szükségünk egy oldalirányban történő szeletelés esetén. Mindemellett a szerkezetek leképezésének irányfüggősége miatt a függőleges szelvények mindkét irányú (*line* és *crossline*) metszetét végig kell pásztáznunk, így egy átlagos méretű 3D esetben az időmetszetek elsődleges alkalmazása a tanulmányozandó szelvények darabszámát nagymértékben csökkenti. Ráadásul, ha a 3D vízszintes kiterjedése nő, akkor az átnézendő függőleges szelvények száma is nő, míg a vízszintes metszeteké ugyanannyi marad!

Az időmetszeteken alapuló átnézetes vizsgálat gyorsaságát és hasznosságát nemcsak mennyiségi, hanem minőségi okok is befolyásolják. A függőleges szelvények alapján ahhoz, hogy kiszűrjünk egy lehetséges gáztároló homokkővet, legalább 2–3 horizontot térképeznünk kell, s az így elkészült horizont mentén ki kell nyernünk az anyagból a számunkra lényeges attribútumokat (*horizon slice extraction*). Az időmetszetek segítségével viszont, horizontkövetés és térképezés nélkül is tudunk következtetni szerkezeti elemekre és azok tartalmára is. Van ugyanis 4 attribútum, amelynek a tanulmányozása leszűkíti a gázos homokkövekre utaló jelenségek értelmezését, és – szerkezeti csapda esetében – a záródás jellegére is utal.

Első lépésben magát a szeizmikus amplitúdó képét vizsgáljuk, amely már önmagában is tartalmazhat kiterjedéseket, fénylő helyeket (*brightspot*). Ezek után a szerkezeti elemek kiemelésére szolgáló koherenciakockát szeleteljük fel vízszintesen, ami megmutatja, hogy a megtalált amplitúdóanomáliák vetőhöz kapcsolódnak-e vagy sem. Van egy attribútum, s ez a *sweetness*, amely definíciójából adódóan:

$$\text{SWEETNESS} = \text{env}(\text{PSTM}) / \text{sqrt}(\text{freq}(\text{PSTM}))$$

a nagy reflexiós amplitúdójú és egyben kis frekvenciával rendelkező helyeken ad nagy értékeket, s ez tipikusan a homokkövekre jellemző. Ha még az is érdekel minket, hogy netán gázzal telített-e ez a homokkő, akkor az AVO módszer PRAVO attribútumát hívjuk segítségül, ami a leggyakrabban előforduló, 3. osztályú (gázzal telített, nagy porozitású) homokkövek AVO válasza esetén mutat határozott pozitív anomáliát, szintén definíciójából adódóan:

$$\text{PRAVO} = (((\text{far-near}) \times \text{far}) + ((\text{mid-near}) \times \text{mid})) \times \text{PSTM}.$$

Így tehát 4 attribútum időmetszeteken történő átnézésével gyakorlatilag kiszűrhetjük első lépésben a részletesebben megvizsgálendő objektumokat, s ezek mindegyikéről – konkrét horizontértelmezés nélkül, pusztán az időmetszetek átlapozása alapján – képet kapunk az anomália geometriájáról, ill. az esetleges homokkövek meglétéről, valamint arról is, hogy melyekben várhatunk földgáz-előfordulást. Az így meghatározott objektumokon el-

végezve a klasszikus értelmezési eljárást (horizontkövetés, horizont menti attribútumkinyerés, térképezés), tovább tudjuk finomítani a *lead*, ill. *prospect* kijelölést, meghatározást.

Megjegyzendő, hogy a vízszintes szeletelés optimális lépésköze – a reflexiós frekvencia mélységgel történő csökkenése miatt – mélységfüggő, amint ezt a 4. fejezet 8. ábrájához fűzött magyarázatban részletesen kifejtjük. A pannon üledékekben kialakuló frekvenciaviszonyok nem indokolják a mérés és feldolgozás során alkalmazott – Gombár L. szóbeli közlése alapján: szokásosan  $\Delta t = 2$  ms – mintavételű lépegetést, annál nagyobb közönként is elegendő szeletelni.

## 2. Néhány alapfogalom a szeizmikus attribútumok ismertetéséhez

### 2.1. A szeizmikus csatorna

A szeizmikus csatorna jelét a szeizmikus jel és a – reflexiós együtthatók sorozatával leképezett – föld-válaszfüggvény konvolúciója alkotja. Ha a szeizmikus jel egy tüske lenne, akkor a szeizmikus csatorna a reflexiós együtthatók sorozatát adná vissza. A szeizmikus jel viszont több komponensből tevődik össze, amelyben meghatározó elem a gerjesztőjel, de a geofon átviteli függvénye és még számtalan ráakadó hatás is befolyásolja (Yilmaz 1987).

Ebből következően, a szeizmikus csatorna amplitúdója arányos a reflexiós együttható nagyságával, amely síkhullám közel merőleges beesésekor a réteghatár alatti és feletti összletre jellemző akusztikus impedancia különbségének és összegének a hányadosa. Egy adott réteg akusztikus impedanciája pedig a kőzet sűrűségének és a benne haladó rugalmas hullám terjedési sebességének a szorzata (Ádám 1987, Meskó 1994). Megjegyzendő, hogy míg az akusztikus impedancia egy közegen belül értelmezhető, addig a reflexiós együttható, mindig a két közeg közötti határfelületet jellemzi, annak reflexiós tulajdonságáról ad tájékoztatást.

A reflexiós együttható nagyságára csak akkor következtethetünk a feldolgozott szeizmikus anyagból, ha az eljárás során megőrizzük vagy utólag visszaállítjuk a terepi csatornák amplitúdóit, amelyek a reflexiós együttható változását még hűen követik. A mért jelek feldolgozása során ugyanis – a gömbi szóródás, az elnyelődés és a reflexiós veszteségek kompenzálása céljából – amplitúdókiegyenlítő eljárás alkalmazása válik szükségessé (Pethő, Vass 2009). Ezt kell kiküszöbölni a valódi amplitúdók visszaállítása során, hogy az amplitúdóerősség a valós geológiai felépítést tükrözze. Ennek különösen a szénhidrogén-tartalom direkt kimutatásában van nagy jelentősége (Takács 2001).

### 2.2. Szeizmikus attribútumok típusai

A szeizmikában az attribútumokat először Taner és Sheriff (1977) használta, sztratigráfiai kiértékelésben és szénhid-

rogén-detektálásban. Az attribútumok származtatása és osztályozása Brown (1996) szerint az alap szeizmikus információkból történik, ezek a reflexiós idő, az amplitúdó és a frekvencia. A reflexiós idő attribútumok elsősorban a szerkezeti értelmezést segítik, az amplitúdó és frekvencia alapúak pedig a sztratigráfiai és a rezervoárral kapcsolatos ismereteinket bővítik. Mindhárom kategória felosztható *pre-stack* és *post-stack* attribútumokra aszerint, hogy még a mért szeizmikus csatornák összegzése előtt, vagy azután hozzák-e létre. A *post-stack* attribútumok tovább csoportosíthatók aszerint, hogy felület (horizont vagy síkfelület: függőleges/vízszintes metszet) menti vagy ún. volume attribútumok-e, ez utóbbi egy adott térrészen belül meghatározott attribútumot jelent (pl. 2 értelmezett horizont között, vagy 2 konstans idősíki között, esetleg a teljes adat-tömbön).

### 2.3. A komplex szeizmikus csatorna definíciója – pillanatnyi attribútumok

Ez alábbi összefoglalás Taner, Koehler és Sheriff (1979) és Bacsá, Bondár és Meskó (1987) részletes levezetéseket tartalmazó munkáin alapul.

A komplex csatorna geometriai megfelelője egy térgörbe lehet:

$$G(t) = A(t) e^{i\Phi(t)}, \quad (1)$$

ahol  $A(t)$  az amplitúdó,  $\Phi(t)$  a fázis időbeni változását leíró függvény,  $i$  az imaginárius egység.

A térgörbe vízszintes síkra adott vetülete adja a valós részt, melyet a mért szeizmikus csatornával azonosítunk:  $g(t)$ , a függőleges síkra eső vetület pedig a képzetes rész:  $g_{\text{mer}}(t)$  – az elnevezés a két sík egymásra merőleges mivoltára utal. Ezekkel a jelölésekkel a térgörbe matematikailag így írható le:

$$G(t) = g(t) + i g_{\text{mer}}(t) = A(t) \cos[2\pi \Phi(t)] + i A(t) \sin[2\pi \Phi(t)], \quad (2)$$

ahol  $i$ : az imaginárius egység,  $\pi$  a „pi” szám (3,14...).

Az  $A(t)$ -t gyakran burkolónak vagy reflexióerősségnek, ill. pillanatnyi amplitúdónak is nevezik, értékét a mért csatorna és a képzetes rész négyzetösszegének gyöke adja meg az alábbi módon:

$$A(t) = [g^2(t) + g_{\text{mer}}^2(t)]^{1/2}. \quad (3)$$

A burkoló értéke – a definícióból fakadóan – mindig pozitív (vagy nulla), a szeizmikus csatornaamplitúdó erősségének abszolút értékével megegyező szám.

A pillanatnyi fázis is kifejezhető a komplex csatorna valós és képzetes összetevőjével, ugyanis azok hányadosának az arcustangense adja meg az értékét, a következő képlettel definiált módon:

$$\Phi(t) = \arctg(g_{\text{mer}}(t)/g(t)). \quad (4)$$

Az  $f(t)$ -vel jelölt pillanatnyi frekvenciát pedig a pillanatnyi fázis ismeretében az alábbi módon számíthatjuk:

$$f(t) = (d\Phi(t)/dt)/2\pi. \quad (5)$$

Mindhárom pillanatnyi attribútum (amplitúdó, fázis, frekvencia) számításának előfeltétele a  $g_{\text{mer}}(t)$  függvény ismerete. Ennek meghatározása Hilbert-transzformációval történik, ami egy bevett matematikai eljárás a szeizmikus *post-stack* feldolgozásban. Ennek ismertetése nem tárgya a jelenlegi cikknek.

### 2.4. AVO attribútumok

#### 2.4.1. Alapfogalmak

Az AVO- (*Amplitude Versus Offset*) analízis a reflexiós amplitúdók offset függő vizsgálatát jelenti, ahol az *offset*, az ugyanarról a mélységpontról érkező sugárutak gyűjteményében, a különböző robbantópont-geofon távolságokat azonosítja. A közös mélységpont vízszintes felületről történő visszaverődés esetében egy adott pontot jelöl (*Common Depth Point*: CDP), dőlt felületeknél viszont egy felület-részről történik a visszaverődés, ilyenkor egy közös referenciapont kerül meghatározásra (*Common Reference Point*: CRP vagy *Common Mirror Point*: CMP).

Abban az esetben, ha a hullám nem merőlegesen érkezik egy határfelületre, nemcsak kompressziós, longitudinális P hullám, hanem nyíró, transzverzális S hullám visszaverődést is tapasztalunk. Ezek sebességének egymáshoz viszonyított aránya ( $v_p/v_s$ ) szoros összefüggésben áll a közetfizikai paraméterekkel, amelyet jól reprezentál a Poisson-hányadossal ( $\sigma$ ) való összefüggés az alábbi definíció szerint (Ostrander 1984):

$$\sigma = (\gamma - 2)/(2\gamma - 2),$$

ahol  $\gamma = (v_p/v_s)^2$ .

A kétféle sebesség az alábbi módon írható fel közetfizikai paraméterek segítségével, a rugalmas hullámok homogén, izotrop közegben való terjedését leíró hullámegyenlet megoldása alapján, pl. Russel (1994) szerint:

$$v_p = \text{sqrt}[(K + 4/3\mu)/\rho], \\ v_s = \text{sqrt}[\mu/\rho],$$

ahol  $K$ : bulk vagy összenyomhatatlansági modulus,  $\mu$ : nyírási modulus,  $\rho$ : sűrűség, sqrt a négyzetgyök jele.

A rugalmas közegben terjedő síkhullámokat, a rugalmassági tényezőket és a köztük lévő kapcsolatokat Ádám (1987) és Meskó (1989) részletesen tárgyalják.

A közetben a gáztartalom növekedése a nyírási modulus nem befolyásolja, míg a sűrűség és a bulk modulus csökken (gázzal telített közet könnyebben összenyomható). Ráadásul a bulk modulus jobban csökken, mint a sűrűség, ebből adódóan a P hullám sebességét definiáló hányados is csökken. Az S hullám sebessége viszont nő a gáztartalom miatt kialakuló kisebb sűrűség következtében. Mindkét hatás a  $v_p/v_s$  hányados redukálódását eredményezi, ami végezetül a Poisson-hányados esetében is csökkenést okoz néhány százaléknyi gáztartalom esetén is (Russel 1994). Így értéke – ami elméletileg 0 és 0,5 értékek között



változhat – gázos homokköveknél 0,2 érték alatt van, a vi-  
zes homokkövek és az agyagok esetében pedig ennél na-  
gyobb (0,25–0,35, ld. Takács 2001).

Harmonikus síkhullámot és homogén, izotróp, kétré-  
teges közeget feltételezve a határfelületre beeső egység-  
nyi amplitúdójú P hullám által létrehozott hullámok  
amplitúdóit – általános esetben – a Zoeppritz-féle mátrix  
egyenlet írja le (Zoeppritz 1919). Ennek és megoldásá-  
nak ismertetése nem tárgya jelen munkának, viszont a  
Shuay-féle közelítő megoldás (1985) alábbi, egyszerűsít-  
ett változata (Chopra, Castagna 2014) a beeső hullám  
merőlegessel bezárt  $0^\circ$ – $30^\circ$ -os szögtartományában jól  
használható, és fontos következtetések levonását teszi le-  
hetővé.

$$R(\theta) = R(0) + [(9/4)\Delta\sigma - R(0)]\sin^2\theta, \quad (6)$$

$R$ : reflexiós együttható

$\theta$ : beesési szög

$R(0)$ : konstans, a merőleges beesési szöghöz tartozó refle-  
xiós koefficiens értéke

$\Delta\sigma$ : Poisson-hányados változása a gázos rétegben és a fedő  
összletben jellemző  $\sigma$  értékek között.

A képlet a különböző beesési szögek esetén létrejövő  
reflektivitást adja meg, ami a (6) összefüggés alapján csak a  
beesési szög és a Poisson-hányados függvénye. Mivel a  
Poisson-hányados nagyságát a kompressziós és nyíróhullá-  
mok sebességének aránya ( $v_p/v_s$ ) határozza meg, azt pedig  
jelentősen befolyásolja a gáztartalom, ezért az AVO-  
analízis, amely a reflexiós együttható beesési szögtől függő  
változását vizsgálja, valóban alkalmas a gáztartalom kimu-  
tatására (Györfi 2009).

A fenti képlet még egyszerűbb formában az alábbi mó-  
don is felírható:

$$R(\theta) = P + G\sin^2\theta, \quad (7)$$

ahol  $P = R(0)$  és  $G = (9/4)\Delta\sigma - R(0)$ .

Ebből egyértelműen megállapítható, hogy a reflexiós  
együttható a beesési szög szinusza négyzetének függvé-  
nyében lineárisan változik, ahol  $P$  az egyenes tengelymet-  
szete,  $G$  pedig a meredeksége. Mindkettő alapvető AVO  
attribútumként használatos (Takács 2001).

2.4.2. Gáztartalmú homokkövek osztályozása az általuk  
adott AVO válasz alapján

Attól függően, hogy a homokkő mennyire kompaktált, ill.  
hogy mennyi gázt tartalmaz, más típusú AVO hatást ered-  
ményez. AVO válaszai szerint a gáztartalmú homokköve-  
ket Rutherford és Williams (1989), az alábbi 3 osztályba  
sorolta:

1. Környezetükhöz képest nagy akusztikus impedanciájú,  
gázos homokkövek – ezek azok a legkisebb porozitású,  
legkompaktáltabb homokkőtestek, amelyekben a gáz  
még képes AVO-anomáliát létrehozni.

*Megjegyzés:* PSTM stacking szelvényen ezek *dimspottal*  
– amplitúdókifehéredéssel jelennek meg.

2. Környezetükhöz hasonló akusztikus impedanciájú, gá-  
zos homokkövek – közepes porozitású homokkövek,  
kis–közepes mennyiségű gáztartalommal.

3. Környezetükhöz képest kis akusztikus impedanciájú,  
gázos homokkövek – nagy porozitású, alul kompaktált  
homokkőtestek, gáztartalommal.

*Megjegyzés:* PSTM stacking szelvényen ezek bright-  
spottal – amplitúdókierősítéssel jelennek meg.

A legmarkánsabb AVO válasz a 3. osztályra jellemző,  
ennek ellenére előfordulhat olyan litológiai összetétel,  
amely ugyanilyen választ eredményez, pl. nedves homok-  
kő esetében, ha felette anizotróp agyag található, amelyben  
a sebesség laterálisan változik (Györfi 2009).

2.4.3. AVO attribútumtípusok

Alapvetően 2 nagy csoportba oszthatók a szénhidrogén ku-  
tatásban használatos AVO attribútumok.

2.4.3.1. Amplitúdó alapú attribútumok

- a) Parciális stackek (near, mid, far) – beesési szög-  
tartomány, vagyis offsetfüggő attribútumok:  
–  $0^\circ$ – $12^\circ$  near offset  
–  $12^\circ$ – $24^\circ$  mid offset  
–  $24^\circ$ – $36^\circ$  far offset

Egymásután vizsgálva különböző offsetgyűjteményeket  
– a near offset felől, a mid offseten keresztül, a far felé ha-  
ladva – következtetni tudunk arra, hogy a 2.4.2. fejezetben  
ismertetett osztályok melyikébe sorolható AVO válasszal  
van dolgunk. Jelen munka csak a gáztartalmú, nagy poro-  
zítású homokkövek esetével foglalkozik (3. osztály), ilyen-  
kor jellemző módon a near–mid–far offseteket tanulmá-  
nyozva, fokozatosan növekvő AVO-anomáliát állapítha-  
tunk meg. Ennek a hatásnak a kiemelésére szolgálnak a  
parciális stackek közötti különbségek képzésével és azok  
matematikai súlyozásával létrehozott alábbi, összetett att-  
ribútumok.

- b) Parciális stackek kombinációi:  
– (far – near)×far,  
– MPO = (env(far) – env(near))×far,  
– PRAVO = (((far – near)×far)  
+ ((mid – near)×mid))×PSTM,

ahol „env” burkolót (abszolút értékek sorozatát), a PSTM  
pedig reflexiós amplitúdót jelöl.

2.4.3.2. *Intersept (P) és Gradiens (G) és ezek kombinációja*  
(összeg, szorzat)

Ez a két paraméter a 2.4.1. fejezetben bemutatott (7)  
egyenlet alapján definiálható. Az összefüggés láthatóan li-  
nearis, ahol az Intersept ( $P$ ) az egyenes tengelymetszeté-  
nek, a Gradiens ( $G$ ) pedig az egyenes meredekségének fe-  
lel meg. Kombinációik érzékenyek a rétegtartalomra, így

szintén alkalmasak a gáztartalmú porózus homokkövek kimutatására (Veeken 2007).

### 3. A vizsgált szeizmikus attribútumok

Az ismertetett módszer 4 szeizmikus attribútum tanulmányozásán alapszik, amelyeket az alábbiakban részletezünk felhasználva a 2. fejezetben összefoglaltakat. A vizsgált attribútumok a porózus homokkövekben található földgáz-előfordulás lehetőségére utalnak. Nem foglalkozunk a tömött homokkövek és más speciális körülmények esetével, amikor a gáztartalomra az AVO feldolgozás parciális stackjei, és további AVO attribútumok vizsgálata alapján következtethetünk.

#### 3.1. A szeizmikus csatorna amplitúdója – amplitúdóerősség (reflexiós amplitúdó)

A szeizmikus csatorna amplitúdója – a 2.1. fejezetben megfogalmazottak szerint – a reflexiós együttható értékével arányos, azt közelítő mennyiség, ily módon, a szeizmikus válaszfüggvénnyel leképezett, felszín alatti geológiáról ad számot.

A megőrzött vagy visszaállított, valós szeizmikus amplitúdó a szénhidrogén-tartalom direkt kimutatására alkalmas. Ennek egyik leggyakoribb esete, amikor a gázzal töltött homokkőlelencse szeizmikus válasza „felcsillan” a homályos háttérből, fénylő foltot (*brightspot*) eredményezve. A jelenség oka az, hogy a gázzal teli porózus homokkő sűrűsége és a benne terjedő hullám sebessége is csökken, a fellette lévő, tipikusan agyagos záróközetre jellemző sűrűség- és sebességértékekhez képest. Ezáltal lefelé haladva a rétegekben, akusztikusimpedancia-csökkenés áll elő. Emiatt a határfelületen, vagyis a gázzal teli test tetején, a reflexiós együttható nagy negatív értéket vesz fel, a szeizmikus jel amplitúdóerősödését és fázisfordulását eredményezve az adott helyen (Sheriff 1992).

A lencse alján éppen a fordított hatás érvényesül, hiszen ott, lefelé haladva, akusztikusimpedancia-növekedés tapasztalható, ami a határfelületen nagy pozitív reflexiós együtthatót, vagyis az azt leképező nagy pozitív amplitúdójú reflexiót eredményez.

SEG standard feldolgozás esetén a negatív reflexiós együtthatót (*soft-kick*) pozitív amplitúdóval jelenítik meg (*pick*), míg a pozitív reflexiós együtthatóhoz (*hard-kick*) negatív amplitúdót társítanak (*trough*). Így egy szokásos, fekete(+)-piros(-) skálán, a gázzal teli homokkőtestre utaló *brightspot* tipikus megjelenése egy erős fekete reflexiósor, amely alatt viszont egy erős piros reflexiósor is húzódik (gázzal telített test tetejéről és aljáról érkező reflexiók) (Sheriff 1992).

Az amplitúdóerősségnek mint direkt szénhidrogén-indikátornak az alkalmazási eredményességét korlátozza, hogy kialakulásának litológiai okai is lehetnek (pl. só- vagy kőszen-betelepülés, környezetéhez képest keményebb kőzet-

padok). Ezt a bizonytalanságot küszöböli ki az AVO alkalmazása (Takács 2001).

Megjegyzendő, hogy az amplitúdóerősség (vagy reflexiós amplitúdó) értéke, definíciójából adódóan negatív és pozitív is lehet, a reflexióerősség (vagy pillanatnyi amplitúdó) viszont – a 2.3. fejezetben ismertetettek szerint – abszolút érték jellegű mennyiség, és ennek megfelelően, csak pozitív (vagy nulla) lehet az értéke.

#### 3.2. Koherencia (*semblance, variancia, hasonlóság*)

A koherencia attribútum-adattömb létrehozása a szeizmikus csatornák közötti hasonlóság vizsgálatán alapul, és a nem folytonos jelenségek kiemelésére szolgál. A számítás egy időablakban végrehajtott matematikai korrelációval történik, melynek eredményeként az adattömb minden egyes pontjában előáll a pillanatnyi folytonosság értéke a 0 és 1 közötti skálán, ahol a folytonos térrészek kis értékekkel szerepelnek, a növekvő attribútumértékek pedig növekvő diszkontinuitásra utalnak (Brown 1996).

Ez az attribútum minden élszerű jelenség kiemelésére alkalmas, ennek következtében elsősorban a szerkezeti értelmezés során végzett vetőanalízisben használatos, de a sztratifigrafiái értelmezésben is alkalmazzák, pl. folyómedrek felderítésére (Chopra, Marfurt 2007).

A gyakorlatban e fejezetcím zárójeles részében feltüntetett elnevezések is mind használatosak. Ezek a számítási algoritmusban lévő kis eltérésre utalnak, amelyek a végeredményt minimális mértékben befolyásolják.

Az alábbiakban vázlatosan összefoglaljuk a koherencia-, ill. az ennek megfelelő jellemzőkkel bíró adattömb előállításának módszereit és azok jellemzőit (Chopra, Marfurt 2007):

- *Keresztkorrelációval előállított koherencia*: a legegyszerűbb eljárás, amely 3 egymás melletti szeizmikus csatornával dolgozik, és csak a hullámalakot veszi figyelembe, az amplitúdót nem.
- *Seblance*: a számításhoz 3D analízisablakot kell definiálni, ill. a szeizmikus adattömb minden egyes pontjában meg kell adni a dőlést és az azimutot. Ez a módszer nemcsak a jelalak, hanem az amplitúdó laterális változására is érzékeny.
- *Variancia*: matematikailag a Seblance módszer eljárásán alapul, az eredmény fordított skálázásával.
- *Eigenstructure*: ennek a számítási eljárásnak az eredménye egy olyan viszonyszám, amely az adat koherencia-komponensének energiáját adja meg, az analízisablakban található csatornák energiájához képest. A reflexióhoz tartozó jelalakot figyelni, az amplitúdóváltozásra nem érzékeny.
- *Gradiens szerkezetű, tenzor alapú koherencia*: ez az eljárás alkalmazza a legnagyobb analízisablakot, s ezáltal csökken az oldalirányú felbontóképesség. A módszer a jelalakra és a reflexiós amplitúdó változására is érzékeny.
- *Legkisebb négyzetes koherencia*: legkisebb négyzetes felületillesztést alkalmaz a megadott szeizmikus ablakban, iteratív technika alkalmazásával.

### 3.3. Sweetness – kombinált pillanatnyi attribútum

Ez az attribútum két pillanatnyi attribútum kombinációja, nevezetesen a pillanatnyi amplitúdó és a pillanatnyi frekvencia négyzetgyökének a hányadosa (Radovich, Oliveros 1998). Definíciója az alábbi:

$$\text{SWEETNESS} = \text{env}(\text{PSTM}) / \sqrt{\text{freq}(\text{PSTM})}$$

- PSTM: *pre-stack time migration* – összegzés előtti időmigráció; az így előállított szeizmikus adatot jelöli
- env(PSTM): az amplitúdó burkolója (abszolút értéke), vagyis a reflexióerősség (más néven: pillanatnyi amplitúdó)
- freq(PSTM): pillanatnyi frekvencia
- sqrt: a négyzetgyök jele

A számlálóban és a nevezőben található mennyiséget is definiáltuk a komplex csatorna ismertetése során a 2.3. fejezetben, a (3) és (5) összefüggések által.

Kierősödő sweetness-anomáliát a nagy amplitúdójú, kis frekvenciákkal jelentkező helyek mutatnak. Elsősorban a porózus homokkövek ilyenek, különösen a vékony réteges, agyagos betelepülésekkel körülvett helyeken, amelyek kis amplitúdóval és nagy frekvenciákkal, vagyis kis sweetness-értékekkel jelentkeznek. Ez az attribútum a post-stack adatokon, felület mentén állítható elő, és különösen alkalmas a gáztartalmú homokkövek kimutatására, a 3.1. fejezetben megfogalmazottak alapján. Tudjuk ugyanis, hogy a gázzal

telített homokkőtestnek nemcsak a teteje, de az alja is erősen reflektál, csak ellenkező előjellel. A sweetness – azáltal, hogy az amplitúdó abszolút értékét veszi számításba – az egymáshoz közel megjelenő, két különböző polaritású erős reflexiós csomagot egy nagy anomáliává alakítja, még jobban kiemelve azt a környezetéből. Ha mindehhez azt is hozzávesszük, hogy a homokkőtestek általában kisebb frekvenciával jelennek meg környezetükhöz képest, akkor a sweetness nevezőjében található frekvenciaérték – mivel az ebben az esetben kicsi – még jobban növeli az anomáliát.

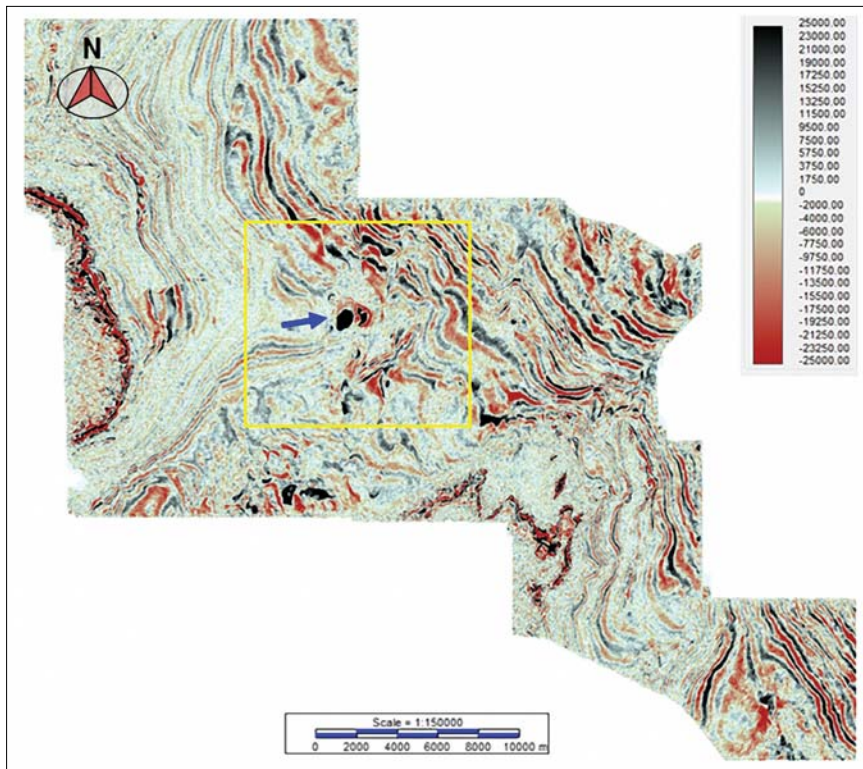
A sweetness értéke csak a pozitív (és nulla) számok halmazán van értelmezve, mert a számlálóban lévő abszolút érték jellegű mennyiség csak pozitív vagy nulla, a nevezőben lévő frekvencia értéke pedig csak pozitív lehet.

### 3.4. Pravo – kombinált AVO attribútum

Definíciója:

$$\text{PRAVO} = (((\text{far} - \text{near}) \times \text{far}) + ((\text{mid} - \text{near}) \times \text{mid})) \times \text{PSTM}$$

Az összefüggésből fakadóan, a PRAVO akkor ad nagy értéket, ha a near offsetek felől, a mid offseteken keresztül, a far offsetek felé haladva növekszik az amplitúdó. A zárójeles kifejezést a PSTM-el jelölt amplitúdóerősséggel megszorozva még karakterisztikusabb anomáliát kapunk a gázzal telített porózus homokkövekben, ugyanis a 3.1. fejezet tanúsága szerint az amplitúdóerősség is pozitív anomáliával jelentkezik ezeken a helyeken.

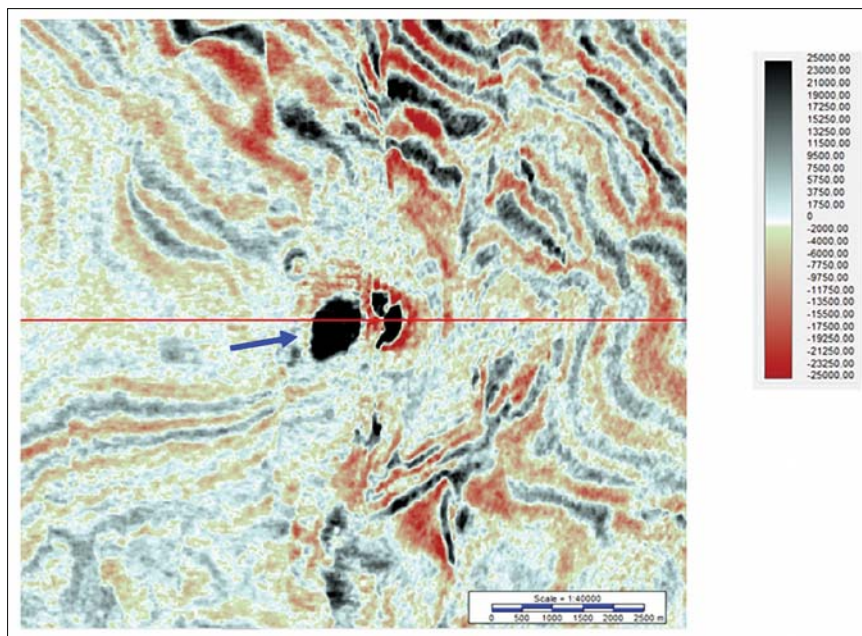


**1. ábra** | Szeizmikus időmetszet ( $T = 0,79$  s) – amplitúdóerősség (PSTM) attribútum. Sárga négyzet: a 2. ábrán megjelenített, kinagyított részlet széleit jelzi  
**Figure 1** | Amplitude strength (PSTM) attribute along seismic time slice ( $T = 0.79$  s). Yellow rectangle: enlarged detail shown in Fig. 2

#### 4. Attribútumokon történő objektumanalízis – gyakorlati példák

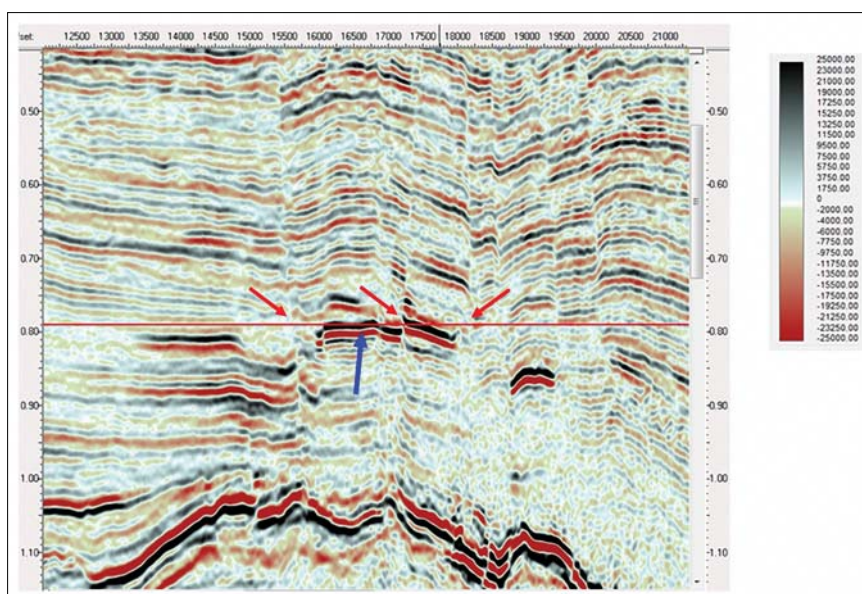
A vizsgált 3D adattömb pre-stack időmigrált (PSTM) szeizmikus feldolgozással állt elő. A pre-stack feldolgozásnak köszönhetően az amplitúdóértékek valóságosak, így azok teljességgel alkalmasak direkt szénhidrogén-kutatásra.

Első lépésben az amplitúdóerősség időmetszetét tanulmányozzuk fekete színnel „felcsillanó” foltokat keresve – SEG standard feldolgozás és a pozitív értékek fekete színű megjelenítése esetén – a 3.1. fejezetben leírtak alapján. Az 1. ábra közepén a kék nyíllal rámutatva feltűnik egy erős fekete folt, amelyet a továbbiakban részletesebben is megvizsgálunk. A 2. ábrán egy nagyított képet látunk a sárga négyszögön belüli, feltételezett objektumról.



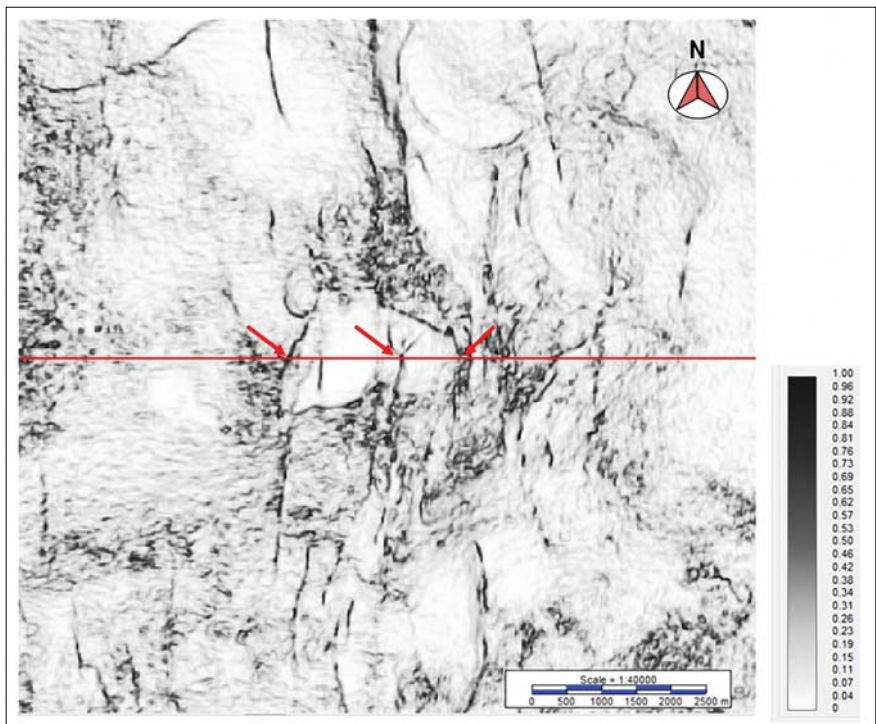
2. ábra | Szeizmikus időmetszet (részlet,  $T = 0,79$  s) – amplitúdóerősség (PSTM) attribútum. Piros vonal: a 3. ábrán bemutatott függőleges szeizmikus szelvény nyomvonala

Figure 2 | Amplitude strength (PSTM) attribute along seismic time slice (detail,  $T = 0.79$  s). Red line: intersection of vertical seismic line displayed in Fig. 3 with TS in Fig. 2



3. ábra | Szeizmikus szelvény, amplitúdóerősség (PSTM) kijátszással. Piros vonal: a  $T = 0,79$  s-et jelölő idővonal, vagyis az 1. és 2. ábrán kijelzett időmetszet szelvényt metsző nyomvonala. Piros nyilak: a vetők és a szelvény-idejmetszet nyomvonal metszéspontjára mutatnak

Figure 3 | Seismic section with displaying amplitude strength (PSTM). Red line: it is a time line at  $T = 0.79$  s, where the time slices displayed in Fig. 1 and Fig. 2 cut this vertical seismic section. Red arrows: highlight the intersection of faults and the cutting line

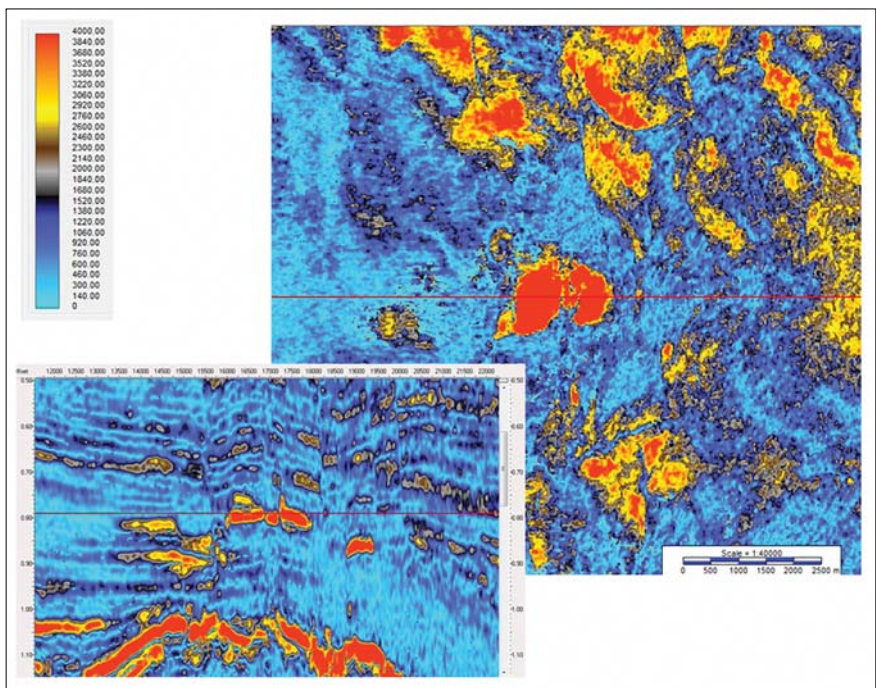


**4. ábra** Szeizmikus időmetszet (részlet,  $T = 0,79$  s) – koherencia attribútum. Piros vonal: a 3. ábrán bemutatott függőleges szeizmikus szelvény nyomvonala. Piros nyilak: a vetők és az időmetszet–szelvény nyomvonal metszéspontjára mutatnak

**Figure 4** Coherence attribute along the seismic time slice (detail,  $T = 0.79$  s). Red line: intersection of seismic line displayed in Fig. 3 with this time slice. Red arrows are used to highlight the intersection of faults and the cutting line

A 2. és 3. ábra összevetése során megfigyelhető, hogy az időmetszeten kék nyíllal jelzett fekete fénylő folt a függőleges szelvényen egy erős, fekete színű reflexiós cso-

maggal mutatkozik meg (amelyben az adott szakaszon az időmetszet nyomvonala – láthatóan – benne halad). A 3. ábra azt is demonstrálja, hogy az akusztikusimpedan-



**5. ábra** Szeizmikus időmetszet (részlet,  $T = 0,79$  s) menti sweetness attribútum, a bal sarkában a függőleges sweetness attribútum szelvény feltüntetésével. Piros vonal: egymás metszeteinek nyomvonala

**Figure 5** Sweetness attribute along seismic time slice (detail,  $T = 0.79$  s) with displaying of vertical sweetness attribute section in the left corner. Red line: intersection of each other

cia-csökkenést jelző, kierősödő fekete fázis alatt, a pirossal jelentkező, az akusztikusimpedancia-növekedéshez kapcsolódó fázis is nagyobb energiával rendelkezik a környezetéhez képest, amint erre a 3.1. fejezetben történt utalás.

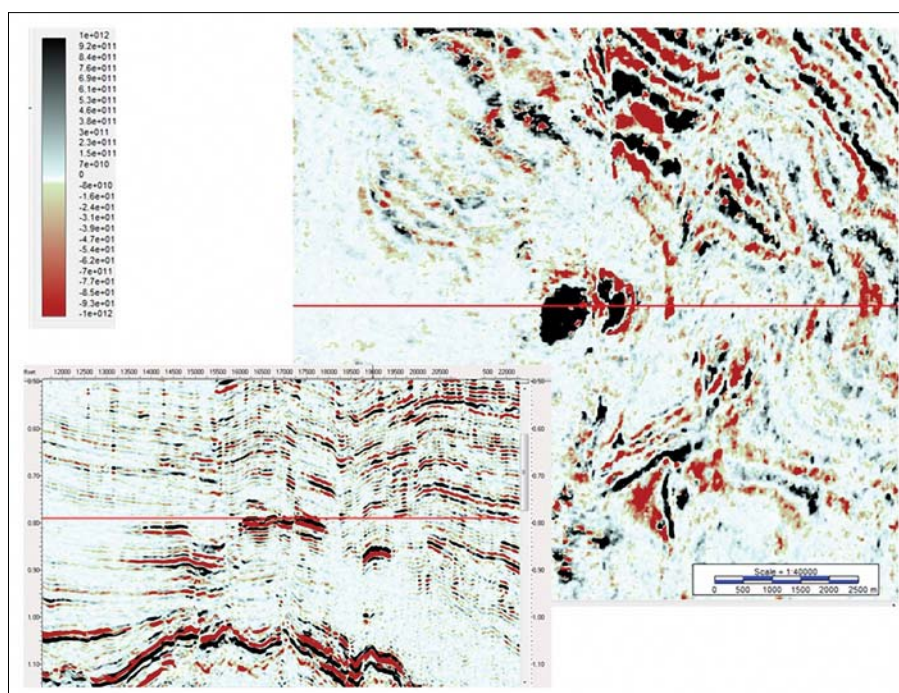
A 3.2. fejezetben megfogalmazottak szerint, a koherencia attribútum a vetőkijelölést nagymértékben segíti. Ezt jól alátámasztja a 4. ábra, amelyen egy jellegzetes É–D irányú vetőrendszer körvonalazódik. Az is megállapítható, hogy az amplitúdóerősséget tartalmazó időmetszeteken (1. és 2. ábra) kék nyílal jelzett kierősödési hely egy vetőkkel határolt és részben szabdalt térrész, amint erre a függőleges PSTM szelvény képe is utal (3. ábra). A kis piros nyilakkal a 3. és 4. ábrán az egymásnak megfelelő vetőket jelöltem.

Megjegyzendő, hogy a koherencia attribútum minden folytonossági hiányt leképez, így a gázos homokkő szélein történő fázisfordulás miatti diszkontinuitás is okozhat vonalszerű megjelenést az időmetszeten, amelyet csak részletes vetőtérképezéssel lehet elkülöníteni a tektonikai jelenségektől.

Az 5. ábrán bemutatott sweetness attribútumon – az időmetszeten és a függőleges szelvényen is – a vizsgált objektum erőteljes piros folttal jelentkezik. Összehasonlítva az amplitúdóerősséget tartalmazó 2. ábrával megállapítható, hogy a sweetness attribútumon az ottani pozitív és a negatív fázisú kierősödés is megjelenik egyszerre, ami a sweetness definíciójából következik, hiszen ez az attribútum nem a fázisváltó amplitúdóerősséget, hanem az abszolút értéket tartalmazó, pillanatnyi amplitúdóértéket jeleníti meg (súlyozva a pillanatnyi frekvenciával, ld. 3.3. fejezet). Ez a tulajdonsága is hozzájárul ahhoz, hogy a gyors, átnézetes objektumkeresés egyik legalkalmasabb eszköze legyen.

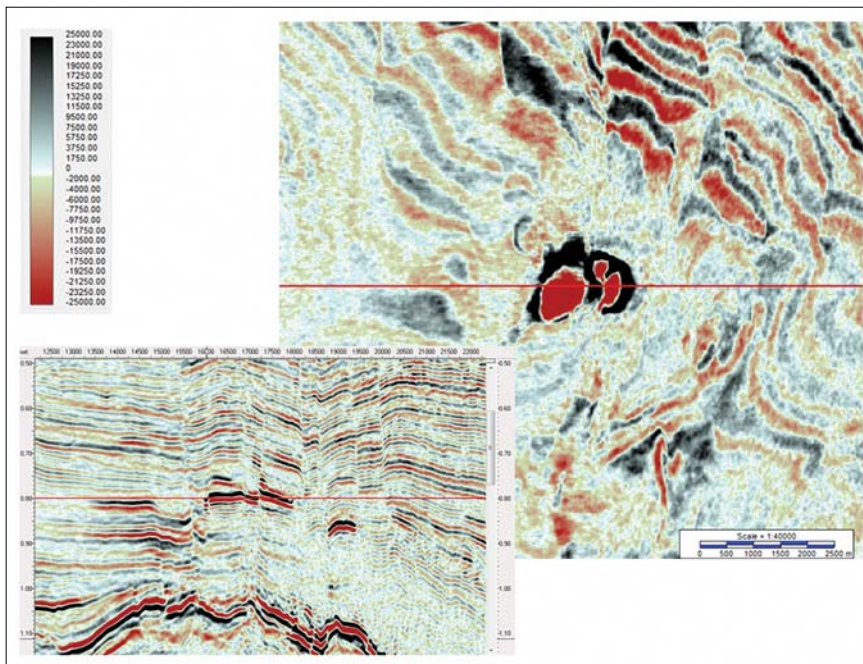
A 6. ábra közepén egy világító fekete anomália látható, ami nagy PRAVO értéket jelent. Ez arra utal, hogy az adott helyen AVO hatás érvényesül, mégpedig a 3. osztályra – a gázzal telített porózus homokkövekre – jellemző módon, amikor a közeli offsetektől a távoliak felé haladva növekszik az amplitúdó. Összehasonlítva a 2. ábrán fekete színnel felcsillanó amplitúdóerősség-anomáliával, a PRAVO-anomália jobban kiemelkedik a környezetéből. Ráadásul amíg az amplitúdóerősség-anomália csak szükséges feltételként utal a gázzal teli porózus homokkövek meglétére (hiszen a brightspotnak litológia okai is lehetnek), addig az AVO válasz – felerősítve a PRAVO attribútumban – már inkább tekinthető elégséges feltételnek.

A 7. ábrán az előző időmetszetek (2., 4., 5. és 6. ábra) alatt 10 ms-al, vagyis a PSTM adattömbből  $T = 0,8$  s-nál kivágott időmetszet látható, amint azt a sarkában feltüntetett függőleges szelvényen található piros idővonal is jelzi. Ez a metszet a 2. és 3. ábrán felcsillanó fekete fázis alatti piros fázisban halad. A 7. ábra jól szemlélteti, hogy az akusztikusimpedancia-csökkenéshez köthető, negatív reflexiós koefficiensre utaló, erős pozitív amplitúdóval megjelenő, brightspot alatti reflexiósor is kierősödéssel jelentkezik a környezetéhez képest (impedancianövekedéshez köthető, pozitív reflexiós együtthatóra utaló, negatív amplitúdóval megjelenve), felhívva a figyelmet arra, hogy feltehetően gázzal teli homokkőtesttel van dolgunk. A jelenség



**6. ábra** | Szeizmikus időmetszet (részlet,  $T = 0,79$  s) menti PRAVO (AVO) attribútum, a bal sarkában a függőleges PRAVO attribútum szelvény feltüntetésével. Piros vonal: egymás metszeteinek nyomvonalala

**Figure 6** | PRAVO (AVO) attribute along seismic time slice (detail,  $T = 0.79$  s) with displaying of vertical PRAVO attribute section in the left corner. Red line: intersection of each other



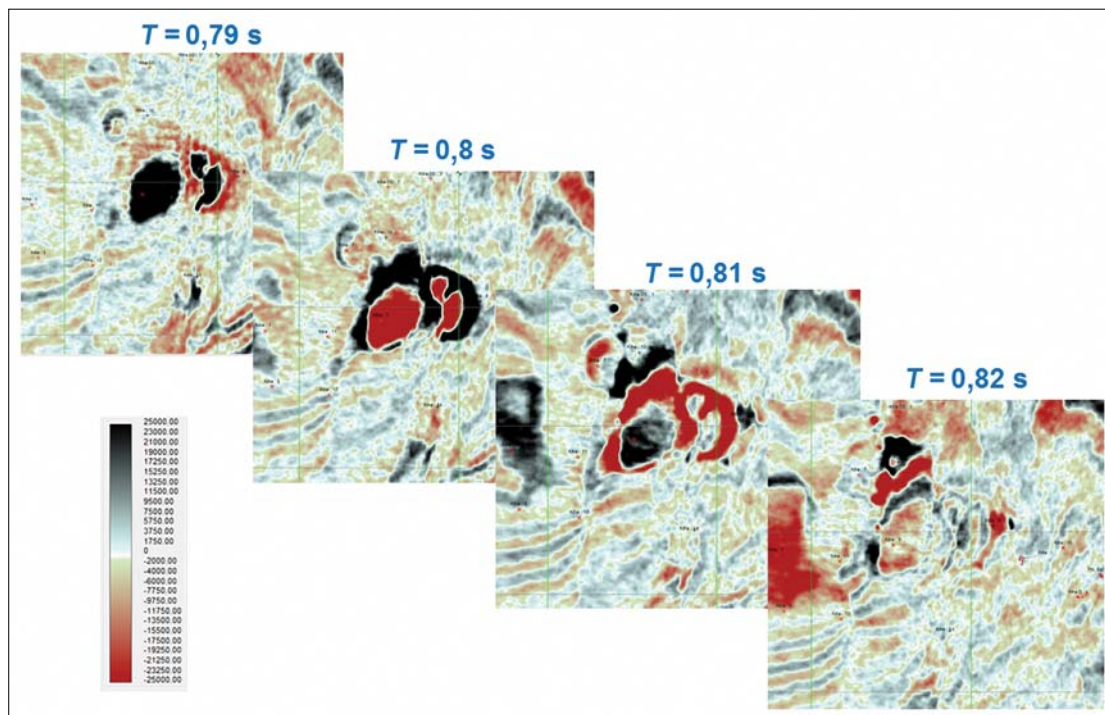
7. ábra | Szeizmikus időmetszet (részlet,  $T = 0,8$  s) menti amplitúdóerősség (PSTM) attribútum, bal sarkában a 3. ábrán bemutatott függőleges szeizmikus szelvényt (PSTM). Piros vonal: egymás metszeteinek nyomvonala

Figure 7 | Amplitude strength (PSTM) attribute along seismic time slice (detail,  $T = 0.8$  s) with displaying of vertical seismic section (PSTM) displayed in Fig. 3 in the left corner. Red line: intersection of each other

elméleti háttéréről a 3.1. fejezetben történt említés Sheriff (1992) alapján, gyakorlati alkalmazhatóságáról pedig az 5. ábra kapcsán esett szó.

Van arra lehetőség, hogy pusztán időmetszetek alapján, horizontkövetés nélkül megállapítsuk, hogy a korábbi áb-

rakon bemutatott amplitúdójelenség boltozatos szerkezethez társul-e. A 8. ábrán a reflexiók jel félhullámhosszát megközelítő idő lépésközű értékkel (10 ms) szeleteljük az amplitúdóerősséget kijelző 3D adattömböt. Azt tapasztaljuk, hogy lefelé haladva az időmetszetekkel „tágul” a tér,



8. ábra | Szeizmikus időmetszetek amplitúdóerősség (PSTM) attribútum megjelenítéssel,  $\Delta t = 10$  ms lépésközzel haladva lefelé

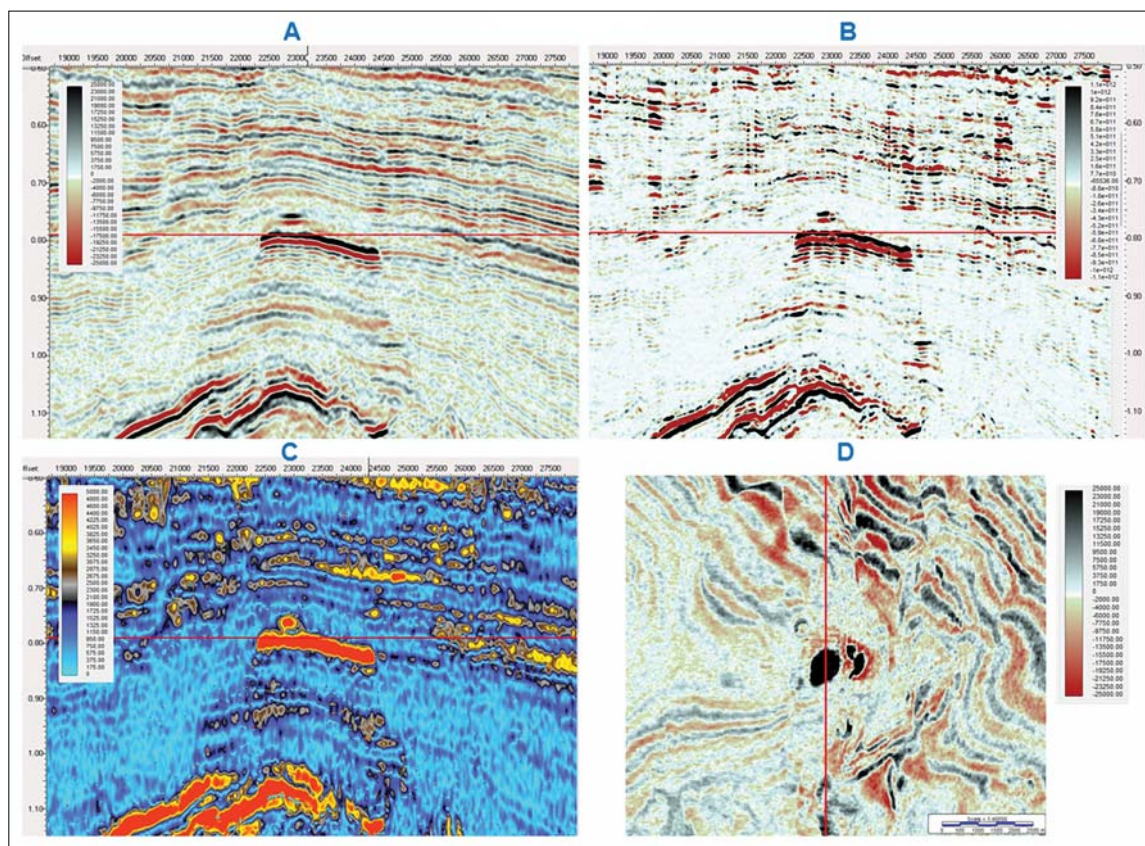
Figure 8 | Seismic time slices with amplitude strength (PSTM) attributes, going down step-by-step,  $\Delta t = 10$  ms

vagyis a fázisok (fekete és a piros is) egyre szélesebb körökben mutatnak jeleket. Ez a szeizmikus időmetszet-képsorozat a boltozatot jellemzi. A mélyedés vagy szinklinális megjelenése ennek épp az ellentéte, lefelé lépegető időmetszet-sorozaton szűkülő, majd bezáródó kör alakú formát ölt. Az egymás utáni időmetszetek vizsgálata tehát utal a szerkezet várhatóan záródó, boltozatos jellegére, a koherencia attribútum időmetszet (4. ábra) pedig a területre jellemző tektonikai elemeket, vetőket emeli ki. Ennek segítségével tájékozódhatunk az objektum szabdaltságáról, vetőkkel lezárt voltáról is.

Fontos megjegyezni, hogy a vízszintes metszetekkel történő szelelelés *optimális* lépésköze mélységfüggő, tekintve, hogy lefelé haladva egyre csökken a reflexiók frekvenciája. Míg egy széles spektrumú mérés és feldolgozás eredményeként a felszín közelében 80–100 Hz-es jeleket is láthatunk a szelvényeken, addig a pannon rétegek alsó régióiban ez 40 Hz-re is lecsökkenhet. Ennek következtében a reflexiók periódusideje is változik, az említett példák esetében 10–12 ms-ról, 25 ms-ra nőhet, lefelé haladva. Ebből következően, míg a pannon üledékek alsó szakaszán, elegendő lehet a 10–12 ms-os szelelelés (hogy legalább minden félhullámhosszat egyszer elmetsszünk), addig a felső részeken ez inkább 4–5 ms-ra módosul. Ilyen értelemben a 3D adattömb függőleges és

vízszintes irányban *egyenközű* mintavétellel történő megismerése nem valósítható meg, mert a szokásosan használt – Gombár L. szóbeli közlése szerinti – 25 m-es mélységpont köznek megfelelő időintervallum, amely – a pannonban 2500 m/s átlagsebességgel kalkulált –  $\Delta t = 20$  ms lefelé haladási lépésköznek felel meg, *túl nagy*. Az alkalmazandó vízszintes metszeteknek ennél sűrűbben kell követniük egymást (4–12 ms tartományban mozogva) a frekvenciaviszonyok miatt, de a 3D adattömbnek és a pannon kutatási mélységének a – bevezetőben ismertetett – geometriai sajátosságai miatt a számuk még így is jóval kevesebb, mint az átnézendő függőleges szelvények száma.

A 9. ábra egy É–D irányú függőleges szelvény 3 különböző attribútummal megjelenített változatát tartalmazza. Mivel a területen alapvetően É–D irányú a vetőrendszer (4. ábra), ezért az ezzel párhuzamos függőleges szeizmikus szelvényeken a szerkezetek kevésbé szabdaltságok. Így az amplitúdóanomália sem esik szét blokkokra, mint ahogy az a vetőrendszerre merőleges K–NY irányú szelvényeken várható és megfigyelhető (3. ábra). Ezért a 9. ábra még egyértelműbben mutatja a vizsgált objektum különböző attribútumokkal megjelenített szelvényeken található anomáliáját, utalva ezzel az esetleges gázzal telített homokkőtest jelenlétére.



9. ábra | Szeizmikus szelvény – A: amplitúdóerősség (PSTM); B: PRAVO (AVO); C: Sweetness; D: amplitúdóerősség (PSTM) vízszintes időmetszet ( $T = 0,79$  s). Piros vonal: a függőleges szelvények és a vízszintes szelvény metszéspontja

Figure 9 | Seismic section – A: amplitude strength (PSTM); B: PRAVO (AVO); C: Sweetness. Red line: intersection of vertical sections with the time slice



### 5. Egy adott terület részletes vizsgálata

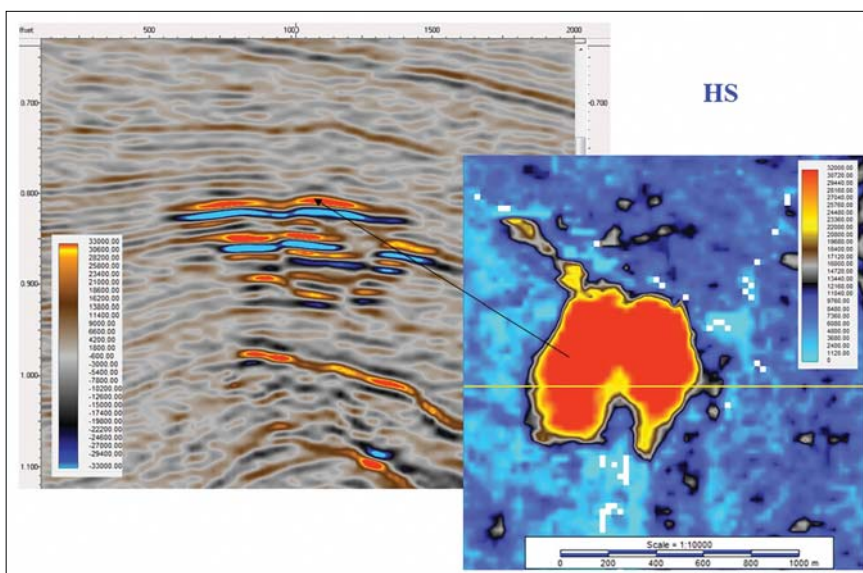
#### 5.1. Összehasonlító elemzés: az időmetszet (TS) és a horizont menti metszet (HS) alapján végzett objektumanalízis között

A cikkben ismertetett tanulmány alapvető célja – mint ahogy erre már a bevezetőben is kitértünk – egy gyors módszer megtalálása, amelynek segítségével a 3D szeizmikus adattömb átnézésével, értelmezés és térképezés nélkül

lehet szénhidrogén-kutatás szempontjából ígéretes objektumokat kijelölni és azokat részletes tanulmányozásra előterjeszteni.

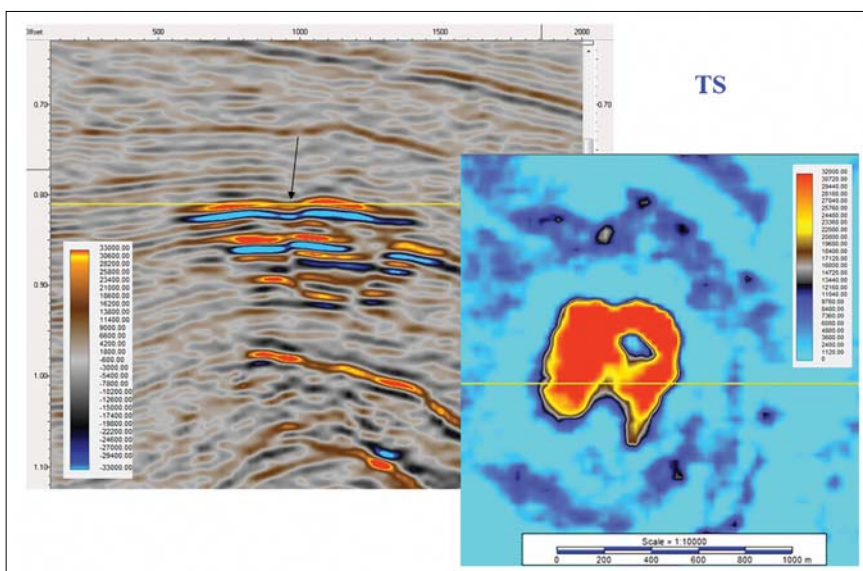
A klasszikus értelmezési eljárás a horizontkövetés, horizont menti attribútumkinyerés és a térképezés lépéseiből áll. Ez tehát egy munka- és időigényes folyamat. Ezzel szemben az időmetszetek vizsgálatát nem kell megelőznie a horizont bejelölésének.

Ezt a két megközelítést hasonlítjuk össze az alábbiakban egy szűk terület vizsgálatával. A horizontértelmezést



10. ábra Bal oldalon: függőleges szeizmikus szelvény (PSTM); Jobb oldalon: a nyíllal jelölt reflexió csomag követése után kinyert horizont menti amplitúdóerősség attribútum (PSTM). Sárga vonal: függőleges szelvény nyomvonala a horizontmetszéken (HS)

Figure 10 On the left side: vertical seismic section (PSTM); On the right side: horizon slice along the interpreted horizon pointed by the black arrow. Yellow line: intersection of vertical seismic line with the horizon slice



11. ábra Bal oldalon: függőleges szeizmikus szelvény (PSTM); Jobb oldalon:  $T = 0,81$  s-nál készített időmetszet amplitúdóerősség attribútuma (PSTM). Fekete nyíl: a reflexió enyhé visszahajlása, ezen a helyen az időmetszet nem halad a pozitív fázisú jelben

Figure 11 On the left side: vertical seismic section (PSTM); On the right side: time slice ( $T = 0.81$  s) with displaying amplitude strength (PSTM). Yellow line: intersection of vertical section with the time slice. Black arrow: the positiv reflection is bended, thus the horizontal time slice can not cut it in this place

követő, attribútumkinyeréssel létrehozott felületmetszések: HS (*Horizon Slice*) jellel, a vízszintes síkmenti időmetszettel kapcsolatos ábrákat pedig: TS (*Time Slice*) jellel azonosítjuk. A valós összehasonlíthatóság érdekében az időmetszeteket (TS) ugyanazzal a skálával jeleztük ki, mint a horizontmetszeteket (HS).

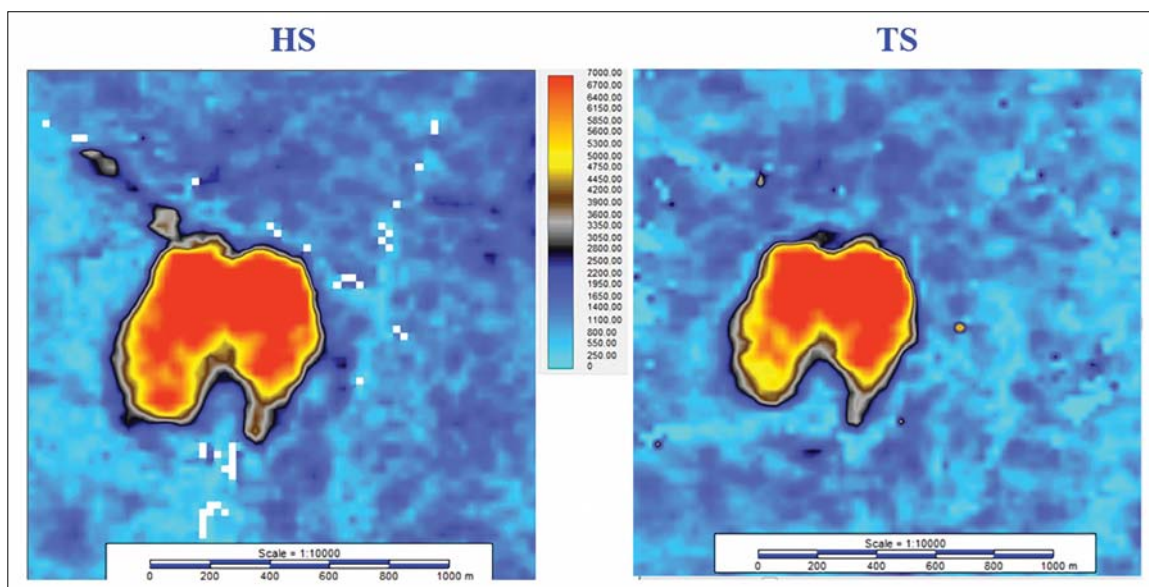
A 10. és 11. ábrákat összevetve megállapíthatjuk, hogy az amplitúdóerőség-anomália mindkét esetben (HS és TS) szignifikáns.

A 10. és 11. ábrákat összevetve megállapíthatjuk, hogy az amplitúdóerőség-anomália mindkét esetben (HS és TS) szignifikáns. A következőkben – az említett összehasonlítás céljából – azonos attribútumokat tartalmazó HS és TS ábrapárokat mutatunk be, az időmetszetek esetében  $T = 0,81$  s, minden ábrán. Először a gyors, átnézetes módszer során alkalmaz-

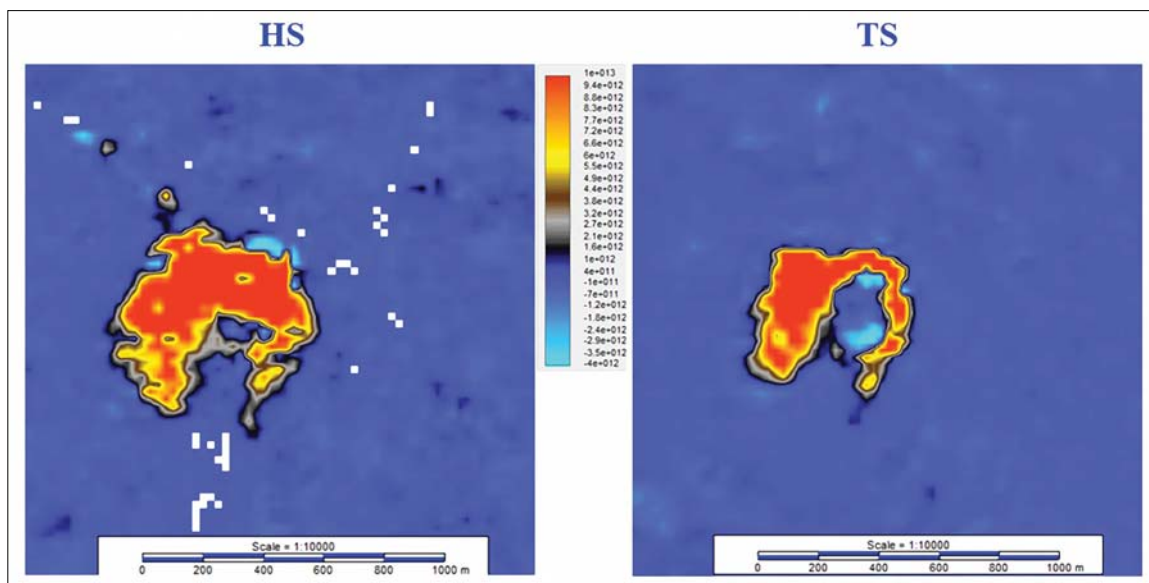
zott és a 3. fejezetben ismertetett további két attribútumot tesszük vizsgálatunk tárgyává, majd még több AVO attribútumot tanulmányozunk annak bizonyítására, hogy valóban a három választott attribútum, az amplitúdóerőség, a sweetness és a PRAVO (AVO) adja a legmarkánsabb anomáliát. (A negyedik felhasznált attribútum a koherencia, amely az anomália szerkezeti helyzetének tisztázására szolgál.)

A sweetness attribútumot a 3.3. fejezetben, a PRAVO-t a 2.4.3.1/b) és 3.4. fejezetekben taglaltuk részletesen.

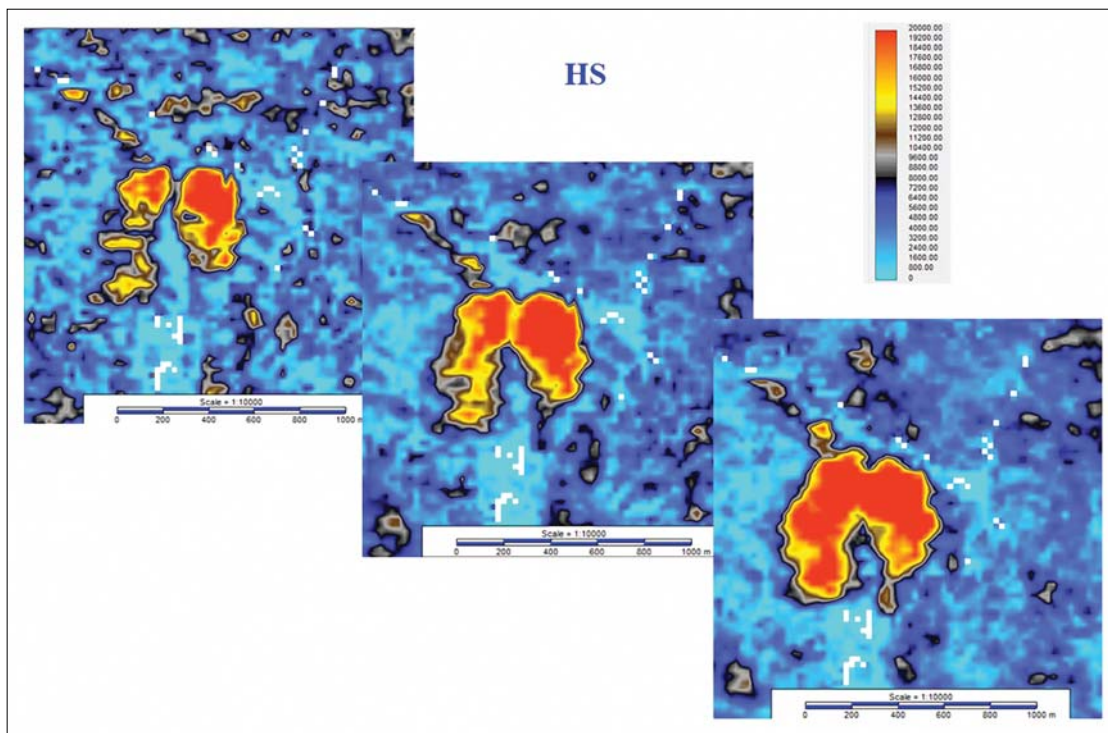
A 12. és 13. ábra alapján megállapítható, hogy mindkét attribútum jelentős anomáliát mutat, amelyek az időmetszeteken (TS) kisebb területtel jelentkeznek. Ez abból fa-



12. ábra | Sweetness attribútum;  $SWEETNESS = env(PSTM) / \sqrt{freq(PSTM)}$   
 Figure 12 | Sweetness attribute

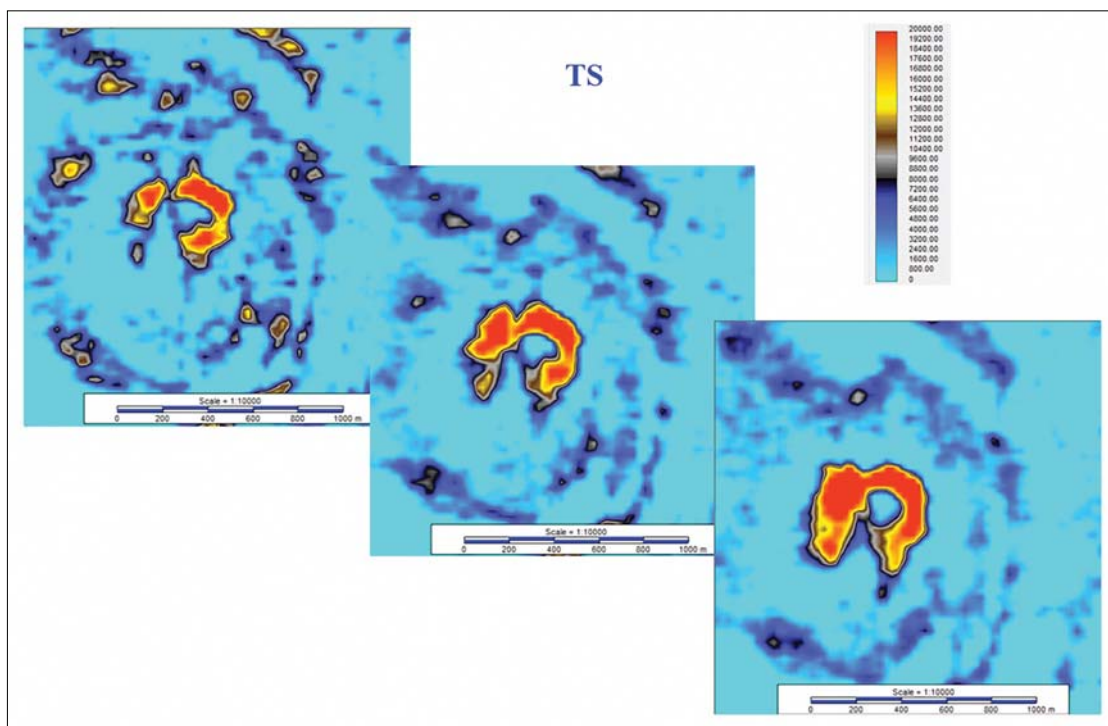


13. ábra | PRAVO – AVO attribútum;  $PRAVO = (((far - near) \times far) + ((mid - near) \times mid)) \times PSTM$   
 Figure 13 | PRAVO – AVO attribute



14. ábra AVO parciális stackek, balról jobbra, a közeli offsetektől a távoliak felé haladva (near-, mid-, far offset) – horizont mentén kinyert AVO amplitúdó attribútumok (HS)

Figure 14 AVO partial stacks, AVO amplitudes are extracted along horizon slices (HS), from left to right: near-, mid- and far offsets are presented



15. ábra AVO parciális stackek, balról jobbra, a közeli offsetektől a távoliak felé haladva (near-, mid-, far offset) – időmetszet mentén kinyert AVO amplitúdó attribútumok ( $T = 0,81$  s)

Figure 15 AVO partial stacks, AVO amplitudes are extracted along time slice  $T = 0.81$  s, from left to right: near-, mid- and far offsets are presented

kad, hogy míg a horizont menti metszék (HS) – a horizontkövetésnek köszönhetően – végig az adott reflexió csomagban halad (10. ábra), addig az időmetszet (TS) – vízszintes

volta miatt – a reflexióba csak belemetsz (11. ábra) (kivéve, ha a reflexió is vízszintes). Ez a területcsökkenés – amely értelemszerűen annál jelentősebb, minél merede-

kebbek a reflexiók – a bemutatott példák alapján nem befolyásolja az időmetszet alapú anomáliakeresés alkalmazhatóságát.

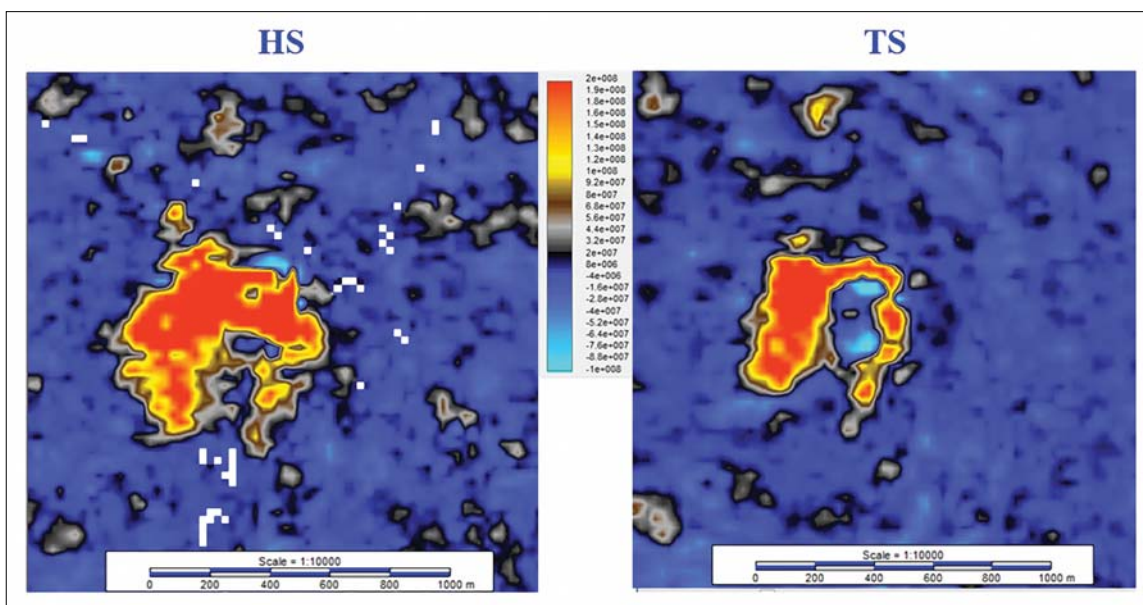
A következőkben a 2.4.3. fejezetben ismertetett további AVO attribútumokat mutatunk be. Ezek közül az első a parciális stackek sorozata, közeli, közepes és távoli offsetek szerint összegzett szeizmikus adattömbből kiindulva, amelyeket egymáshoz viszonyítva szoktunk analizálni.

A 14. és 15. ábrát együttesen tanulmányozva, a parciális stackeket a közeli offsetektől a távoliak felé vizsgálva, mindkét esetben (HS és TS) növekvő AVO amplitúdó-anomáliát találunk. Ilyen AVO választ a 3. osztályba sorol-

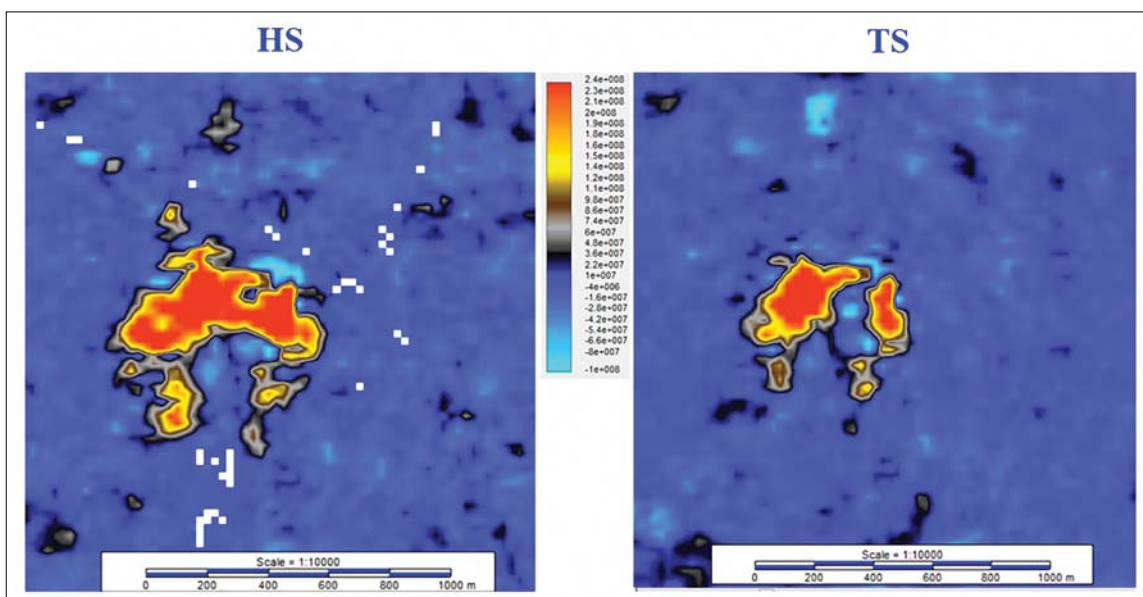
ható gáztartalmú porózus homokkövek (2.4.2. fejezet) adnak a 2.4.3.1/a) fejezet szerint.

A 14. és 15. ábrák összehasonlítása arra enged következtetni, hogy az időmetszet (TS) alapú parciális stackeken történő vizsgálat is megfelelő eredményre vezet.

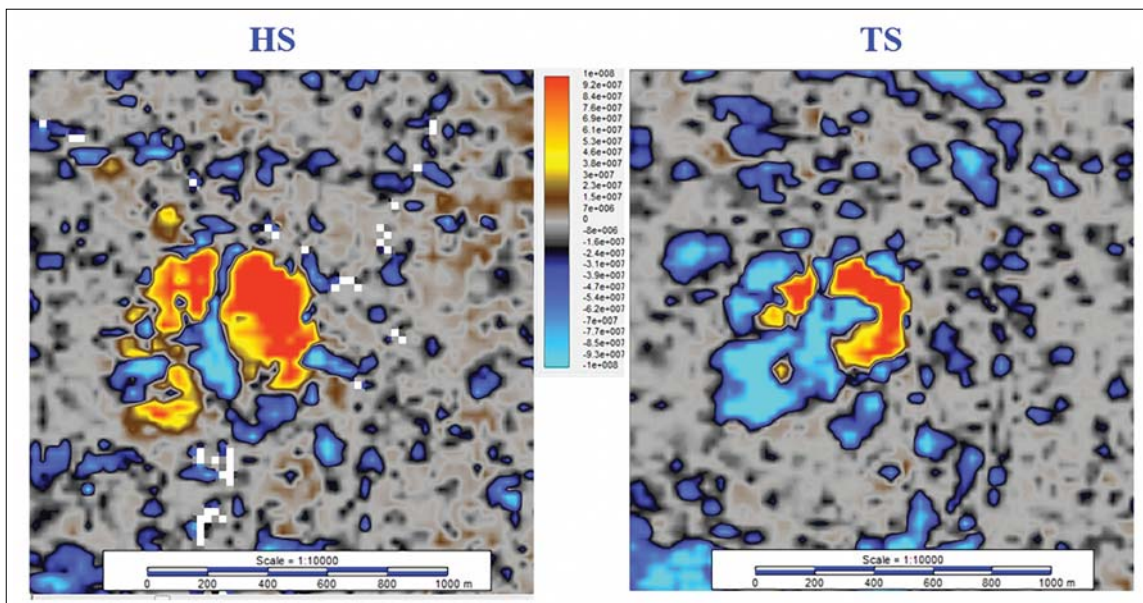
A 16. és 17. ábrák a 2.4.3.1/b) fejezetben ismertetett, két kombinált AVO attribútumát tartalmazzák. Míg az  $(f - n) \times f$  kifejezés jelentése: a far és near offsetű AVO amplitúdók különbsége, megszorozva a far offsetű AVO amplitúdókkal; addig az MPO, a különbségben szereplő mennyiségek (far és near offset) esetén az amplitúdók burkolóját, vagyis az abszolút értékét veszi számításba.



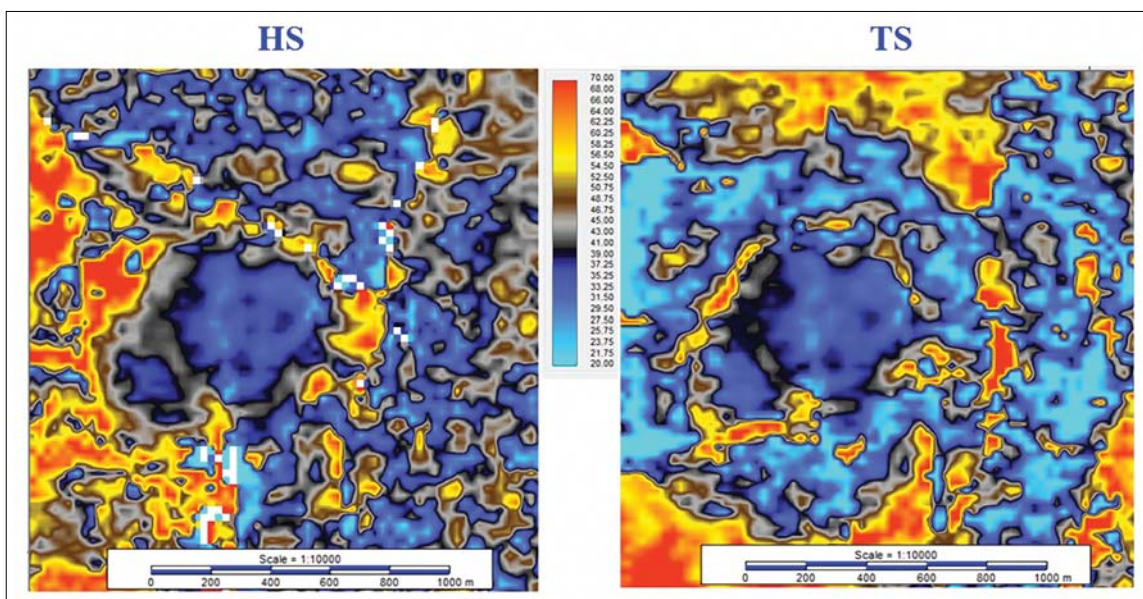
16. ábra  $(f - n) \times f$  – AVO attribútum  $(f - n) \times f = (far - near) \times far$   
 Figure 16  $(f - n) \times f$  – AVO attribute



17. ábra MPO – AVO attribútum  $MPO = (env(far) - env(near)) \times far$   
 Figure 17 MPO – AVO attribute



18. ábra | P×G – AVO attribútum  
 Figure 18 | P×G – AVO attribute



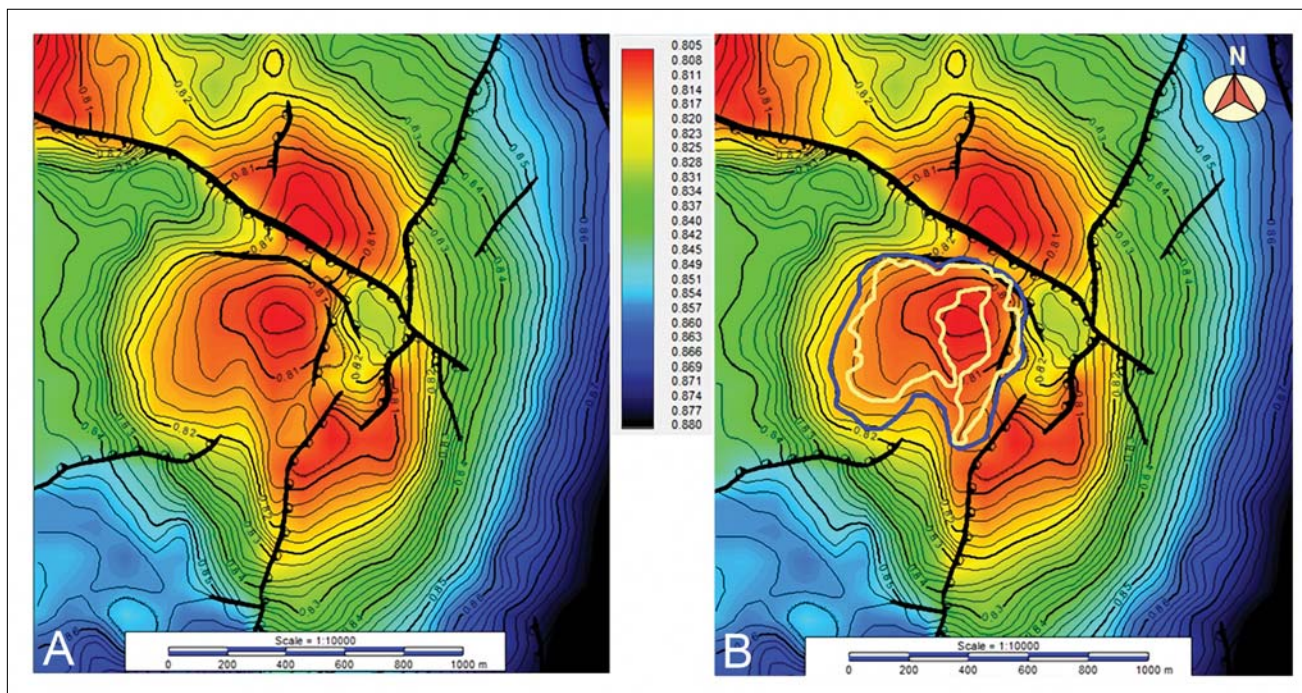
19. ábra | Pillanatnyi frekvencia attribútum  
 Figure 19 | Instantaneous frequency attribute

A HS és TS képek összevetése, mindkét ábra esetében megengedi, hogy az anomáliakeresést az időmetszeteken végezzük, hiszen mindkét attribútum – a háttérből jelentősen kiemelkedő amplitúdókkal – az időmetszeteken is mutat anomáliát.

A 18. ábrán a 2.4.3.2. fejezetben ismertetett két mennyiség (P: Intercept (tengelymetszet) és G: Gradiens) szorzata látható, amelyek a 2.4.1. fejezet (7) lineáris egyenletének paraméterei. A TS képen az anomália kisebb méretekkel szerepel, de még így is szignifikáns.

A 19. ábrán bemutatott pillanatnyi frekvencia attribútum definícióját, a 2.3. fejezet (5) egyenlete határozza meg.

A pillanatnyi frekvencia attribútum anomáliaképe általában nem túl karakterisztikus (ezért hagytuk utoljára), a sweetness attribútumot definiáló matematikai képlet nevezőjében viszont éppen ez a mennyiség szerepel (3.3. fejezet), ezért érdemes megvizsgálni. Gyakorlati jelentősége tehát a sweetness attribútum esetében van, ahogy ezt az 5. ábra kapcsán részleteztük. A 19. ábrán az anomáliát – amely a 3. típusú gázzal telített homokkővek esetében a kis frekvenciás komponenseket jelenti – a skála alsó értékei, vagyis a kék szín jelzi (a skála megfordítása azért nem történt meg, mert a látvány kevésbé volt értelmezhető). Az ábra alapján megállapítható, hogy a pillanatnyi frekvencia



**20. ábra** (A, B) A 10. ábrán nyíllal jelzett horizont szintvonalas időtérképe (TWT, kontúr intervallum: 2 ms). Nyilakkal ellátott fekete vonalak: vető-poligonok, a nyilak a vető dőlésirányába mutatnak; A B ábrán látható körvonalak jelmagyarázata: sötétkék körvonal: a  $T = 0,81$  s időmetszeten, PSTM és sweetness anomáliákat határoló poligon; világos sárga körvonal: a  $T = 0,81$  s időmetszeten, PRAVO (AVO) anomáliát határoló körvonal

**Figure 20** P×G – AVO attribute Structural map of horizon pointed by black arrow in Fig. 10 (TWT, contour int.: 2 ms). Black lines with arrows: fault polygons; In panel B of the figure: dark blue line: boundary of PSTM and sweetness anomalies in  $T = 0.81$  s time slice; light yellow line: boundary of PRAVO (AVO) anomaly in  $T = 0.81$  s time slice

nem túl érzékeny a HS vagy TS alkalmazására, az anomália mérete nem csökkent az időmetszeten.

### 5.2. A vizsgált reflexiós csomag térképezése

Az alábbiakban bemutatunk egy szintvonalas szerkezeti időtérképet, amely az 5. fejezetben taglalt terület részletes szeizmikus értelmezési eredményében született (20. ábra).

A 20. ábra által szemléltetett időtérkép (TWT: kétszeres idő), a 10. ábrán, a fekete nyíllal jelzett horizont értelmezése alapján készült. A részletes horizontkövetés és térképezés eredményében egy erősen szabdalt, boltozatos szerkezet látszik kirajzolódni.

A 20B. ábrán feltüntettük, az 5.1. fejezetben vizsgált  $T = 0,81$  s időmetszeten megjelenő attribútum-anomáliák lehatároló körvonalait. A sötétkék körvonal, a PSTM amplitúdóerősség-anomália határát jelzi, amely majdnem teljesen egybeesik a sweetness-anomália határával, ezért ezt a kettőt külön nem jelenítettük meg. A világossárga körvonal az PRAVO (AVO) attribútum anomáliáját szegélyezi. Az anomáliák szélét jelző körvonalakkal összevetve a térképen megjelenő, vetők által több szegmensre bontott antiklinális képét, azt állapíthatjuk meg, hogy fúrásos továbbkutatásra csak a középen lévő 4 irányú záródást érdemes javasolni, mert ez gáz jelenlétére utaló anomáliával (amplitúdó-, sweetness- és AVO-anomáliák) társul. A fúrásra alkalmas szerkezetet egy rövid, megkö-

zelítőleg K–NY csapásirányú vető határolja északról, viszont egy hosszú, NYÉNY–KDK csapásirányú vető teljesen lehatárolja szintén észak felé. Ehhez a vetőhöz egy félboltozat támaszkodik észak felől 3 irányú záródással, amelyhez viszont nem társul gázra utaló attribútum-anomália. Ugyanez mondható el az anomális szerkezettől keletre lévő, két részre szakadó, megközelítőleg É–D irányú vetőhöz társuló félboltozatról is.

Megjegyzendő, hogy a PRAVO- (AVO-) anomáliát jelző világossárga körvonal belső visszafordulása nem szénhidrogén-migrációs vagy litológiai okokkal magyarázható, egyszerűen csak a reflexiós csomag közepén visszahajló részébe az időmetszet éppen nem metsz bele (a 11. ábrán fekete nyíllal jelzett hely), s ez a hiány a PRAVO-n jelenik meg legkarakterisztikusabban. A sweetness a már említett pozitív és negatív reflexiókat együttesen kierősítő tulajdonsága miatt erre egyáltalán nem érzékeny (3.3. fejezet).

## 6. Összefoglalás

A dolgozatban felmértük annak a lehetőségét, hogy a 3D szeizmikus adattömb vízszintes metszeteken történő, gyors, átnézetes átvizsgálása jól megválasztott szeizmikus attribútumokon alkalmas-e a gáztartalmú, porózus homokkőtestek megtalálására, azok további részletező kutatására

tett javaslat céljából. Ehhez 4 szeizmikus attribútumot alkalmaztunk, amelyeknek elméleti hátterét, fizikai jelentését a 2. és 3. fejezet tartalmazza, a 4. fejezetben pedig gyakorlati példák szerepelnek. Az 5. fejezet első részében megkíséreltük bizonyítani, hogy a választott attribútumok időmetszeteken történő vizsgálata nem kevésbé alkalmas az objektumorientált analízisre, mint egy horizontkövetés utáni térképezést, majd a felület menti attribútum kinyerését követő objektumkeresés. Végül bemutattuk az 5.1. fejezetben analizált reflexiós csomag követése eredményeként az adott területen elkészített szintvonalas szerkezeti időtérképet (5.2. fejezet, 20. ábra).

Az ismertetett módszernek két komoly előnye van a szokásos értelmezési módszerrel szemben. Az egyik tehát éppen az, hogy részletes szeizmikus értelmezés nélkül ad lehetőséget az említett objektumok kijelölésére. A másik, hogy az átnézendő vízszintes metszetek mennyisége jóval kevesebb, mint az a függőleges szelekció alkalmazása esetén lenne. Ennek okait a bevezetőben részletesen kifejtettük, de alapvetően a szénhidrogén-kutatásban alkalmazott 3D adattömb geometriájából fakad, amely egy lapos téglalakként képzelhető el. A függőleges kiterjedést pedig csak a kutatásaink tárgyát képező pannon rétegsorra értelmezve, a különbség számottevő lehet. Mivel egy frissen lemerített 3D esetben van jelentősége a minél gyorsabb, de egyben jól meghatározott kritériumok alapján végzett objektumvezérelt elemzésnek, ezért a módszer alkalmazásának lehet létjogosultsága.

Az attribútumok kiválasztásának a kritériumai a következők voltak:

1. Utaljanak kis porozitású homokkőtestek jelenlétére és azok gázzal való telítettségére.
2. Az objektum szerkezeti helyzetével kapcsolatban is adjanak támpontokat (vetőkkel való kapcsolatok, boltozatos forma).

A kritériumoknak megfelelő attribútumok:

1. Amplitúdóerősség, sweetness, PRAVO (AVO) attribútumok:
  - *Amplitúdóerősség*: A 3.1. fejezetben részletesen ismertetett attribútum, a gázzal telített homokkőtest tetején erős, pozitív amplitúdójú reflexiós jellel, a háttéréből felcsillanó folttal, brightspottal jelzi (1., 2., 3. ábra). Ezzel együtt, a homokkőtest aljáról erős, negatív amplitúdójú reflexiók érkezők (7. ábra).
  - *Sweetness*: A 3.3. fejezetben bemutatott attribútum definíciójából adódóan csak pozitív (vagy nulla) értékű lehet, mivel a számlálóban szereplő reflexióerősség, az amplitúdóerősség abszolút értékét tartalmazza, a nevezőben lévő pillanatnyi frekvencia pedig szintén csak a pozitív számok halmazán van értelmezve. Ha a homokkőtestek gázzal telítettek, akkor nagy a reflexióerősség, mert nemcsak a gázzal teli homokkőtest tetejéről érkező nagy amplitúdójú jeleket foglalja magába, hanem az aljáról visszavert, nagy negatív amplitúdójú jeleket is, az abszolút érték képzése által (5. ábra). Így egy egységesebb

és nagyobb, tehát szembetűnőbb sweetness-anomáliát látunk, az amplitúdóerősség attribútumhoz képest (2. és 5. ábra összehasonlításával). A sweetness alkalmas lehet gáztelítettség nélküli homokkőtestek indikálására is, azok kis frekvenciás megjelenése által, pozitív sweetness-anomáliát létrehozva.

- *PRAVO*: kombinált AVO attribútum, definíciója a 2.4.3.1/b) fejezetben szerepel. Az AVO alkalmazása kiküszöböli azt a bizonytalanságot, amelyet az amplitúdóerősség és a sweetness használata jelenthet, amelyek litológiai okokból is mutathatnak amplitúdóanomáliát (3.1. fejezet, Takács 2001). Az AVO módszer alapjainak ismertetését a 2.4. fejezet tartalmazza, ahol a Zoeppritz-féle mátrix egyenlet (Zoeppritz 1919) Shuay-féle közelítő megoldásának (1985) egyszerűsített változatából (Chopra, Castagna 2014) kiindulva – (Györfi 2009) alapján – bemutatásra került, hogy az AVO-analízis, amely a reflexiós együttható beesési szögtől függő változását vizsgálja, a gáztartalom indikálására alkalmas módszer. A 3. osztályba sorolt gáztartalmú homokkővek esetén a parciális stackeken, a far offsetek felé haladva, növekvő amplitúdóértékekkel jelentkező AVO-anomáliát kapunk. Ezt a növekedést a PRAVO attribútum – definíciójából adódóan – kiemeli, hangsúlyozza (6. ábra).

## 2. Amplitúdóerősség és koherencia attribútumok:

- *Amplitúdóerősség*: a reflexiós jel félhullámhosszát megközelítő idő lépésközű értékkel lefelé léptetve az amplitúdóerősséget tartalmazó időmetszetet, a fázisok tágu-lása boltozatos formára enged következtetni (8. ábra).
- *Koherencia*: az élszerű jelenségek kiemelésével segíti a tektonikai elemek felismerését (4. ábra).

A módszer alkalmazásának bizonyításához nem elegendő az attribútumok kiválasztása és annak igazolása, hogy azok megfelelnek a kritériumokban megfogalmazott elvárásoknak, azt is be kell látnunk, hogy az időmetszeteken (TS) történő vizsgálatok nem jelentenek minőségi különbséget (hátrányt) az értelmezett horizont menti attribútumkinyerés, vagyis a horizontmetszékek (HS) alapján történő objektumanalízis módszeréhez képest. Erre tettünk kísérletet az 5. fejezetben egy részterület mindkét módszerrel történő anomálielemzésének összevetésével. A választott 4 attribútumon túl, még további 5 attribútum (4 AVO és egy pillanatnyi attribútum: frekvencia) is bemutatásra került, és ezek esetében is elvégeztük az összehasonlítást. Mindegyik attribútum HS- és TS-metszeteken történő vizsgálata után levontuk a következtetést az időmetszet alapú objektummeghatározás használhatósága szempontjából. Ez minden attribútum esetében pozitív volt, vagyis az összehasonlítások alapján megállapítható, hogy bár az időmetszeteken (TS) az anomáliák rendre kisebbek, mint a horizontmetszékeken (HS), de kellően szignifikánsak ahhoz, hogy ezek alapján objektumokat lehessen kijelölni további részletező vizsgálatok elvégzésére. Az anomáliák időmetszeteken történő területcsökkenésének okát az

5. fejezetben, a 12. és 13. ábrához fűzött magyarázatai során indokoltuk.

Az 5. fejezetben összesen 6 AVO attribútumot mutatunk be. Felmerülhet a kérdés, hogy az AVO attribútumok közül, valóban a PRAVO a legalkalmasabb-e az időmetszeten történő AVO-anomália felismerésére. Erre a kérdésre az 5. fejezet AVO attribútumot tartalmazó ábráinak összevetése alapján adhatunk választ. Végignézve a 13–18. ábrákat, azt tapasztaljuk, hogy a legnagyobb anomália a 13. ábra PRAVO attribútumán, a 14., 15. ábra far offsetet szemléltető részén, és a 16. ábrán szereplő  $(f - n) \times f$  attribútumot megjelenítő ábrákon látható (HS és TS tekintetében is). Ezek közül talán legkarakterisztikusabb a far offseten látható kép (14., 15. ábra jobb oldali metszete), de a parciális stackek önmagukban nem értelmezhetők, hiszen esetükben nem az abszolút érték, hanem a near–mid–far offseteken történő növekedés utal a gáz jelenlétére. Az  $(f - n) \times f$  attribútum képe nagyon hasonló a PRAVO-hoz. A vizsgálatokhoz azért választottuk mégis a PRAVO =  $((\text{far} - \text{near}) \times \text{far}) + ((\text{mid} - \text{near}) \times \text{mid}) \times \text{PSTM}$  attribútumot, mert az – definíciójából következően – nemcsak a far offsetek near offsetekhez viszonyított növekedésére utal, hanem tartalmazza a mid offsetekre nézve is ugyanezt, ellentétben a 16. ábrán látható  $(\text{far} - \text{near}) \times \text{far}$  definíciójú attribútummal.

A bemutatott példák mind azt támasztják alá, hogy az időmetszeten alapján végzett attribútumanalízis segítségével rövid idő alatt átfogó képet kaphatunk a 3D adattömb gáztartalmú, kis porozitású homokköveinek elhelyezkedéséről, azok szerkezeti helyzetéről, az anomália relatív méreteiről. Ez a módszer viszont nem ad térképi ismereteket az objektumot határoló rétegek felületéről, a vetők pontos lefutásáról, az anomália – készletszámításhoz szükséges – pontos méretéről, és ha az záródó szerkezethez kötődik, akkor a szintvonalak helyéről és értékéről. Tehát az időmetszeten tanulmányozása meggyorsítja a további kutatásra alkalmas objektumok megtalálását, de nem helyettesíti a részletes értelmezés és térképezés munkálatait, amelynek eredményét az utolsó ábra illusztrálja.

Végezetül le kell szögeznünk, hogy a cikkben megfogalmazottak nem a függőleges szelvények használatának korlátozását hivatottak alátámasztani, hiszen megfelelő kutatási idő birtokában a minél több irányban kivágott szelvények (*line*, *crossline*, *arbitrary line*, kombinált metszetek) vizsgálatai nemcsak indokoltak, hanem kívánatosak is! Szűkre szabott kutatási idő esetében viszont – kimondottan a gáztartalmú, kisporozitású homokkövek feltárására vonatkoztatva – célravezető lehet az ismerttetett módszer mint előkutatási eljárás.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Lemberkovics Viktornak, aki hosszú évekig a RAG Hungary Kft. G&G csoportját vezette, hogy geológiai szaktudásával segítette geofizikai meglátásaimat helyes mederben tartani, és széles körű ismereteit megosztva mindig támogatta munkámat. Nagyon köszönöm Györfi Istvánnak, hogy 10 évvel ezelőtt kültagként részt vehettem

Sepsiszentgyörgyön a saját embereinek tartott AVO kurzusán, ahol 2 füzetnyi jegyzetet készítettem, s amely komoly alapot jelentett a további ismeretek megszerzéséhez. Hálásan köszönöm Takács Ernőnek, hogy inspirált a tanulmány elkészítésében, és szakmai tudásával, további szakirodalmak ajánlásával, ismeretei átadásával emelte ennek színvonalát. Köszönettel tartozom Gombár Lászlónak is, aki a bíráló során néhány nagyon hasznos észrevétellel járult hozzá az eredmények közléséhez.

Megköszönöm a RAG Hungary Kft. ügyvezető igazgatójának, Wolfgang Hochfellner úrnak, hogy támogatta és engedélyezte a tanulmány elkészítését, és köszönöm Iskander Galimullin úrnak, a NIS külföldi kutatási asset, geológiai részlege vezetőjének, hogy – a kutatási blokk korábbi partnerségi viszonya kapcsán – jóváhagyta a cikk publikálását.

### A tanulmány szerzője

Lőrincz Katalin

### Hivatkozások

- Ádám O. (1987): Szeizmikus kutatás I.; Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 8–54.
- Bacsa I., Bondár I., Meskó A. (1987): Szeizmikus attribútumok számítása. Magyar Geofizika, 28/2–3, 53–74.
- Badics B., Uhrin A., Vető I., Bartha A., Sajgó Cs. (2011): Mendenceközponti földgáz-előfordulás elemzése a Makói-árokban. Földtani Közöny, 141/1, 23–40.
- Brown A. R. (1996): Interpretation of Three-Dimensional Seismic Data; AAPG Memoir 42, 424 p.
- Chopra S., Castagna J. P. (2014): AVO. In: Pelissier M. A. (ed), Investigations in Geophysics No. 16. Society of Exploration Geophysicists, 288 p.
- Chopra S., Marfurt K. J. (2007): Seismic Attributes for Prospect Identification and Reservoir Characterization. SEG, 464 p.
- Györfi I. (2009): AVO kurzus. Sepsiszentgyörgy
- Meskó A. (1989): Bevezetés a geofizikába. Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 213–260.
- Meskó A. (1994): Rugalmas hullámok a Földben – A szeizmikus kutatómódszer. Akadémiai Kiadó, 183 p.
- Ostrander W. J. (1984): Plane-wave reflection coefficients for gas sands at nonnormal angles of incidence. Geophysics, 49, 1637–1648.
- Pethő G., Vass P. (2009): Geofizika alapjai, Szeizmikus kutatás. TÁMOP 4.1-2-08/1/A-2009-0033 pályázat
- Radovich B. J., Oliveros R. B. (1998): 3-D sequence interpretation of seismic instantaneous attributes from the Gorgon field. The Leading Edge, 17, 1286–1293.
- Russel B. H. (1994): Practical AVO. IHRDC, Boston, USA
- Rutherford S. R., Williams R. H. (1989): Amplitude-versus-offset variation in gas sand. Geophysics 54, 680–688.
- Sheriff R. E. (1992): Reservoir Geophysics. Society of Exploration Geophysicists, 400 p.
- Shuey R. T. (1985): A simplification of the Zoeppritz equations. Geophysics 50, 609–614.
- Takács E. (2001): Az AVO-analízis alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés, Miskolc, 76 p.
- Taner M. T., Sheriff R. E. (1977): Application of amplitude, frequency and other attributes to stratigraphic and hydrocarbon



- determination. In: Payton C. E. (ed), Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration. AAPG Memoir 26, pp. 301–327.
- Taner M. T., Koehler F., Sheriff R. E. (1979): Complex seismic trace analysis. *Geophysics*, 44, 1041–1063.
- Veeken P. C. H (2007): Seismic stratigraphy, Basin Analysis and Reservoir Characterisation. In: Helbig K., Tretel S. (ed), Handbook of Geophysical Exploration – Seismic Exploration, Vol 37. 509 p.
- Yilmaz Ö. (1987): Seismic Data Processing. SEG, 526 p.
- Zoeppritz K. (1919): Erdbebenwellen VIII B, Über Reflexion und Durchgang seismischer Wellen durch Unstetigkeitsflächen. *Göttinger Nachr.*, 1, 66–84.

# A pórusjellemzők P-hullámsebességre és jósági tényezőre gyakorolt hatása homokkötőrolóban

AKBAR M. N. A.<sup>1</sup>, SZABÓ N. P.<sup>1,2,@</sup>

<sup>1</sup>Miskolci Egyetem, Geofizikai Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros

<sup>2</sup>MTA–ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport, 3515 Miskolc-Egyetemváros

@E-mail: norbert.szabo.phd@gmail.com

A kutatás fő célja, hogy megismerjük a porózus kőzetekben mért akusztikus hullámterjedési sebesség és a jósági tényező kapcsolatát a hézagterfoggal, áteresztőképességgel és a pórussteret leíró legfontosabb geometriai jellemzőkkel. Átrendezve a Kozeny–Carman-egyenletet, a kőzeteket különböző csoportokba sorolhatjuk a pórusszerkezet hasonlósága alapján. A kifejlesztett csoportosítási módszer lehetővé teszi a nyomáshullám-sebességet és a jósági tényezőt leginkább befolyásoló tényezők meghatározását. A tanulmányhoz 67 db, különböző országból származó homokkötőmintát dolgoztunk fel, melyekhez rendelkezésre álltak a következő kőzetfizikai paraméterek: porozitás ( $\phi$ ), áteresztőképesség ( $k$ ), agyagtartalom ( $V_{cl}$ ), P-hullámsebesség ( $V_p$ ) és az ahhoz tartozó jósági tényező ( $Q_p$ ). A kőzeteket csoportokba soroltuk, és megadtuk azok Kozeny-állandóját. Ennek alapján kapcsolatot találtunk a  $V_p$  és  $Q_p$  paraméterek és a  $(k/\phi)^{0.5}$  és  $(k/\phi^3)$  mennyiségek között. Azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a  $V_p$  és  $Q_p$  paraméterek a Kozeny-állandóval növekednek. Megállapítottuk, hogy rögzített porozitásérték esetén (valamennyi csoportnál) az akusztikus jellemzők a Kozeny-állandó csökkenése esetén is jelentősen megnőnek. Mindez arra utal, hogy a  $V_p$  és  $Q_p$  mennyiségek nőnek mind a pórusszerkezet bonyolultságának növekedésével, mind pedig a fajlagos felület csökkenésével ugyanolyan fokú összetettség esetén. A fenti eredmények alapján új tapasztalati egyenleteket származtattunk, mellyel a homokkötők akusztikus terjedési sebessége és jósági tényezője a porozitás és a permeabilitás ismeretében meghatározható.

## Akbar, M. N. A., Szabó, N. P.: The effects of pore geometry and pore structure in characterizing the P-wave velocity and quality factor in sandstone reservoirs

The main purpose of this study is to investigate how acoustic velocity and quality factor correlate to porosity, permeability and internal pore structure in porous rocks. A rearrangement is made on Kozeny–Carman equation to perform rock typing on the basis of pore structure similarity. The proposed rock typing method allows to investigate the main influential factors that control compression velocity and quality factor. This study employs 67 sandstone core samples from different countries with measured parameters of porosity  $\phi$ , permeability  $k$ , clay content  $V_{cl}$ , compression velocity  $V_p$  and quality factor  $Q_p$ . Several rock groups are resulted from rock typing with its Kozeny constant. The relations of  $V_p$  and  $Q_p$  versus  $(k/\phi)^{0.5}$  and  $(k/\phi^3)$  are constructed. The important finding is that  $V_p$  and  $Q_p$  tend to be high with an increase in Kozeny constant. However, for a given  $\phi$  for all the groups,  $V_p$  and  $Q_p$  increase remarkably with a decrease in Kozeny constant. These all mean that  $V_p$  and  $Q_p$  increase with either an increase in the complexity of pore systems or, at the same pore complexity, a decrease in specific internal surface area. Finally, the new empirical equations are derived to estimate velocity and quality factor of the sandstone as function of porosity and permeability.

Beérkezett: 2019. április 30.; elfogadva: 2019. június 19.

## Bevezetés

Az akusztikus hullámterjedési sebesség és a porozitás kapcsolatát elsőként Wyllie és szerzőtársai (1956) írták le. Az általuk kimutatott egyenes összefüggéssel szemben újabb tanulmányok a két mennyiség kapcsolatát nemlineárisnak

feltételezik (Raymer és szerzőtársai 1980). A rugalmas hullámok terjedését a kőzet heterogenitása is nagymértékben befolyásolja, legfőképpen az agyag mennyisége és térbeli eloszlása (Han és szerzőtársai 1986), amelyekre hatással van a szemcsék alakja és méreteloszlása, a pórusok közötti összeköttetés, valamint az ásványi összetétel és a kompak-

ció. Ennek ellenére a szakirodalom kevés esetben számol be a szeizmikus sebesség és az áteresztőképesség között lévő erős korrelációról. A porózus kőzetek szerkezetének szeizmikus hullámterjedésre gyakorolt hatása a korábbiaknál átfogóbb vizsgálatot igényel. Nemcsak a pórusszerkezet és a szeizmikus sebesség (ill. porozitás) kapcsolatot, hanem annak a jósági tényezővel és a permeabilitással való viszonyát is meg kell határozni. A jósági tényező nyomásfüggésének leírására Dobróka és szerzőtársai (2014) új közzefizikai modellt fejlesztettek, amelyből a jósági tényező hiszterézisére is következtetéseket lehet levonni. A kompressziós jósági tényezőt eddig főleg a porozitás, permeabilitás, víztelítettség és az agyagtartalom vonatkozásában vizsgálták. Például homokkőmintákon végzett ultrasonikus mérések alapján Han (1987) és Klimentos, valamint McCann (1990) kimutatták, hogy a csillapítási tényező ( $1/Q_p$ ) erősebb (szisztematikus) kapcsolatot mutat az agyagtartalommal, mint az akusztikus terjedési sebességgel. Ennek alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a csillapodás kulcsfontosságú az áteresztőképesség szeizmikus adatokból történő meghatározása szempontjából. Azonban a permeabilitás – jósági tényező összefüggés rendszerint gyenge, és valójában ismeretlen a jelenség magyarázata. Prasad (2003) a hidraulikus áramlási egység elnevezésű modellt alkalmazva sikeresen csoportosított kőzeteket, melynél erős kapcsolatot talált a P-hullámsebesség és a permeabilitás között. A permeabilitás – szeizmikus sebesség keresztmetszeten jól elkülönültek a különféle (hidraulikus egységgel megadott) csoportok, azonban a permeabilitás – jósági tényező viszony továbbra is kis korreláció mellett és jelentős átfedésekkel jelentkezett. A többértelműség feloldása a jól ismert Kozeny–Carman-egyenlet alkalmazásával lehetséges. Permadi és Susilo (2009) a póruseometriát és pórusszerkezetet vizsgálva származtatták a porozitást és a permeabilitást, melynek alapján egy új közzetcsoporthatározási eljárást javasoltak, a PGS (*Pore Geometry Structure*) diagramot. Telített magmintákon nagy nyomás alatt végzett kísérletek alapján sikerült különféle pórusszerkezetekre (PGS típusokra) kimutatni a jósági tényező és a kompressziós hullámterjedési sebesség kapcsolatát. Az olajipari gyakorlat számára ez azzal a haszonnal jár, hogy megbízható porozitás és áteresztőképesség adatok birtokában a hullámterjedési jellemzőket a fúrólukszelvények alapján a mélység függvényében folytonosan (*in situ*) meghatározhatjuk.

### Alkalmazott módszer és felhasznált adatok

A PGS módszert Wibowo és Permadi (2013) egyszerűsített formában közölték, ahol az egyes közzet típusokat eltérő görbék képviselik. A pórusegeometria itt egyenértékű az átlagos hidraulikus sugárral (Harmsen 1955), és a pórusszerkezetet a fizikailag a póruster alakja, a tekervényesség és a fajlagos felület együttes hatásaként értelmezzük. A közzet típus meghatározása a póruster szerkezet (pórusalak tényező és a tekervényesség) hasonlóságán alapul. E két jel-

lemző szorzatát Kozeny-állandónak nevezzük (Kozeny 1927). Az egyetlen különbség két azonos Kozeny-állandójú kőzetminta között a pórusméretben jelentkezik, melyet az átlagos hidraulikus sugárral jellemezhetünk. Alakítsuk át a Kozeny-féle egyenletet a következőképpen:

$$\left(\frac{k}{\phi}\right)^{1/2} = \phi \left[ \frac{1}{\tau F_s S_b^2} \right] \quad \text{vagy} \quad \frac{k}{\phi^3} = \frac{1}{\tau F_s S_b^2}, \quad (1)$$

ahol  $k$  jelöli az áteresztőképességet és  $\phi$  a hézagterefogatot. A fenti egyenletben szereplő  $(k/\phi)^{1/2}$  kifejezés a póruseometriát képviselő átlagos hidraulikus sugár, míg  $k/\phi^3$  mennyiség a pórusszerkezetet jellemző tag. Ez utóbbi a póruster valamennyi fizikai jellemzőjét tartalmazza. További paraméterek a tortuozitási (tekervényességi) tényező ( $\tau$ ), pórusalak tényező ( $F_s$ ) és a fajlagos felület ( $S_b$ ). A fenti két egyenletet kombinálva az alábbi triviális megoldás adódik:

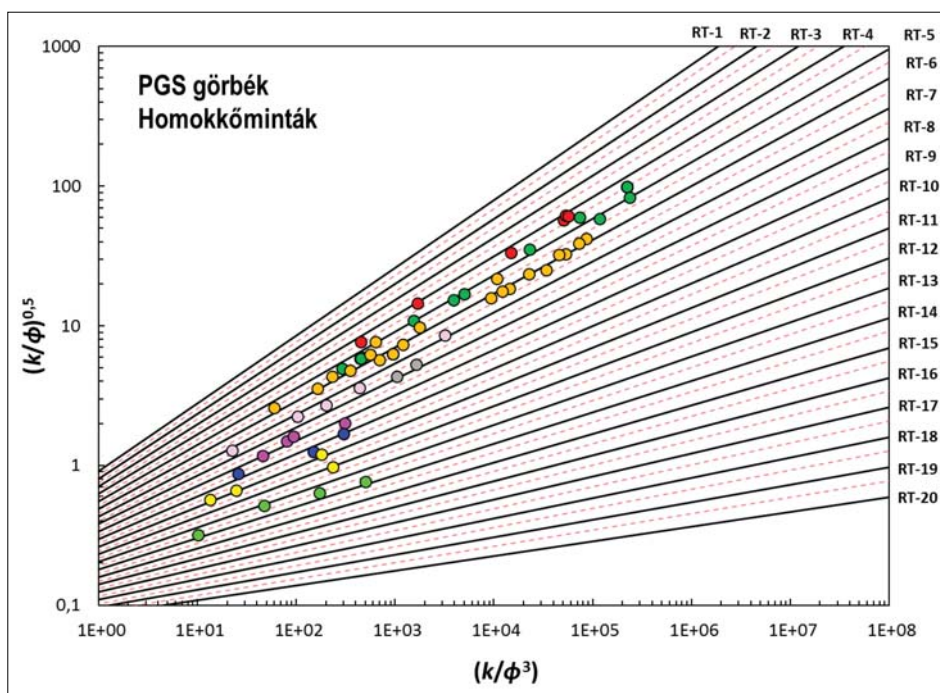
$$\left(\frac{k}{\phi}\right)^{1/2} = a \left(\frac{k}{\phi^3}\right)^b, \quad (2)$$

ahol az  $a = \phi$  és  $b = 0,5$ , ill. a szemcsék tökéletesen lekerekítettek (gömbszerűek), és a kapilláris csövek egyenesek. A gyakorlatban, amikor valódi tárolókőzeteket vizsgálunk, javasolható a fenti állandók tapasztalati megválasztása. Egy korábbi tanulmányban, Wibowo és Permadi (2013) szerint az előbbi a szabálytalan alakú pórusterben létrejövő terfogat áramlási hatékonyság, míg az utóbbit a póruster összetettsége befolyásolja. Ennek alapján csoportosítást végezhetünk a magadatok felhasználásával, majd az eredményeket kiterjeszthetjük a szeizmikus paraméterekre, ill. tapasztalati összefüggést kereshetünk a terjedési sebesség és a jósági tényező között.

Vizsgálatainkhoz a Függelék 1. táblázatában található, Prasad (2003) által közzétett adatrendszer használtuk fel, mely 67 db homokkőmintán mért, a terjedési sebességre és csillapítási tényezőre vonatkozó értékeket tartalmazza. A megfigyeléseket azonos nyomáson (~40 MPa) és desztillált vízzel telített mintákon végezték, a sebesség- és jósági-tényező-értékeket az ultrasonikus frekvenciatartományban mérték (0,5–1 MHz) az impulzusátviteli technika alkalmazásával (Prasad 1998). Az adatrendszer magában foglalja a minták porozitását és permeabilitását, melyek széles tartományon állnak rendelkezésre, lehetővé téve az akusztikus jellemzőkre gyakorolt hatásuk kiterjedt vizsgálatát. A magminták különböző földtani képződményekből származnak, melyek az Egyesült Királyságban, Kínában, Európában és az Egyesült Államokban találhatóak.

### A P-hullámsebesség vizsgálata

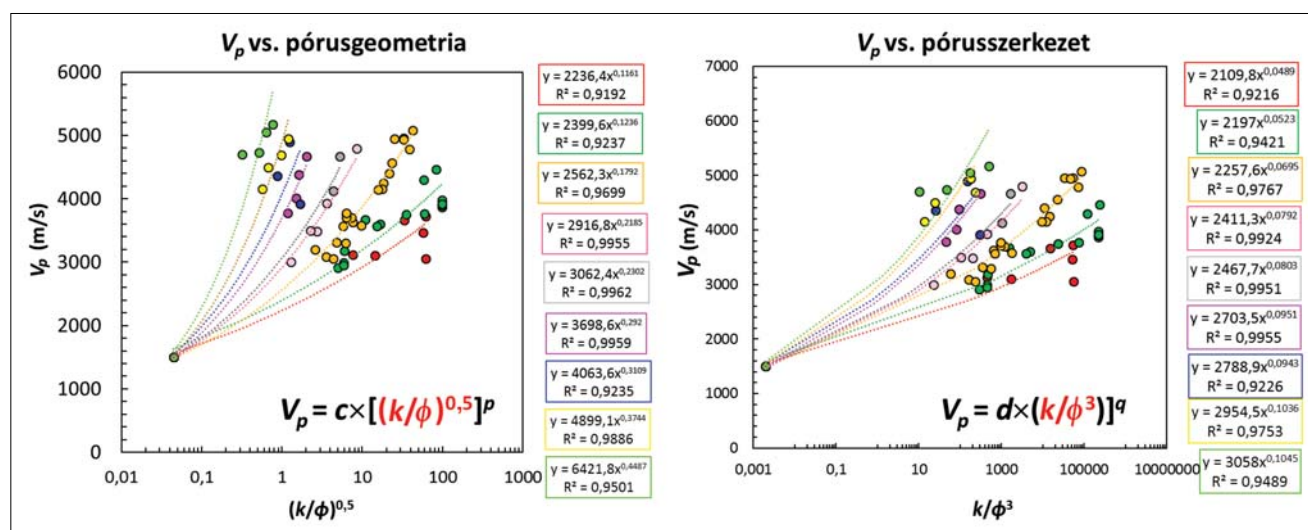
A nyomáshullám terjedési sebessége és a pórusegeometria/pórusszerkezet kapcsolatát a PGS módszer alkalmazásával állapítjuk meg. Az 1. ábra a rendelkezésünkre álló magadatok csoportosításának eredményét mutatja, ahol azokat az adatokat, melyek ugyanarra az egyenesre esnek, azonos



1. ábra Homokkőminták osztályozása a porusjellemzők alapján a PGS módszer felhasználásával  
 Figure 1 Classification of sandstone samples based on their pore characteristics using the PGS rock typing method

kőzettípust jelölő számmal (RT) láttuk el. Ugyanaz a kőzet-típus azt jelenti, hogy a minták hasonló poruszerkezetűek, tehát hasonlóak a szemcseméret, osztályozottság, szögletesség, lekerékítettség, cementáltság, ill. egyéb texturális jellemzők vonatkozásában. Az ábrán látható, hogy a pontokat 9 csoportba sorolhatjuk (RT-4–RT-13). Általánosan igaz, hogy minél nagyobb az RT szám, annál kisebb az egyenes meredeksége, és annál bonyolultabb a poruszerkezet, ami rosszabb minőségű (tárolóképességű) kőzetet jellemez.

A minták osztályozása alapján kapcsolatot kereshetünk a P-hullámsebesség és a porusjellemzők között. Megfigyelhető, hogy valamennyi kőzettípust jelölő vonal mind a porusgeometria-, mind pedig a porusstruktur-diagramon ugyanabban a pontban fut össze (2. ábra). Ezt konvergenciapontnak nevezzük, melynek fizikai jelentését Wibowo (2014) határozta meg: ezen a helyen a kőzettípust jelölő számot nem tudjuk megkülönböztetni. A szerző a konvergenciapontokat  $(k/\phi)^{0.5} = 0,045$  and  $k/\phi^3 = 0,002$  értéként állapította meg. Ebben a pontban azonos tulajdonságú porózus kőzeteket találunk, melyeknél a P-hullám-



2. ábra Akusztikus P-hullámsebesség kapcsolata a porusgeometriával és porusstrukturával a PGS módszerrel való csoportosítás alapján  
 Figure 2 The relationships among P-wave velocity with pore geometry and pore structure grouped based on PGS method

sebesség értéke is egyforma. Mivel a konvergenciapontban nincs különbség az egyes kőzettípusok pórusgeometriája és pórusszerkezete között, azt feltételezzük, hogy ez az állapot végtelenül kis hajszálcsövekre és 100%-os porozitásra vonatkozik. Az akusztikus terjedési sebesség ekkor megegyezik a pórusokat kitöltő folyadék (desztillált víz) sebességével, amelyet  $V_p = 1500$  m/s-nak kapunk. A 2. ábrán szereplő keresztábrák esetén a konvergenciapontok helye:  $[V_p, (k/\phi)^{0,5}] = (1500, 0,045)$  és  $(V_p, k/\phi^3) = (1500, 0,002)$ . Mindkét diagramon az ábrázolt pontok jól elkülöníthető csoportokat (kőzettípust) alkotnak, és nagy determinációs együtthatóval ( $R^2 > 0,9$ ) jellemezhető függvénykapcsolatot figyelhetünk meg (az ábrán az  $x$  független változó a pórusjellemzőket, míg  $y$  az akusztikus terjedési sebességet jelöli). A fenti eredmények alapján, az alábbi tapasztalati (regressziós) egyenleteket alkalmazhatjuk homokkövek P-hullámsebessége becslésére:

$$V_p = c \left[ \left( \frac{k}{\phi} \right)^{1/2} \right]^p, \tag{3}$$

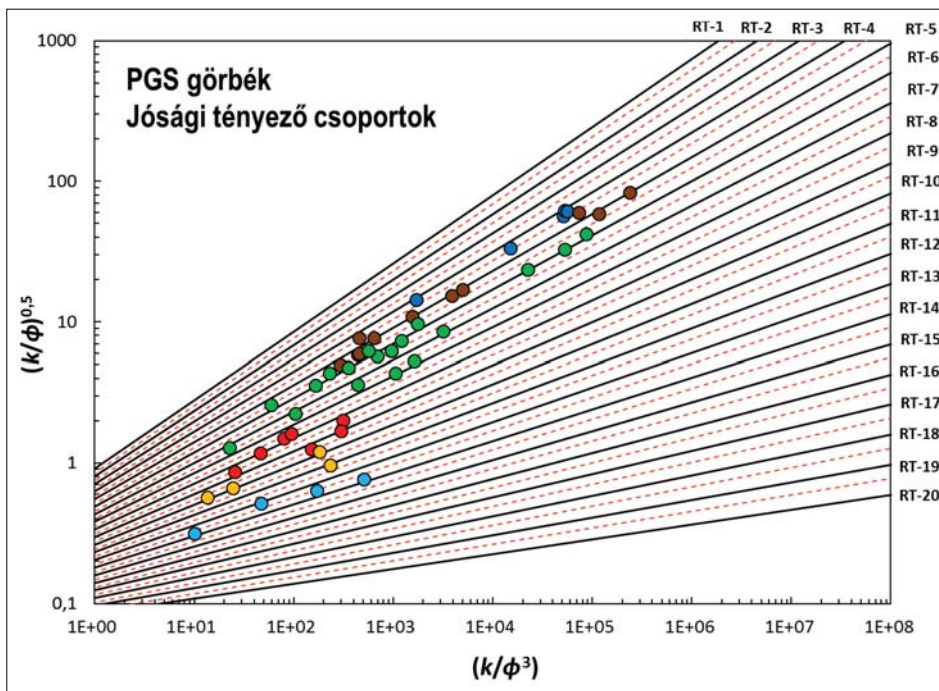
$$V_p = d \left( \frac{k}{\phi^3} \right)^q, \tag{4}$$

ahol  $c$  és  $d$  tapasztalati állandók, valamint a  $p$  és  $q$  kitevők a kőzettípustól függenek. A diagramokon szereplő kőzettípusok azonos viselkedést mutatnak, ui. a  $V_p$  értéke a Kozeny-állandó csökkenésével nő. Ez azt jelenti, hogy a  $V_p$  mennyiség nő vagy a pórusszerkezet bonyolultságának növekedésével, vagy pedig a fajlagos felület csökkenésével ugyanolyan fokú összetettség esetén. A (3)–(4) egyenletek sze-

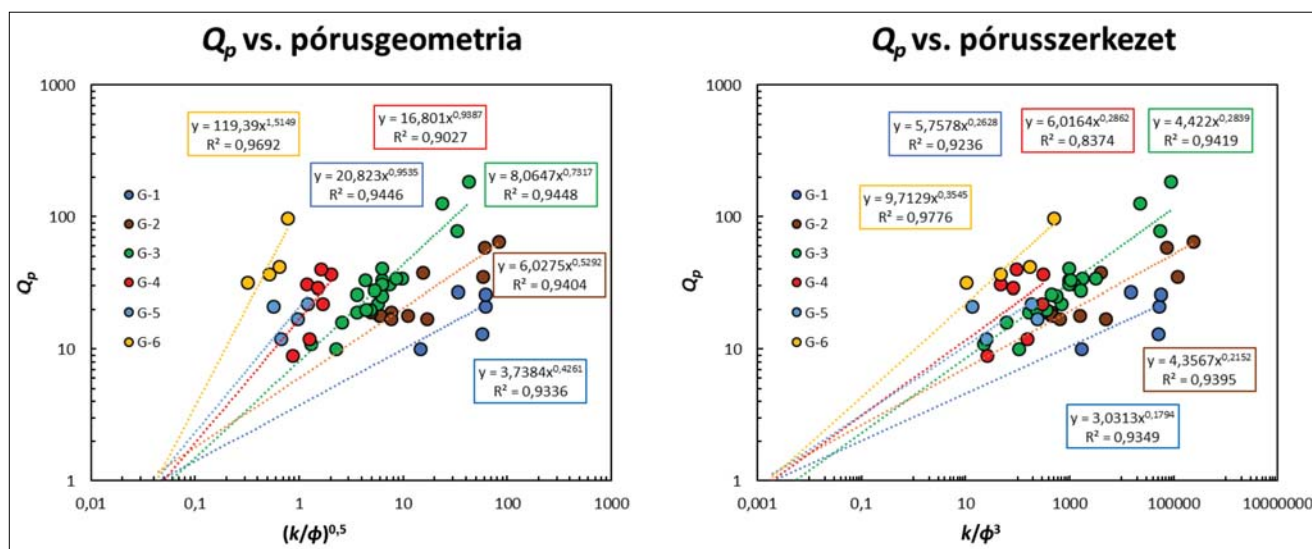
rint a terjedési sebesség nő az átlagos hidraulikus sugárral, valamint a pórusszerkezetet jellemző  $k/\phi^3$  mennyiséggel. A rosszabb minőségű (tárolóképeségű) kőzetek adatpontjainak elkülönítése az átfedés miatt kevésbé egyértelmű. Ez azért van, mert a pórusszerkezeti változók számszerű értékei e kőzettípusok esetén közel azonosak (Prakoso és szerzőtársai 2016). A kőzetek (2) egyenlet alapján való elkülönítése során azonos tekervényességet és pórusalakot feltételezünk valamennyi kőzettípus esetén. Következésképpen a  $k/\phi^3$  mennyiséget jelentősen befolyásolja a fajlagos felület ( $S_b$ ). A mintákat alkotó ásványi összetevők fajtájától eltekintve, a permeabilitás szeizmikus sebességre gyakorolt hatását valószínűleg elnyomja a növekvő porozitás és fajlagos felület sebességsökkentő hatása.

### A P-hullám jósági tényezőjének vizsgálata

A jósági tényező vizsgálatát hasonló módon végezzük, mint a P-hullámsebesség PGS paraméterekkel való összehasonlítása esetén. Ebben az esetben azonban csak hatféle kőzettípust sikerült elkülönítenünk. A  $Q_p$  tényező az ásványi összetétel változására (agyag jelenlétére) érzékeny mennyiség, és a növekvő RT értékek általában nagyobb agyagtartalomhoz tartoznak. Mivel a jósági tényező is érzékeny a rugalmas hullám frekvenciájára (itt 0,5–1 MHz), ezért lehetőség jelentkezik a pórusjellemzőkkel való kapcsolatának meghatározására, ill. megfelelő számú minta esetén a kőzetek csoportosítására. A 3. ábrán látható, hogy RT-4 az I. csoportot és RT-5 a II. csoportot egyértelműen meghatározza, míg a III. csoportot az RT-6, RT-7 és az RT-8 értékek kombinációja adja. A IV. csoportot az RT-9



3. ábra | Homokkőminták osztályozása a jósági tényező alapján alapján a PGS módszer felhasználásával  
 Figure 3 | Classification of sandstone samples based on the quality factor using the PGS rock typing method



4. ábra | A jóságai tényező kapcsolata a pórusgeometriával és pórusstruktúrával a PGS módszerrel való csoportosítás alapján

Figure 4 | Crossplots between  $Q_p$  versus pore geometry and pore structure grouped based on PGS method

és RT-10 számokkal, az V. csoportot RT-11 és RT-12-vel, míg a VI. csoportot az RT-13 és RT-14 értékekkel képezzük.

Miután a kőzeteket csoportokba soroltuk, megvizsgálhatjuk a jóságai tényező kapcsolatát a pórusjellemzőkkel. A 4. ábrán látható, hogy a jóságai tényező hasonlóan viselkedik, mint az akusztikus hullámterjedési sebesség (2. ábra). A  $Q_p$  mennyiség valamennyi csoport esetén egyenes kapcsolatban áll a permeabilitással, ill. nő az átlagos hidraulikus sugárral. Nagyobb csoportszámok esetén a jóságai tényező nő a kőzetszerkezet összetettségével, azaz a tekervényességgel. Azonos csoporton belül, melyet ugyanaz a tortuozitás és pórusalak tényező jellemez, a jóságai tényező fordított kapcsolatot mutat a fajlagos felülettel. A fenti eredmények alapján az alábbi tapasztalati egyenleteket alkalmazhatjuk homokkövek jóságai tényezőjének becslésére:

$$Q_p = g \left[ \left( \frac{k}{\phi} \right)^{1/2} \right]^r, \quad (5)$$

$$Q_p = h \left( \frac{k}{\phi^3} \right)^s, \quad (6)$$

ahol  $g$  és  $h$  tapasztalati állandók, valamint az  $r$  és  $s$  kitevők a kőzettípustól függenek. Az (5)–(6) egyenletek felhasználásával a mért porozitás- és átteresztőképességi adatok ismeretében a P-hullám jóságai tényezője meghatározható.

## Következtetések

A tanulmányban bemutatott PGS módszerrel hatékonyan feltárható a pórusszerkezet és a szeizmikus terjedési sebesség és jóságai tényező kapcsolata. A nagy nyomással terhelt

és folyadékkal telített minták megfelelő kísérleti körülményeket teremtenek a tekervényesség és a pórusalak tényező szeizmikus hullámterjedési jellemzőkre gyakorolt rendszeres hatásának vizsgálatára. A rendelkezésre álló minta alapján kilenc csoportot sikerült elkülönítenünk az akusztikus P-hullámsebesség, míg hatot a jóságai tényező jellemzése céljából. Azonos kőzettípus esetén vagy a pórusgeometria, vagy a pórusszerkezet növekedése a fajlagos felület és a porozitás csökkenése miatt növekszik, de a növekvő átlagos hidraulikus sugár a telített homokkő P-hullámsebességének és jóságai tényezőjének növekedését eredményezi. E minőségi megállapításon túl a csoportosítási eljárás lehetővé teszi, hogy a porozitás- és permeabilitás-adatok ismeretében becslést végezzünk a terjedési sebességre és a jóságai tényezőre.

A tanulmányban bemutatott kőzetfizikai mennyiségek statisztikai elven alapuló (automatikus) csoportosítását klaszterelemzéssel végezhetjük el. A Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén intenzív kutatás folyik a többváltozós (feltáró) statisztikai módszerek (faktoranalízis, klaszteranalízis) fejlesztése, robusztifikálása és olajipari alkalmazása terén. A tanszéki kutatásokhoz kapcsolódva erre mutat be példát Akbar (2019) diplomamunkájában, melyben a nem-hierarchikus csoportosítási eljárással vizsgálta a pórusgeometriai/pórusszerkezeti és szeizmikus jellemzők kapcsolatát szénhidrogén-tároló homokkövekben és karbonátokban. A robusztus és nagy statisztikai határfokú leggyakoribb érték (MFV) módszerrel (Steiner 1991) kombinált K-középpontú klaszteranalízist alkalmazva jelentős javulás érhető el az egyes kőzetcsoportok elkülönítése esetén. Kimutatható, hogy az MFV módszer hatékonyabban működik a hagyományos euklideszi távolságmétrikán alapuló klaszterelemzéshez képest, mely a szeizmikus jellemzők vonatkozásában is erősebb korrelációt biztosít. Az  $L_2$  normán alapuló klaszterelemző eljárás meglehetősen érzékeny a porozitás-permeabilitás kapcsolatokra jellemző

kiugró értékek jelenlétére, melyeket a tárolókőzetben általában az agyagok és az aktív mikrorepedések megjelenése okozhat. Az MFV módszer ezzel szemben – a kiugró adatokkal szembeni rezisztens viselkedése miatt – hatékonyabban alkalmazható a csoportok elkülönítésére és a kőzetfizikai jellemzők (optimális) meghatározására.

### Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A szerzők köszönetet mondanak *Dobróka Mihály* professzornak (Miskolci Egyetem) és *Szabó István* (MOL Nyrt.) kőzetfizikus szakértőnek a szakmai támogatásért.

### A tanulmány szerzői

Muhammad Nur Ali Akbar, Szabó Norbert Péter

### Hivatkozások

Akbar M. N. A. (2019): On the influence of internal pore structure on compressional sonic wave characteristics in reservoir rocks. MSc Thesis, University of Miskolc.

Best A. I., McCann C., Sothcott J. (1994): The relationships between the velocities, attenuations and petrophysical properties of reservoir sedimentary rocks. *Geophysical Prospecting*, 42, 151–178.

Dobróka M., Molnár J. S., Szűcs P., Turai E. (2014): Pressure dependence of seismic Q – a microcrack-based petrophysical model. *Near Surface Geophysics*, 12, 427–437.

Harmsen G. J. (1955): The concept “hydraulic radius” in porous media. *Petroleum Transactions, AIME* 204, 274–277.

Han D. H., Nur A., Morgan D. (1986): Effects of porosity and clay content on wave velocities in sandstones. *Geophysics*, 51, 2093–2107.

Han D. (1987): Effect of porosity and clay content on acoustic properties of sandstones and unconsolidated sediments. PhD Dissertation, Stanford University.

Klimentos T., McCann C. (1990): Relationships among compressional wave attenuation, porosity, clay content, and permeability in sandstones. *Geophysics*, 55, 998–1014.

Kozeny J. (1927): Über kapillare Leitung des Wassers im Boden (Aufstieg, Versickerung und Anwendung auf die Bewässerung). *Sitzungsber. Akad. Wiss., Wien, Math-Naturwiss.*, KL 136, 271–306.

Martin N. W. (1996): Are P- and S-wave velocities and attenuations related to permeability? Ultrasonic seismic data for sandstone samples from the Writing-On-Stone Provincial Park in Alberta. MSc Thesis, University of Calgary.

Permadi P., Susilo A. (2009): Permeability prediction and characteristics of pore structure and geometry as inferred from core data. SPE/EAGE Abu Dhabi, 19–21 October, SPE 125350-PP. DOI: 10.2118/125350-MS.

Prakoso S., Permadi P., Winardhie S. (2016): Effects of pore geometry and pore structure on dry P-wave velocity. *Modern Applied Science*, 10, 117–133.

Prasad M. (1998): Empirical trends in velocity and quality factor properties of reservoir rocks. *SEG Technical Program Expanded Abstracts* 17(1).

Prasad M. (2003): Velocity–permeability relations within hydraulic units. *Geophysics*, 68, 108–117.

Raymer L. L., Hunt E. R., Gardner J. S. (1980): An improved sonic transit time-to-porosity transform, *SPWLA Transactions, 21st Annual Logging Symposium*, Paper P.

Steiner F. (1991): The most frequent value: Introduction to a modern conception of statistics. *Akadémiai Kiadó*.

Wibowo A. S. (2014): Karakterisasi batuan karbonat berdasarkan geometri dan struktur pori-pori. Doctoral dissertation, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.

Wibowo A. S., Permadi P. (2013): A type curve for carbonates rock typing. *Proceedings of the IPTC Beijing, China*, 26–28 March, IPTC-16663.

Wyllie M. R. J., Gregory A. R., Gardner I. W. (1956): Elastic wave velocities in heterogeneous and porous media. *Geophysics*, 12, 41–70. A P-hullám jóságára gyakorolt hatása vizsgálata

## Függelék

1. táblázat. A tanulmányban felhasznált homokkő adatrendszer (Prasad, 2003)

Minta sorszáma	$\phi$ (%)	$V_d$ (%)	$V_p$ (m/s)	$Q_p$	$k$ (mD)	Minta sorszáma	$\phi$ (%)	$V_d$ (%)	$V_p$ (m/s)	$Q_p$	$k$ (mD)
1	3,41	6,76	5171	97	0,02	35	17,18	15	4362	9	0,13
2	3,46	0	5091	62	0,005	36	21,19	15	3700	31	11,42
3	4,89	0	5048	42	0,02	37	21,73	22	3572	22	7,1
4	6,36	26,2	4695	17	0,06	38	22,2	25	3500	10	1,13
5	7,52	0	4735	37	0,02	39	25,41	20	3314	20	5,78
6	9,79	9,75	3917	22	0,28	40	26,32	20	3299	25	10,27
7	13,4	0	4126	33	2,51	41	27,12	25	3000	11	0,45
8	17,35	2,71	3780	31	0,24	42	27,33	5	3666	27	305,8
9	19,1	10	3488	8	1,4	43	27,39	23	2952	10	9,3
10	23,2	10	3580	34	22	44	27,73	17	3090	19	3,5
11	23,4	5	3751	19	295	45	27,87	17	2990	18	9,59
12	23,9	9	3601	17	68	46	27,96	15	3675	18	33,67
13	25,2	9	3466	13	818	47	28,04	20	3181	18	10,05
14	26,9	4	3726	21	1030	48	28,79	18	3056	20	5,47
15	8,96	6	4947	22	0,13	49	28,87	23	2909	19	7,03
16	9,96	7	4705	32	0,01	50	30,31	12	3627	17	17,77
17	10,22	9	4895	12	0,16	51	33,59	15	3195	16	2,25
18	11,39	6	4666	37	0,46	52	35,09	30	3108	10	73,26
19	13,11	7	4666	28	3,67	53	36,04	16	3121	19	21,16
20	13,47	14	4498	12	0,06	54	20,3	–	3754	33	8
21	13,72	0,5	4950	613	87,65	55	20,3	–	3707	31	8
22	14,15	1	4960	79	150,7	56	20,3	–	3771	41	8
23	14,37	1	5078	185	255,9	57	20,9	–	3867	–	2040
24	14,47	0,2	4788	712	220,9	58	20,9	–	3976	48	2040
25	15,13	4	4794	34	11,06	59	20,9	–	3903	–	2040
26	15,18	0,7	4942	394	160,4	60	20,9	–	3921	–	2040
27	15,41	15	4246	19	52,42	61	24,6	–	3572	38	58
28	15,46	15	4152	21	0,05	62	21	4	4400	100	100
29	15,72	5	4564	127	87,55	63	21	4	4400	100	100
30	16,11	15	4152	20	50,51	64	17	<1	4460	65	1170,7
31	16,5	15	4149	18	41,74	65	17,1	1	4300	35	587,8
32	16,65	12	4010	29	0,37	66	22,1	1	3770	59	794,2
33	16,71	8	4381	40	0,44	67	25,9	3	3060	26	977,1
34	17,13	12	3933	26	2,21						



# A Magyar Turista Egyesület megemlékezése Eötvös Lorándról halálának centenáriumán



Kedves Kollégák, aki kézbe vette a *Magyar Geofizika* előző számát, ott találkozhatott a Magyar Turista Egyesület (MTE) meghívójával, amellyel Dobogókőre invitáltak bennünket, hogy emlékezzünk az Egyesület első elnökére, a lelkes természetjáró báró Eötvös Lorándra.

Nekem személy szerint nagyon jól esett, hogy *Schönviszky László*, az MTE jelenlegi elnöke, akivel évtize-

Loránd-menedékházba. Bár itt is lógott az eső lába, mégis olyan szép számmal jöttek el az MTE tagjai, hogy még az újabb, nagy turistaház legnagyobb helysége is meglehetősen szűknek bizonyult.

Az emléktúra keretében fel lehetett jönni Dömösről is, de a többség azért közvetlenül ide érkezett. Már a turistaházba történt belépéskor megkaptuk a kítűzöt, amelynek a képét itt mellékeltem. A program a továbbiakban a meghívóban előzetesen közreadott menetrend



A régi menedékház, amelyben most természetjáró kiállítást rendeztek be

deken át voltunk munkatársak a nagy fizikus egykori intézetében, még külön telefonon is meghívott. Így aztán április 6-án reggel a csöppörgő eső ellenére is összekaptam magam, és elmentem Dobogókőre a báró Eötvös

szerint zajlott. *Schönviszky László* MTE elnök Eötvös Loránd életművének és ezen belül is természetjárással kapcsolatos elkötelezettségének méltatásával nyitotta meg a rendezvényt. *Kiss Domonkos Dániel* Eötvös alpesi



*Kiss Domonkos Dániel*, illetve *Schönviszky László* előadása



Az előadások hallgatósága és az állófogadás



Schönviszky László MTE elnök, illetve Magyar Balázs MGE elnök az emléktáblánál



túráiról és kivételes hegymászó teljesítményeiről beszélt. *Papp János* színművész Eötvösnek egy többnyire ismeretlen oldalát, verseit mutatta be.

Őt *Perneckzy László* fizikus követte egy igen érdekes előadással. *Perneckzy* ausztriai kirándulásai során azt kereste, hogy Eötvös ismert alpesi fotóit honnan is készíthette, és az ezeken a fotókon látható tájak ma hogyan néznek ki. A záróelőadás során Eötvös sztereodiáinak már az Akadémiáról is ismert piros-zöld szemüveggel nézhető háromdimenziós vetítése következett.

Az előadásokat követte a turistaház Thirring-termében Eötvös Loránd emléktáblájának leleplezése, majd egy gazdag vendéglátással biztosították a szervezők, hogy a továbbtúrázóknak, illetve a hazatérőknek ne kelljen éhgyomorral távozniuk.

Az MTE-nek ezen a kiválóan megszervezett és nagyon jól sikerült rendezvényén a Magyar Geofizikusok Egyesületét *Magyar Balázs* elnök, az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítványt pedig *Pályi András* kuratóriumi elnök képviselte.

*Bodoky Tamás*

# Emléktáblát avatott névadója tiszteletére a balatonfüredi Eötvös Loránd Általános Iskola

2019. május 22-én Balatonfüreden az Eötvös Loránd Általános Iskolában az iskola névadójának tiszteletére emléktáblát avattak. Az emléktáblát a Magyar Geofizikusok Egyesülete adományozta az iskolának. Az avatáson jelen volt és beszédet mondott *Tremmer Bernadett* iskolaigazgató, *Bóka István*, a város polgármestere és *Magyar Balázs*, a Magyar Geofizikusok Egyesületének korábbi elnöke.

Az igazgató asszony miután méltatta Eötvös Lorándot, hozzátette, hogy tehetségünk kibontakoztatása kötelességünk, amivel másokat is szolgálhatunk. Belső értékeink, elődeink tapasztalata vezérelhet minket, tovább kell adnunk az örökséget!

*Bóka István* polgármester párhuzamot vont Eötvös és az iskola sokszínűsége között. Felidézte, hogy a névadásra Gyurkovics Tibor verset írt, Pozsgay Imre volt államminiszter pedig beszédet mondott. A polgármester az iskolai tornacsarnok építése kapcsán utalt az önkormányzat támogatására, és elismeréssel beszélt a pedagógusok munkájáról.

*Magyar Balázs*, a Magyar Geofizikusok Egyesületének elnöke kiemelte, az UNESCO emlékével tiszteleg Eötvös Loránd, a fizikus előtt, akinek a munkája a világ szénhidrogén-kutatásában a '60-as évekig meghatározó volt.

Az ünnepségen az iskola diákjai szép műsorral lepték meg a vendégeket.

*Szerkesztőség*



*Tremmer Bernadett* igazgató és *Magyar Balázs*, az MGE elnöke leleplezik az emléktáblát

# Eötvös Loránd-emlékérmé és -emlékbélyeg

A Magyar Nemzeti Bank az Eötvös-centenárium alkalmából a nagy tudós és feltaláló tiszteletére emlékérmét bocsátott ki. Az emlékérmé két címletben, egy 10 000 Ft-os és egy 2000 Ft-os változatban jelent meg. A két formájában azonos változat csak anyagában különbözik, míg a 10 000 Ft-os változat ezüstből van, addig a 2000 Ft-os változat ezüstözött színesfém.



Az Eötvös-emlékérem

Az emlékérmét *Szanyi Borbála* tervezte, az érme egyik oldalán az Eötvös Loránd által alapított Eötvös József Collegium épülete látható, addig a másikkoldalán a tudós feltaláló portréját mutatja be egy 1891–92-es fotó alapján.

Az emlékérmék különlegessége, hogy sűrűn recézett peremükön az Eötvös Collegium ma használt jelmondata,



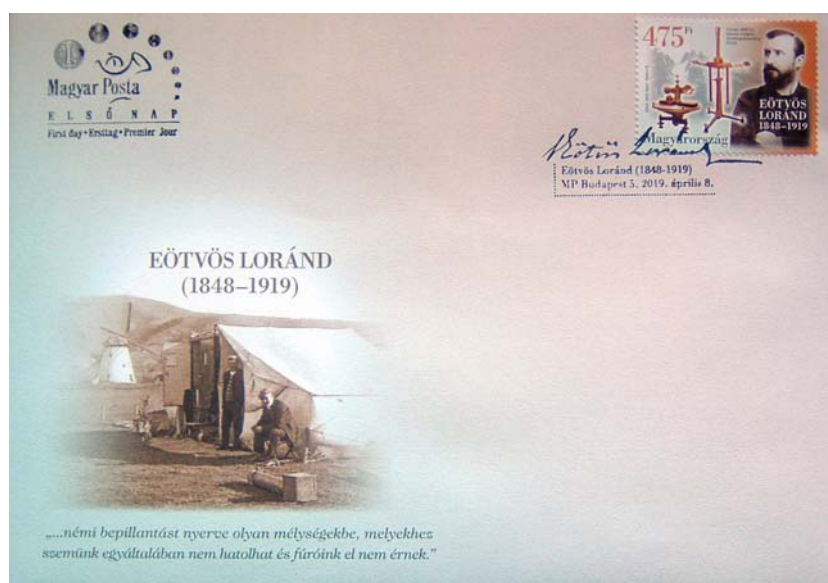
Az Eötvös-emlékbélyeg

a „SZABADON SZOLGÁL A SZELLEM” szélfelirat fut körbe. Elgondolkodtató felirat. Tényleg?

Ugyancsak a centenáriumi alkalmából a Magyar Posta Eötvös Loránd emlékbélyeget adott ki.

A 475 Ft-os bélyegen szintén Eötvös arcképe szerepel a „kettős nagyvezek” és a forgómérleg társaságában. Szellemes pecséttel egy Eötvös-emlékborítékot is megjelentettek, a pecséten Eötvös Loránd aláírása szerepel a borítékon pedig a titeli mérések egyik ismert képe egy Eötvös-idézettel.

És ha már az emlék bélyegeknél tartunk, eszembe jutott, hogy 21 éve annak, hogy az Eötvös Loránd Emlékkiállítás



Az Eötvös-emlékboríték



Régi bélyegek Eötvös Loránd emlékezetére

megnyitottuk Eötvös születésének 150 éves évfordulóján az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet egykori nagyszámító-



350 éves az Eötvös Loránd Tudományegyetem

gépés részlege helyén. Akkor nem a halált, hanem a születést ünnepeltük, és volt egy hasonló próbálkozásunk. Bár új bélyeget végül nem tudtunk kiadni, de a korábban kiadott Eötvös Loránd-bélyegekkel kiadtunk egy emléklapot. Emlékeztetőként ennek a bélyegeit is hadd tegyem most közzé.

*Bodoky Tamás*

# Willem Goudswaard

## a Magyar Geofizikusok Egyesületének tiszteleti tagja

### 1927 – 2019

Willem Goudswaard holland bányamérnök a Royal Dutch Shell holland–angol multinacionális olajvállalat mérnöke volt.

A Magyar Geofizikusok Egyesületével az EAEG (European Association of Exploration Geophysicists) elnökségi tagjaként az EAEG Budapesten tartott 47. Kongresszusának és Műszerkiállításának előkészítése során került kapcsolatba. Ezt a kapcsolatot később egészen haláláig ápolta.

Willem Goudswaard 1986-ban az EAGE alelnöke, 1987-ben az elnöke majd 1988-ban második alelnöke (pastpresident) lett. Az egyesületi munkától később sem szakadt el, az EAEG elnöksége 1993-ban felkérte, hogy a szervezet által létrehozott alapítvány, a PACE (Program for Association and Cooperation in Earth Sciences) pénztáros tükára (secretary treasurer) legyen. Wim, ahogy baráti és kollégái hívták, ezt örömmel vállalta. Mivel az alapítvány célja a 90-es években elsősorban a rendszerváltott kelet- és közép-európai országok szakembereinek, illetve egyesületeiknek az EAEG-hez, majd az EAGE-hez (European Association of Geoscientists & Engineers) történő csatlakozását igyekezett támogatni, így Wim ismét közvetlen kapcsolatba került többek között Egyesületünkkel is,

amelynek számos rendezvényéhez nyújtott anyagi segítséget, és részt vett maga is esetenként a támogatott rendezvényeken.



**Willem Goudswaard**  
1927 – 2019

Több alkalommal tartott rövid tanfolyamokat a területi szeizmikus mérések kiértékelési módszereiről Budapesten, általában az ELGI-ben, illetve Miskolcon, az egyetemen még a PACE-ből 2000-ben történt végleges visszavonulása után.

2008-ban Dobróka Mihály és Ormos Tamás miskolci professzorok ajánlására Egyesületünk tiszteleti tagunknak választotta őt.

2010 után egészsége fokozatosan megromlott, különösen megviselte szeretett feleségének Femmie-nek a betegsége, majd halála 2016-ban. Ettől kezdve leányai gondozták folyó év május 7-én bekövetkezett haláláig.

Kedves Wim, jó barátot veszítettünk távozásoddal. Hadd búcsúzzunk tőled mi is

Goethének a leányaid által választott soraival:

Seele des Menschen  
Wie gleichst du dem Wasser!  
Schicksal des Menschen,  
Wie gleichst du dem Wind!

*Bodoky Tamás*

# Dr. Baksa Csaba

## a Magyar Geofizikusok Egyesületének tiszteleti tagja

### 1946 – 2019

Baksa Csaba geológus igazi szakember volt, becsületes üzletember és talpig ember.

Az ELTE diplomájának megszerzése után 1969-től dolgozott az Országos Érc- és Ásványbányák nevű, ma már a történelem homályába vesző vállalatnál. A vállalat unikum volt az állami bányavállalatok sorában, maga teremtette meg a megélhetését, sokoldalú és egész országra kiterjedő kutató-termelő tevékenységével. Csaba Recskén kezdett, az akkor legfontosabb, és máig lezáratlan érckutatási programban, a mélysintfúrásos és bányászati munkáinál. Hamarosan a nagy létszámú földtani osztály vezetője lett, s máig összetartó kiváló közösséget formált az ide csoportosított fiatal szakemberekből. Doktori címét az 1970-es évek közepén a mátrai teléres ércesedés genetikai vizsgálata területén végzett kutatásaival szerezte. Számos sikeres munka mellett nevéhez fűződik a recski mélysintfúrásos kutatás 1984-es lezárása, vagyonbecslése. Innen került a vállalati központba, Budapestre 1985-ben, ahol a vállalat megszűnéséig dolgozott. Közgazdasági szakmérnöki diplomát szerzett, és ennek később a vállalat kereskedelmi és marketing részlegének vezetéseként vette különös hasznát.

Az OÉÁ privatizációja után 1991-ben a megalakult Mineralholding Kft. ügyvezetője, résztulajdonosa lett, amely utódintézményként folytatta az ipari ásványok kereskedel-

mét. Ebben a pozíciójában dolgozott egészen a haláláig. Stabil, fenntartható portfólióval rendelkező vállalatot hagy az utódokra.



**Dr. Baksa Csaba**  
1946 – 2019

Munkája mellett vállalta el megválasztása után a Magyarhoni Földtani Társulat elnöki tisztségét 2012-ben. Elnökségének két ciklusa alatt a racionális, üzletemberi véna révén felfrissültek a társulat ipari és tudományos kapcsolatai, szaporodtak támogatói, megerősödtek szociális és közösségi funkciói. Csaba jelentős előmozdítója volt a rokonszalmák közeledésének, együttműködésének. Tagja volt többek között a Magyar Geofizikusok Egyesületének, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek, valamint a Magyar Természettudományi Társulatnak. A Magyar Geofizikusok Egyesülete 2017-ben tiszteleti tagjává választotta.

Hirtelen tört rá a betegség, még abban az évben, amikor a Társulat elnökségéről leköszönt, és amelynek tiszteleti tagjává választották. Rövid idő alatt gyűrte maga alá ez a halálos betegség.

Munkája, életműve beleíródott a hazai ásványnyersanyag-gazdaság, -kutatás, -termelés, -kereskedelem történelmébe. Emberségét, józan gondolkodását, közösséget összefogó egyéniségét jó példaként fogjuk, fogják idézni.

Kedves Csaba barátunk, nyugodj békében!

*Földessy János*

# Dr. Kiss Bertalan

## 1942 – 2019

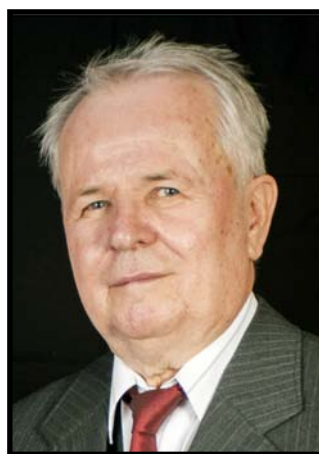
Dr. Kiss Bertalan a hazai szénhidrogén-lelőhelyek kutatásában és feltárásában, a mélyfúrás geofizikai műszerek és értelmezési módszerek fejlesztésében, valamint a fiatal szakemberek oktatása és nevelése terén hosszú évtizedek alatt kiemelkedő szakmai tevékenységet végzett.

1942. január. 20-án született Szikszón. Édesanyja nehéz körülmények között nevelte, a világháborúból hadirokkantként hazatért édesapját korán elveszítette. Talán ebből az időszakból ered kitartása, céltudatossága.

1965-ben szerzett bányageológus mérnöki diplomát a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán. Ettől az időponttól kezdve a mélyfúrás geofizika területén végzett szakmai tevékenysége szorosan az olajiparhoz, a MOL Rt.-hez és annak jogelőd vállalataihoz kapcsolódik:

- 1967–1967: terepi mérnök (OKGT Alföldi Kutatási Üzem, Szolnok)
- 1967–1977: mélyfúrás geofizikai szelvényértelmező (OKGT Nagyalföldi Kutató- és Feltáró Üzem, Szolnok)
- 1977-től: meghívott előadó a Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszékén
- 1977–1987: geofizikai értelmezési osztályvezető (Kőolajkutató Vállalat, Szolnok)
- 1978: mélyfúrás geofizikai szakmérnöki diplomát szerez a Nehézipari Műszaki Egyetemen
- 1981: egyetemi doktori címet szerez a Nehézipari Műszaki Egyetemen
- 1987–1993: mélyfúrás Információelemző Főosztály vezetője (Kőolajkutató Vállalat, majd 1990-től OKGT Geofizikai Kutató Egység, Szolnok)
- 1993–2004: a Petrofizika vezetője (MOL Rt. KTD, Szolnok)
- 1993-tól: címzetes egyetemi docens a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén
- 2004–2011: petrofizikai szakérő (MOL Rt. KTD, Technológiai és Operációs Központ, Szolnok)
- 2009: magas színvonalú szakmai és oktatói munkája elismeréseként címzetes egyetemi tanári kinevezést kapott a Miskolci Egyetemen

2011-ben vonult nyugdíjba, de kapcsolatot tartott volt kollégáival, és az az Egyesülettel sem szakadt meg.



**Dr. Kiss Bertalan**  
1942 – 2019

Dr. Kiss Bertalan a hazai geofizikai szakmai társadalom kiemelkedő személyisége, aki a mélyfúrás geofizika és annak olajipari alkalmazásai kutatásában és fejlesztésében nemzetközileg is jelentős eredményeket ért el.

Rendkívül innovatív kutató volt, munkájában mindenkor a gyakorlat által vezérelt mérnöki szemléletet alkalmazta. Azt a modern szemléletet képviselte, mely szerint a mélyfúrás geofizika a felszín alatti földtani képződmények egyik leghatékonyabb kutatási eszköze, amelyet együtt kell alkalmazni a geológiai, az (egyéb) geofizikai, a fúrás, a művelési (termelési) módszerekkel, és súlyának megfelelően kell kezelni.

Ezt a komplexitást személyes felkészültségében és a nemzetközi kapcsolatrendszerben is alkalmazta. Közvetlen gazdasági haszonban is realizálódó tudományos eredmények és a munkásságában képviselt magas szakmai etika: ez a titka általános megbecsültségének.

Néhány kiemelkedő eredménye:

- metamorf szénhidrogén tárolók mélyfúrás geofizikai értelmezésének kérdéseiben alapműnek számító cikkeket közölt,
- az olajipari mélyfúrás geofizikai adatok számítógépes feldolgozásának első (nemzetközileg feltűnést is kelthető) automatizált rendszerét dolgozta ki (KISS rendszer, 1982),
- „Litosztratigráfiai egységek mélyfúrás geofizikai jellemzésének módszertana” (társ szerzőkkel, 1998–2001),
- válaszegyenletek kutatásának eredményei (mai napig is folytatódik számos elvi és gyakorlati eredménnyel),
- új módszerek bevezetése a mélyfúrás geofizikai adatok értelmezésébe (inverziós eljárások).

Munkájáért a Munka Érdemrend bronz fokozata kitüntetést kapott.

Az olajiparban végzett szakmai munkája mellett több mint 25 évig oktatója volt szakterületének a Miskolci Egyetemen, a mélyfúrás geofizika tanításában geofizikus nemezdek képzéséhez tett nélkülözhetetlen hozzájárulást. Munkásságát számos tudományos közlemény és két egyetemi jegyzet fémjelzi.



Szaktudását megosztotta másokkal, szívesen foglalkozott a fiatalokkal. Közreműködésével nagyszámú diplomamunka és doktori értekezés készült.

Meghatározó és elismert résztvevője volt a szakmai közéletnek, több hazai és nemzetközi egyesület tagja volt. Sokat tett a szakma nemzetközi kapcsolatainak fejlesztéséért, egyik kezdeményezője és alapítója volt az SPWLA (Society of Petrophysicists and Well Log Analysts) magyarországi csoportjának.

A Nehézipari Műszaki Egyetem elvégzése után 1964-ben kapcsolódott be az egyesületi munkába az akkor még a közös szolnoki-miskolci Alföldi Csoportban.

1970-től vezetőségi tag, majd a csoport kettéválása után 1970-től a szolnoki csoport titkára lett. 1988-tól az Alföldi Csoport elnöke volt nyugdíjba vonulásáig.

1988-ban meghatározó szerepet vállalt az SPWLA Budapest Chapter megalakításában, melynek 1891-ben elnöke is volt. Részt vett az 1990-es budapesti SPWLA tizenharmadik európai szimpóziuma szervezőbizottságában.

Az 1993-ban tevékenysége elismerésül az Egyesület elnökévé választották, az 1994-95-ös ciklusban az Egyesület elnöke volt.

Mindig híve volt az új törekvéseknek, közreműködött a Szénhidrogén Szakosztály megalakításában és az Egyesület új alapszabályának kidolgozásában.

Nevéhez több nagy horderejű sikeres rendezvény kezdeményezése és szervezése kapcsolódik, így az Alföldi Csoport által szervezett vándorgyűlések, valamint a Szolnokon 1996–2000 között lebonyolított Anketok.

Egyesületi munkájáért eddig Emléklap, Renner János-emlékérem, illetve az „SPWLA Award of Appreciation” kitüntetésekben részesült.

2019. május 10-én a szolnoki temetőben felesége, fia, unokái, rokonai, volt kollégái és tanítványai és nagyszámú tisztelője vett végső búcsút tőle.

Halálával egy kiemelkedő egyéniség távozott közülünk. Emlékét megőrizzük!

*Tóth József*

## Rendezvénynapptár

2019. szeptember		
szept. 2–6.	Fourth EAGE Conference on Petroleum Geostatistics Organizer: EAGE	Firenze, Olaszország
szept. 8–12.	Near Surface Geoscience Conference and Exhibition 2019 The world's most significant Near Surface Event	Hága, Hollandia
szept. 15–20.	SEG International Exposition and 89th Annual Meeting ( <a href="https://seg.org/Events/Upcoming-SEG-Annual-Meetings">https://seg.org/Events/Upcoming-SEG-Annual-Meetings</a> )	San Antonio, Texas, USA
szept. 18–22.	10th Congress of Balkan Geophysical Society (BGS)	Albena Resort, Bulgária
szept. 30. – okt. 2.	SPE Annual Technical Conference and Exhibition	Calgary, Alberta, Kanada
2019. október		
okt. 3–5.	Az MFT és az MGE közös vándorgyűlése	Balatonfüred
2019. november		
nov. 18–20.	Fifth EAGE Workshop on Borehole Geophysics: Bridging the Gap between Surface and Reservoir	Hága, Hollandia
nov. 26–28.	5th EAGE Workshop on Rock Physics	Milano, Olaszország
nov. 28–29.	1st Indian Near Surface Geophysics Conference & Exhibition	New Delhi, India
2020. május		
máj. 3–8.	EGU General Assembly 2020	Bécs, Ausztria
2020. június		
jún. 8–11.	82nd EAGE Conference & Exhibition 2020	Amsterdam, Hollandia
jún. (not final)	61st SPWLA 2020 – The Society of Petrophysicists and Well Log Analysts Annual Symposium	Egyesült Királyság
2020. október		
okt. 11–16.	SEG International Exposition and 90th Annual Meeting	Houston, Texas, USA

*További részletek, referenciák az MGE ([www.mageof.hu](http://www.mageof.hu)) honlapjáról, illetve az EAGE ([www.eage.org](http://www.eage.org)) és a SEG ([www.seg.org](http://www.seg.org)) honlapjairól érhetők el.*

*Szerkesztőség*



# Eötvös Loránd halálának 100 éves évfordulóján



## EÖTVÖS LORÁND 1848 - 1919

*"... de megmutattuk azért mi is, hogy tudunk nagyot tenni,  
csak hogy a mi erőnk nem egyesek millióiban,  
hanem a milliók hazaszeretétében rejlik."*

AZ EÖTVÖS LORÁND ÁLTALÁNOS ISKOLA  
ALAPÍTÁSÁNAK 30. ÉVFORDULÓJÁRA  
EÖTVÖS LORÁND HALÁLÁNAK  
CENTENÁRIUMÁBAN

MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE  
2019



MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

1145 Budapest, Columbus u. 17-23.; Tel./Fax: (1) 201-9815

E-mail: [postmaster@mageof.t-online.hu](mailto:postmaster@mageof.t-online.hu); Honlap: [www.mageof.hu](http://www.mageof.hu)