

MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

A MAGYAR
GEOFIZIKUSOK
EGYESÜLETÉNEK
FOLYÓIRATA



JOURNAL OF THE
ASSOCIATION
OF HUNGARIAN
GEOPHYSICISTS

A Köztársasági Elnöki Hivatal levele a Földtani és Geofizikai Vándorgyűléshez

Tisztelet az éveknek
Az egbelli mérés emlékülése

Nyírségi szubvulkáni zónák szeizmikus reflexiós modellezése
Radon prediction in Hungary: a short overview

Eötvös Loránd szakmai öröksége a Miskolci Egyetemen
Megemlékezés Zsille Antalról

In Memoriam:
Nyitrai Tibor
Várkonyi László



MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

60. évfolyam (2019) 2. szám



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

TARTALOM • CONTENTS

SZERKESZTŐSÉGI ROVAT • EDITORIAL

- 59 A Köztársasági Elnöki Hivatal levele a Földtani és Geofizikai Vándorgyűléshez (Letter of the President's Office to the Geology and Geophysics Congress) – *Szerkesztőség*

MGE HÍREK • NEWS OF ASSOCIATION OF HUNGARIAN GEOPHYSICISTS

- 60 Tisztelet az éveknél (Members of honoured ages) – *Hegybíró Zs.*
63 Az egbelli mérés emlékülése (Memorial session devoted to the Egbell measurement) – *MGE Titkárság*

TANULMÁNYOK • PAPERS

- 65 Nyírségi szubvulkáni zónák szeizmikus reflexiós modellezése (Seismic reflection modeling of subvolcanic zones in the Nyírség) – *Braun B. Á., Fancsik T., Sebe I.*
75 Radon prediction in Hungary: a short overview – *S. Beltrán Torres, K. Z. Szabó, Cs. Szabó*

HÍREK • NEWS

- 82 Eötvös Loránd szakmai öröksége a Miskolci Egyetemen – előadói nap – *Pethő G.*
84 Megemlékezés Zsille Antalról – *Draskovits P.*

IN MEMORIAM

- 85 Nyitrai Tibor – *Baráth I.*
86 Várkonyi László – *MGE Titkárság*

MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

60. évfolyam (2019) 2. 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

A Köztársasági Elnöki Hivatal levele a Földtani és Geofizikai Vándorgyűléshez

KÖZTÁRSASÁGI ELNÖKI HIVATAL

TÁRSADALMI KAPCSOLATOK IGAZGATÓSÁGA

tel: (+36-1) 224-5006

www.keh.hu

*Iktatószám: KEH/03363-2/2019.***Budai Tamás elnök úr**
Magyar Földtani Társulat**Magyar Balázs elnök úr**
Magyar Geofizikusok EgyesületeB u d a p e s t
Csalogány u. 12. I/1.
1015

Tisztelt Elnök Urak!

Köztársasági elnök úr köszönettel vette kézhez a Balatonfüreden, 2019. október 3-5. között megrendezésre kerülő Földtani és Geofizikai Vándorgyűlés kapcsán hozzá intézett levelüket.

Tisztelettel tájékoztatom Önöket, hogy Elnök úr örömmel tesz eleget a felkérésnek és vállalja a rendezvény fővédnökségét. Azonban egyéb irányú elfoglaltsága nem teszi lehetővé a rendezvényen történő részvételét.

Fentiek szíves megértését kérve, a vándorgyűlés résztvevőinek Elnök úr és a magam nevében is hasznos és tartalmas tanácskozást kívánok.

Budapest, 2019. szeptember 10.

Tisztelettel üdvözlö:


Nagy Bertel
igazgatóSÁNDOR-PALOTA
1014 Budapest,
Szent György tér 1.

Tisztelet az éveknek

Kedves ünneplő Szeniorok!

Ez az év különleges év a geofizikus társadalom számára, több társtudománnyal együttesen *Eötvös-évet* ünnepelünk. A centenáriumi évforduló rendezvényeinek imponáló sokaságáról ad hírt a <https://eotvos100.hu> honlap, és egyesületünk büszke lehet arra, hogy számos kiemelkedő eseményben tevékenykednek geofizikusok. Ezen a fórumon különösen is köszönetet kell mondani szenior tagtársainknak, akik közül nagyon sokan vállaltak komoly feladatokat az ünnepi megemlékezések szervezésében, előkészítésében, rendezésében, de az is nagy megtiszteltetés, hogy sokan vették a fáradságot, és jelenlétükkel tisztelegtek a nagy tudós előtt.

Javasoljuk, hogy aki még nem tette, látogasson el a honlapra és kísérje figyelemmel a további eseményeket is. Ezek

lehetőséget teremtenek arra, hogy megismerjék Eötvös eddig ismeretlen arcát, szerteágazó tevékenységét, és – nem utolsósorban – találkozhatnak rég nem látott munkatársakkal, ismerősökkel, volt évfolyamtársakkal.

Természetesen saját ünnepükről sem feledkezhetünk meg, hiszen születésnapok, főleg a kerek évfordulók, mindenkinek az életében fontosak, és ezeket már inkább családi körben tartjuk meg. De jól esik, ha tágabb körben sem feledkeznek meg rólunk. Ezért most a lap hasábjain kívánunk mindannyiuknak további jó egészséget, sok örömet és vidámságot, nyugodalmas szép napokat és – ha idejük, erejük engedi – továbbra is számítunk közreműködésükre az Egyesület programjaiban mind résztvevőként, mind előadókként, szerzőként, szervezőként, támogatóként.

Várjuk Önöket az Egyesületben amikor idejük és lehetőségük ezt megengedi.

Hegybíró Zsuzsanna
az MGE nevében

95. születésnapját ünnepli

Németh Lajos

90. születésnapját ünnepli

Ádám Antal

85. születésnapját ünnepli

Czuczor Ernőné, Horváth Flórián, Kánnár Tibor, Karas Gyula, Király Ernő, Kisházi Anna, Kovács Béla, Kulcsár János, Márton Péter, Molnár Kálmánné, Muravina Lilia, Papp Jenő, Stomfai Róbert, Szabóné Kilényi Éva, Szanyi Béla, Szederkényi Tibor

80. születésnapját ünnepli

Balla Zoltán, Bucsi Szabó László, Megyery Mihály, Nemesi László, Stifter Gyula, Szeidovitz Gyözőné, Virágh Péter

75. születésnapját ünnepli

Csekéné Szander Judit, Gyulai Ákos, Hegymegi László, Kántor József, Kis Károly, Péterfai Béla, Szalay Árpád, Tasnádi Henrikné, Tóth Lajos, Valcz Gyula, Varga Géza, Varga Péterné

70. születésnapját ünnepli

Ambrus Gábor, Böszörményi István, Fleischhacker Imréné, Gimesiné Németh Ágnes, Hegedűs Endre, Landy Kornélné, Nagy Zoltán, Pogácsás György, Szalainé Bánlaki Emilia, Szendrői Judit



Németh Lajos



Ádám Antal



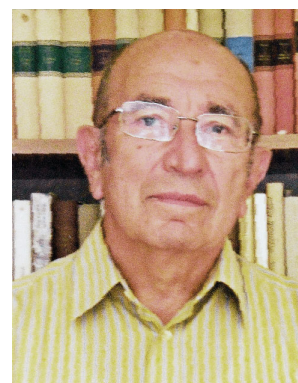
Czuczor Ernőné



Kánnár Tibor



Karas Gyula



Kovács Béla



Király Ernő



Márton Péter



Muravina Lilia



Papp Jenő



Szabóné Kilényi Éva



Szanyi Béla



Szederkényi Tibor



Balla Zoltán



Bucsi Szabó László



Nemesi László



Megyeri Mihály



Szeidovitz Gyözőné



Virágh Péter



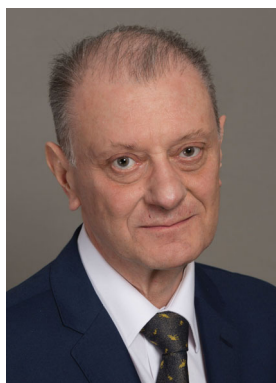
Gyulai Ákos



Hegyegi László



Kántor József



Kis Károly



Péterfai Béla



Tóth Lajos



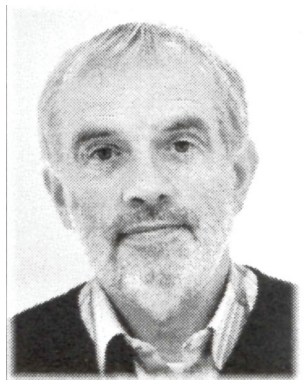
Varga Péterné



Varga Géza



Böszörményi István



Pogácsás György



Szendrői Judit

Az egbeli mérés emlékülése



PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

Venue: Culture House, Gbely, Slovakia

Date: 17th October, 2019

9.00-10.00 Registration

10.00–10.10 Opening

Gábor Zelei, president, Association of Hungarian Geophysicist

10.10-10.30 Dream of Eötvös — results of gravity and magnetic deep geological research
János Kiss; Zoltán Szabó, Mining and Geological Survey of Hungary

10.30-10.50 The History of the Hydrocarbon Exploration in the Slovak part of the Vienna Basin

Branislav Šály, Head of exploration, Nafta a.s.

10.50-11.10 Vintage and modern gravity data in HC exploration.

Bryan K. Sralla, Managing Director, Central and Eastern European Region, Vermilion Energy

11.10-11.30 Surface expressions of deep structures of the Carpathian Bend Zone, Romania.
Victor Mocanu, Professor of Geophysics and Dean of Geology & Geophysics, University of Bucharest

11.30-11.50 Gravity potential as a result of series expansion-based inversion of Eötvös pendulum data

Armand Abordán, University of Miskolc; Mihály Dobróka, University of Miskolc; Lajos Völgyesi, Budapest University of Technology and Economics

11.50–12.10 Revision of Bouguer gravity anomalies of Slovak Republic and interpretation of their enhanced higher derivatives

Pašteka, R.; Zahorec, P.; Szalaiová, V.; Mikuška, J.; Marušiak, I.; Papčo, J.; Kušnirák, D.; Bielík, M.; Krajňák, M.; Pánisová, J. (Comenius University; Slovak Academy of Sciences; Slovak Technical University, G-trend Ltd., Bratislava)

12.10–13.10 Break (drink and canapés)



100th anniversary of Roland Eötvös
(1848-1919), physicist, geophysicist,
and innovator of higher education
Commemorated in association with UNESCO



PROGRAM
FINANCED FROM
THE NRDI FUND

13.10–13.30 Study of the Lithosphere in the Carpathian-Pannonian Region: based on integrated interpretation of gravity field

Bielik, M.; Zeyen, H.; Alasonati Tašárová, Z.; Goetze, H.J.; Lillie, J.R.; Starostenko, V.; Makarenko, I.; Legosteva, O.; Horváth, F.; Pašteka, R.; Dérerová, J.; Pánisová, J.; Grinč, M.; Šimonová, B.; Balász, A.; Zalai, Z., Harangi, S. (Comenius University; Slovak Academy of Sciences, Bratislava)

13.30–13.50 Significance and applicability of vertical gradients of gravity in 3D and 4D microgravimetry

Vajda, P.; Zahorec, P.; Papčo, J.; Mikuška, J.; Marušiak, I.; Bilčík, D.; Pašteka, R.; Carbone, D.; Greco, F.; Cantarero, M. (Slovak Academy of Sciences; Slovak Technical University; G-trend Ltd.; Comenius University, Bratislava; INGV, Catania)

13:50-14:10 Experiences of the repeated Eötvös experiment

Völgyesi Lajos (BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék); Szondy György (független kutató); Tóth Gyula (BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék); Péter Gábor (BME Irányítástechnika és Informatika Tanszék); Kiss Bálint (BME Irányítástechnika és Informatika Tanszék); Barnaföldi Gergely (MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont); Deák László (MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont); Égető Csaba (BME Általános és Felsőgeodézia Tanszék); Fenyvesi Edit (MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont); Gróf Gyula (BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék); Somlai László (MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont); Ván Péter (MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont; BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék)

14:10-14:50 In the footsteps of Loránd Eötvös 3D photography
Zsolt László Márkus, Institute for Computer Science and Control, MTA

14.50–15.10 2019: The Roland Eötvös Commemorative Year
László Szarka, member of the MTA, president, Eötvös 100 Coordination Committee

15:10-15.20 Closing
Jozef Levoča, E&P Division director, Nafta a.s.



Nyírségi szubvulkáni zónák szeizmikus reflexiós modellezése

BRAUN B. Á.^{1,2,@}, FANCSIK T.^{2,3}, SEBE I.⁴

¹Fugro Austria GmbH, 8600 Bruck an der Mur, Einödstraße 13.

²Geofizikai Intézeti Tanszék, Miskolci Egyetem, 3515 Miskolc-Egyetemváros, A/2 ép.

³Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, 1145 Budapest, Columbus u. 17–23.

⁴MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt., 1117 Budapest, Október huszonharmadika u. 18.

@E-mail: braunbence000@gmail.com

Köztudott, hogy a szeizmikus mérés a szénhidrogénipari kutatás szerves részét képezi; legfőbb feladata a felszín alatti földtani szerkezetek minél részletesebb leképezése. A cikkben a nyírségi és szatmár-beregi koncessziós területeket mutatjuk be, ahol a geológiai formációk kőzettani jellege és térbeli helyzete miatt a korábbi reflexiós mérések eredménytelennek bizonyultak. Mindez egy vastag, eltemetett, miocén vulkanit rétegsornak köszönhető, mely erős reflexiós gátat képez a hullámterjedésben és így a preneogén aljzat feltérképezésében. A tanulmány elsődleges célja a terület mélyföldtani viszonyainak összefoglalása és bemutatása, majd a rendelkezésre álló adatok tükrében többréteges geológiai-geofizikai modellek felépítése és a modellek szeizmikus leképezhetőségeinek vizsgálata. A numerikus számításokkal és szoftveres modellezéssel a réteghatárok reflexiós együtthatói meghatározhatók, és az eredmények alapján új méréstervezési stratégia javasolható.

Braun, B. Á., Fancsik, T., Sebe, I.: Seismic reflection modeling of subvolcanic zones in the Nyírség

It is known that seismic surveying has a vital part in hydrocarbon exploration; its main task is to provide as detailed images as possible about the subsurface geological structures. In this paper, the concession areas of Nyírség and Szatmár-Bereg counties are presented, where the previous reflection seismic measurements were unsuccessful because of the lithological character and location of the geological formations. All this is due to a thick subsurface Miocene igneous complex, which forms a strong barrier for wave propagation and causes uncertainties during the interpretation of the pre-Neogene basement. The primary purpose of the study is to sum and introduce the regional deep geology, to construct multi-layered geological-geophysical models based on the available dataset and to investigate the possibilities of their seismic imaging. In course of this procedure, numerical calculations and modeling software are utilized to determine the reflection coefficients at the layer-boundaries, the result of which allows to propose a new strategy for measurement design.

Beérkezett: 2019. május 23.; *elfogadva:* 2019. szeptember 2.

Bevezetés

A Nyírség területén az első hagyományos, PP-hullám alapú, kis offsetes reflexiós szeizmikus mérési program már az 1960-as években elkezdődött; majd ez később, a 2001–2002 és 2004-es években felújult. A geológiai értelmezés szempontjából – mely elsősorban a preneogén térrészre irányult – a mérések sikertelennek tekinthetők egy vastag, miocén korú, mélybeli vulkanitos-vulkanoklasztitos összlet okozta erős reflexiós gát miatt. Takács et al. (2016)

kísérletet tettek három, 2001–2002 között mért szeizmikus szelvény archív adatainak kísérleti újrafeldolgozására és értelmezésére egy újszerű, közös reflexiós felületeken (CRS) alapuló összegzési eljárás keretében, melyet elsősorban medencealjzaton belüli bonyolult geológiai szerkezetek, a korábbiaknál jobb minőségű leképezésére dolgoztak ki. Ennek eredményeként a vulkanit alatti térrész már jobban felbontható, de az eredeti szeizmikus mérési probléma továbbra sem megoldott. Az ELGI széles szögű mérései (NYI-7) és azok tomografikus feldolgozásai sem hoztak

áttörő eredményt az aljzat kutatásban, elsősorban az alacsony fedésszám miatt; bár az eredmények biztatónak tekinthetők (Hajnal et al. 2004). A reflexiós szeizmika jó minőségű és nagy felbontású szelvényeket csak a pannóniai üledékes rétegsorról és a vulkanit felszínéről tudott biztosítani. Magából a vulkanitos egység belsejéből származó reflexiók a szeizmikus felvételeken többnyire kaotikus jelleget öltenek, értelmezésük sokszor nehézkes vagy nem lehetséges. A vulkanit alatt egy reflexiókban szegényebb térrész figyelhető meg, a néhány reflexiótöredék viszont nem elegendő behatóbb geológiai értelmezéshez. E reflexiótöredékek feltehetőleg már a prekainozoos aljzati képződmények tetejét jelölik. A mérési probléma fizikai háttere abban keresendő, miszerint ha egy szabálytalan, unduláló vulkáni felszín nagy akusztikus impedanciával társul, igen könnyen képes a beeső hullám energiájának nagy részét visszaszórni és többszörös reflexiókat eredményezni. Mindez hatékonyan csökkenti a reflexiók koherenciáját. Az unduláló amplitúdók általában a szeizmikus hullámhossz tartományában vannak. Egy magas akusztikus impedanciakontraszttal jellemezhető horizont a sugárutakat könnyen el is térítheti. Ez a jelenség egy komplex geológiai környezetben a felvételeken akár árnyéknak megjelenségét is okozhatja. Fontos kiemelni, hogy egy tipikus kiömléses vulkanitos egység nemcsak egy sűrű, homogén, nagy impedanciájú rétegből, hanem szekvenciálisan változó, relatíve kis és nagy hullámterjedési sebességekkel jellemezhető kőzetekből áll. Ez a változatos, vékony rétegzett szerkezet az energia nagy részét könnyen elnyeli, míg spektrális szempontból felülvágó szűrőként működik a hullám számára.

Különböző szeizmikus mérési elrendezések jellemzői

Szubvulkáni területek kutatása mindig is problémát jelentett a szeizmika számára. Számos kutató foglalkozott a távoli offsettartományok előnyeinek gyakorlati kihasználásával, kiemelten az üledékes medencékbe közbetelepülő bazaltos réteg esetére vonatkozóan (Feröer-Shetland szigetek, Északi-tenger). Mivel a távoli offsettartomány többszörös reflexióktól mentes, bizonyos szerzők (Masoomzadeh et al. 2005, Fruehn et al. 2001, Fliedner és White 1999, 2001) nagy terítéses mérési elrendezést javasolnak, általában 10 és 20 km közötti maximális offsettávolsággal. A nagy offsetek alkalmazásának másik előnye, hogy a reflexióknak lokális maximuma van a kritikus távolságnál (Fliedner és White 1999, 2001). Wombell et al. (1999) szerint a nagy terítéses szeizmikus mérés a konvertált hullám energiájának nagy részét hatékonyan képes kiaknázni, illetve közepes és nagy offseteknél már kevésbé jelentkeznek a többszörösök zavaró hatása. Woodburn et al. (2011) és Ziolkowski et al. (2003) alacsony frekvenciájú hullámforrás (10 Hz vagy az alatti) és a τ -p tartományban történő spektrális fehérítés alkalmazását javasolják, mivel az alacsony frekvenciájú jel komponensei kevésbé érzékenyek

a csillapodásra. Hanssen et al. (2003) szerint a tisztán longitudinális hullám alkalmazása a legideálisabb a bazalt alatti térrészek kutatására.

Azonban a nagy terítéses mérés előnyei mellett fontos megemlíteni annak hátrányait is. Ugyanis ilyen mérési elrendezés esetén a hullámnak igen nagy távolságokat kell megtennie, így a gömbi divergencia és a kőzetek nem elasztikus tulajdonságai miatt a hullám abszorpciója – kiemelten a magasabb frekvenciás tartományban – (és így az energiavesztés) jelentős lehet. Habár a távoli offsettartomány többnyire mentes a többszörös reflexióktól és a felszíni hullám által generált zajtól, ettől függetlenül a felvételeken különböző zajok jelenhetnek meg, melyek többek között az első beérkezés vagy a lineáris ismétlődésű zajjal társult refrakcióra vezetnek. A hagyományos adatfeldolgozási gyakorlatban a távoli offseteket elnémitják, emiatt nem hagyományos jelfeldolgozásra van szükség, mely során stretchmentes stacket és magasabb rendű NMO-korrektíót kell alkalmazni (Masoomzadeh et al. 2005).

A terület mélyföldtani viszonyai

Az Alföld északkeleti részén megtalálható ÉK/DK-Nyírség és Szatmár-beregi síkság területe szénhidrogén-előfordulás szempontjából kevésbé ismeretes és megkutatott. A nyírségi és szatmár-beregi részmedencék földtani felépítésében a több ezer méter vastag neogén képződmények játsszák a döntő szerepet. Az eltemetett paleovulkáni sorozatok igen vastagok és kiterjedtek, így a szénhidrogénkutatás kockázatos; mindemellett eddig jelentősebb vagyont nem sikerült feltárni. A terület felszín alatti térszékeinek litosztratigráfiai jellemzői és egymáshoz való térbeli helyzetük csak néhány kutatófúrás által ismeretes. A mélyfúrások, többek között pleisztocén, folyóvízi fáciesű homok-, kavicsos homok-, agyagüledékeket átlagosan 100–200 méter vastagságban; pannon korú, folyóvízi és tavi fáciesű, gyengén vagy közepesen kompaktált, porózus, sziliciklasztos (konglomerátum, homokkő, iszap és agyagkő) rétegeket változó vastagságban és miocén korú üledékes, illetve paleovulkáni kiömlésből és törmelék-szórásból eredő kőzeteket szintén változó vastagságban tártak fel. A területen ennél idősebb formációkat 7 fúrás harántolt (Cserkész-Nagy 2018), míg szénhidrogén-indikációt 4 fúrás mutatott (Wórum et al. 2010a,b).

A Kisvárda-1 (1180 m), Tisztaberek-1 (1500 m), Nyíracská-1 (1700 m), Gacsály-1 (1850 m), Csenger-1 (2150 m) és Nyíregyháza-1 (2579 m) fúrások a szarmata és báden emeletek kemény, jól összeállt, riolitos, dácitos, andezites és tufás-tufitos, ignimbrites rétegeiben fejeződtek be. Ennek alapján belátható, hogy intermedier-savanyú, kiömléses jellegű, többfázisú, platós és sztratovulkáni tevékenység volt az uralkodó ebben az időszakban. A vulkanitok DNy-ről ÉK-felé fiatalodnak. A vulkáni aktivitást mindig egy 2–3 millió éves nyugalmi időszak követte (Kiss 2014), mely időszakokban vékony, finomszemcsés pélites és karbonátos sekélytengeri üledékképződés zajlott. Ennek pél-

dája, hogy a vulkaniton belül a Komoró-1 fúrás a Bádeni Agyagot, Szilágyi Agyagmárgát, a Gelénes-1 a Kozárdi Formációt, a Nagyecsed-1 és Csenger-1 pedig az Ebesi és Abonyi Formációt tárta fel (Cserkész-Nagy 2018)¹). A vulkáni centrumok számát 10 és 1000 közé becsülik (Székyné, Kozák 1984). A vulkáni folyamat és a pannon korú üledékes képződmények, illetve az alsó és felső pannon összletek között az átmenet folyamatosnak tekinthető (Bodrogi et al. 2002). A kiemelt magaslatokon az alsó pannon képződmények hiánya előfordulhat. A pannon során a Tokaji-hegységben és a Nyírség területén adácitos vulkáni tevékenység lokálisan felújult (Cserkész-Nagy 2018), melyet a Nyíracád-1 fúrás ~50–100 méteres, megnövekedett P- hullámsebességű szakaszai jelölnek.

A Baktalórántháza-1 (4000 m) fúrás mára kárpáti korú, nyílt vízi fáciesű, homok-aleurit-agyag-márga összetételű Garábi Slírben állt meg (Szentgyörgyi et al. 2011). A Gelénes-1 (2003 m) és Nyírmártonfalva-1 (2184 m) fúrások fossziliuszegény eocén-oligocén homokkővet és agyagmárgát, a Nyírlugos-1 (1899 m) eocén-oligocén konglomerátumot²) tárt fel. Ezek a kőzetek flis kőzetek, melyek a Szolnok-Máramaros flis zónához (Nádudvari Komplexum) tartoznak, annak peremi részén elhelyezkedve. A komplexum környezetétől tektonikusan elhatárolódik, nem alkot egységes tömböt (Wórum et al. 2010b, Szentgyörgyi et al. 2011). A flis képződése kvázifolytonosnak tekinthető. Ennek ellenére azonban érdemes négy fő képződési szakaszt kiemelni, melyek a felső krétában, a paleocén-eocén határon, a középső és felső eocénben, illetve a felső oligocénben voltak (Nagymarosy et al. 2008).

A Nyírábrány-1 (3500 m) fúrás feltehetőleg mezozoikumai korú (kréta?) és diabáz összetételű, gyengén metamorf kőzetben, míg a Nagyecsed-1 (4001 m) kréta korú, szubmarin jellegű dioritban állt meg (Székyné, Kozák 1984, Császár 1998). A Komoró-1 (3440 m) fúrás már epimetamorf triász és karbon formációkat is harántolt, melyek többek között középső triász szürke, repedezett dolomitos mészkő és felső karbon sötétszürke, karbonátos-szilikátos agyagpala (Székyné, Kozák 1984, Bodrogi et al. 2002).

A mélyfúrások által feltárt rétegsorokat az 1. táblázat foglalja össze, mely táblázatból készült litosztratigráfiai kerítésdiagramot az 1. ábra mutatja be. A feltárt kőzetek és a regionális geológia alapján feltételezhető, hogy a karbon és triász korú formációk egy kiemelt topográfijú területen helyezkedtek el, a triász és miocén közötti rétegsor feltehetőleg lepusz-

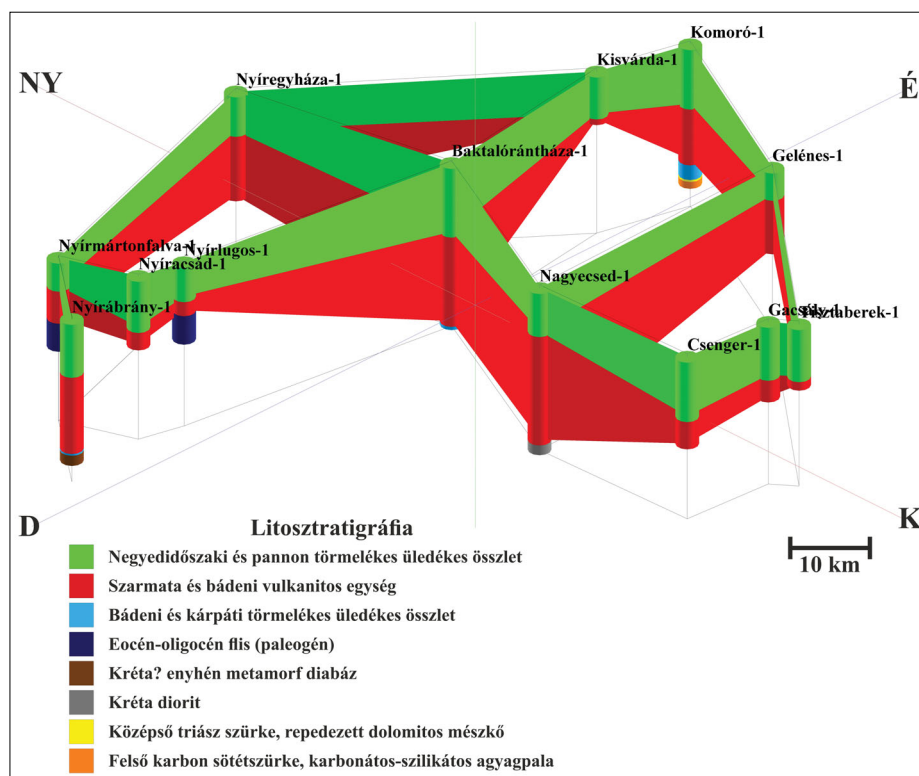
1. táblázat | A mélyfúrások által feltárt rétegsorok

Table 1 | Geological formations revealed by drillings

Fúrás neve	Negyedidőszaki üledékek (m)	Pannon üledékes összlet (m)	Miocén vulkánit összlet (m)	Bádeni/kárpáti üledékes összlet (m)	Paleogén flis (m)	Kréta diorit/diabáz (m)	Középső triász mészkő (m)	Felső karbon agyagpala (m)	Mélyfúrási geofizika vagy VSP
Komoró-1	0–190	190–1474	1474–2859	2859–3222	–	–	3222–3270	3270–3440	DEN, DTC
Baktalórántháza-1	0–1705	–	1705–3920	3920–4000	–	–	–	–	DTC, VSP
Nyírmártonfalva-1	0–694	–	694–1490	–	1490–2184	–	–	–	Nincs
Nyírlugos-1*	0–846	–	846–1194	–	1194–1899	–	–	–	VSP
Gelénes-1	0–105	105–676	676–2002	–	2002–2003	–	–	–	Nincs
Nyírábrány-1*	0–221	221–1315	1315–3205	3205–3248	–	3248–3500	–	–	Nincs
Nagyecsed-1*	0–230	230–1070	1070–3760	–	–	3760–4001	–	–	Nincs
Gacsály-1	0–1313	–	1313–1850	–	–	–	–	–	DTC
Csenger-1	0–330	330–1475	1475–2150	–	–	–	–	–	DTC
Nyíracád-1	0–1269	–	1269–1700	–	–	–	–	–	DTC
Nyíregyháza-1	0–130	130–980	980–2579	–	–	–	–	–	VSP
Kisvárdai-1	0–1040	–	1040–1180	–	–	–	–	–	Nincs
Tisztaberek-1*	0–1291	–	1291–1500	–	–	–	–	–	Nincs

* = Szénhidrogén-indikációt mutatott fúrások.

DEN: γ - γ sűrűségsonda, DTC: akusztikus sonda, VSP: vertikális szeizmikus szelvényezés



1. ábra | Lithostratigraphiai kerítésdiagram (5× túlmagyasítás)

Figure 1 | Lithostratigraphy fence diagram (5× vertical exaggeration)

tult (Bodrogi et al. 2002). Bodoky et al. (1977) szerint a komplex geofizikai mérések azt bizonyítják, hogy több mint 3000 méter mélységű aljzati mélyedések, magaslatok-árkok-süllyedékek tagolják a területet, azonban a medence aljzatának felépítése továbbra is csak igen kevésbé ismert. A mélyfúrások által ismert pannóniai réteg talpmélysége, illetve gravitációs és mágneses mérések szerint három nagyobb mélymedence feltételezhető a területen, melyek többek között a Baktalórántháza környéki Belső-nyírségi medence, a Csenger–Gacsály–Tiszaberek környéki Csengeri medencerész és a Mátészalkai mélymedence (Völgyi 1984).

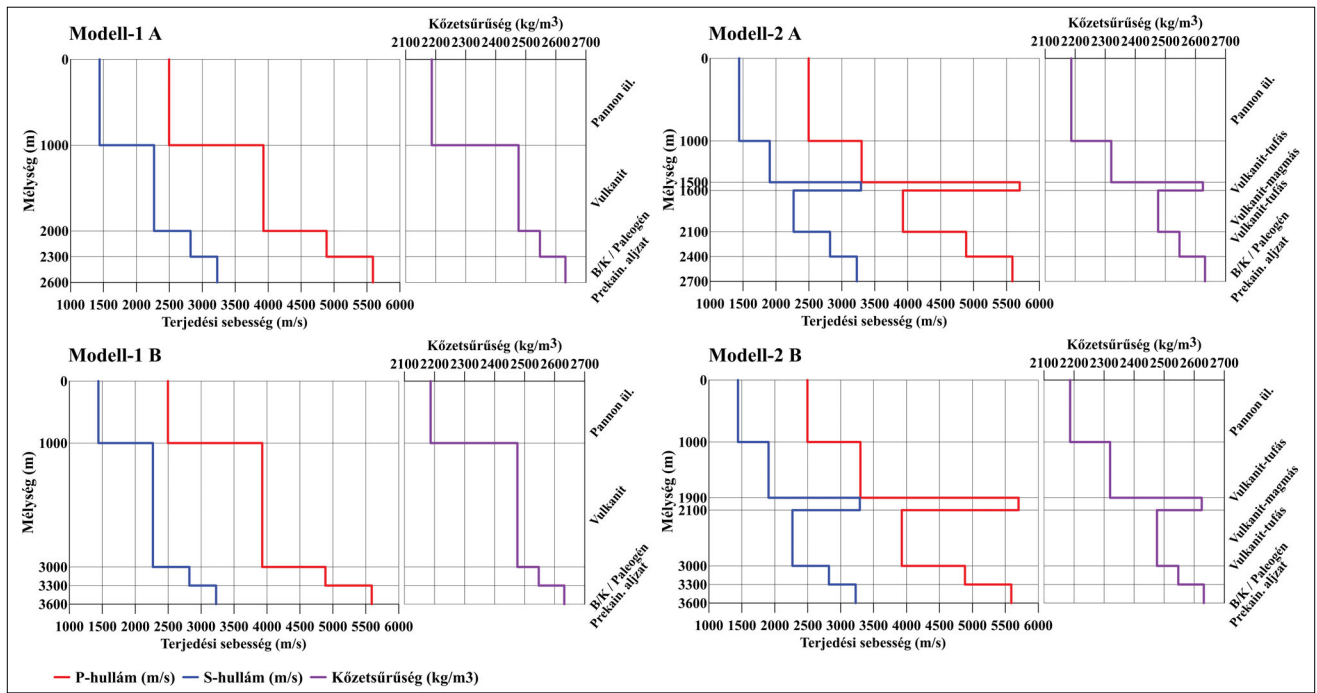
Pereszlenyi et al. (1999) munkásságát alapul véve feltételezhető, hogy a Kassai-medence szoros geológiai rokonságot mutat a nyírségi területtel. Mindezt néhány sikeres szénhidrogén-kutató fúrás által feltárt rétegsor támasztja alá, melyek többek között paleozoikumi amfibolitot és agyagpalát, werfeni palát és homokkövet, középső triász dolomitot és dolomitos mészkövet, eocén-oligocén agyagkövet és homokkövet, miocén vulkanitot és neogén üledékeket tártak fel.

Földtani-geofizikai modellek

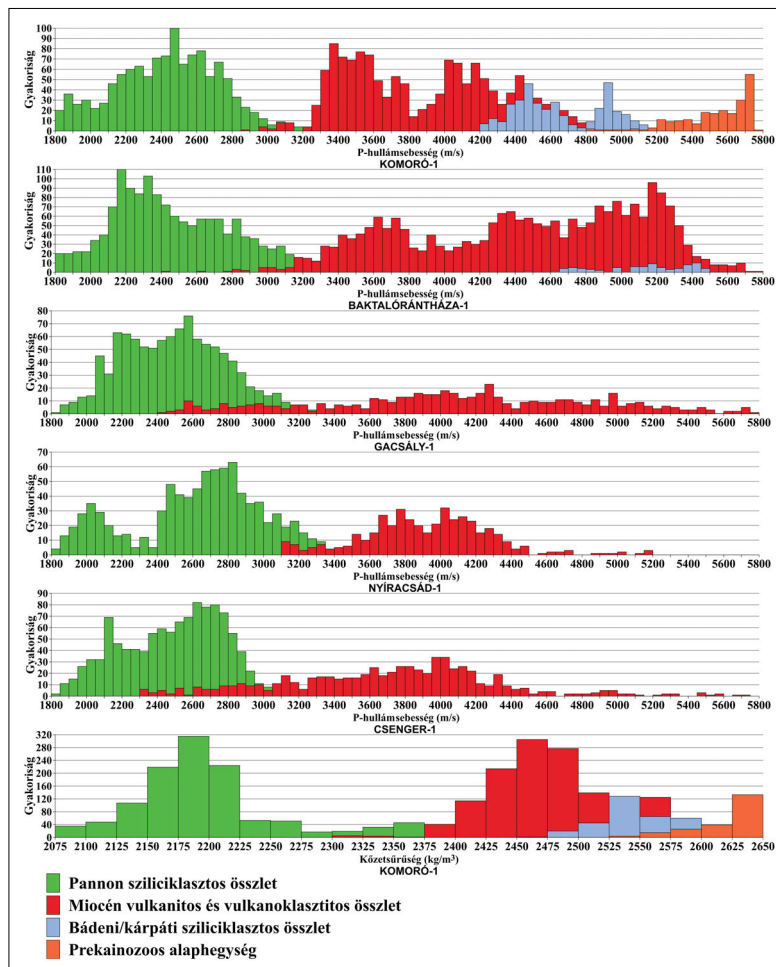
A szeizmikus előremodellezés során – melynek célja a szubvulkáni térrész reflexiók leképezhetőségeinek vizsgálata – az 1. ábra alapján mélyfúrás geofizikai, iszapszelvény és szakirodalmi adatok segítségével többfajta földta-

ni modell felállítására került sor. A Modell-1 családhoz tartozó esetekben 4 réteges földtani modelleket alkalmaztunk, melyek egy folyamatosan növekvő sebességteret reprodukálnak. A Modell-2 családhoz tartozó esetekben már 6 réteges földtani modelleket hoztunk létre, mivel a korábbi második réteget bontottuk egy nagy sebességgel és sűrűséggel jellemezhető magmás kőzet közbetelepülésével. Mindkét modellcsalád közös jellemzője, hogy az első rétegük a pannon korú, törmelékes üledékes összlet, az utolsó előtti a bádeni/kárpáti üledékes vagy éppen paleogén flis, míg az utolsó pedig a prekainozoikumi aljzat. E rétegek sebessége, sűrűsége és vastagsága minden esetben változatlan maradt. A felvett rétegpármetereket a 2. ábra mutatja be. A vulkanitos egység esetében feltételeztünk egy relatíve vékonyabb (A) és egy vastagabb (B) települést is. Az adott rétegekhez tartozó P-hullámsebességek (v_p) és közetsűrűségek (ρ) megadása a rendelkezésre álló mélyfúrás geofizikai adatsor(ok) gyakorisági hisztogramjainak (3. ábra) szubjektív kiértékelésével történt. A vulkanit kivételével minden réteghez az adott összlet mediánját vettük figyelembe, míg a vulkanit esetében pedig a mediánt és a maximum és minimum környéki önkényesen választott szélsőértékeket. A későbbi számításokhoz szükséges S-hullámsebességek (v_s) direkt mérések hiányában becsült értékek, melyek a gyakorlatban elfogadott $v_p/v_s = \sqrt{3} = 1,732$ arányból származnak.

Bodrogi et al. (2002) tanulmányában felveti, hogy a Nyírség szubvulkáni zónájában éles reflexiók nem várhatóak, mivel a vulkanikus zóna sebessége feltehetőleg közel



2. ábra A Modell-1 és Modell-2 rétegparaméterei (A: vékonyabb, B: vastagabb vulkáni képződmény)
 Figure 2 Step-plots of Model-1 and Model-2 (A: thinner, B: thicker volcanic unit)



3. ábra P-hullámsebesség és közetsűrűség gyakorisági hisztogramjai
 Figure 3 Histograms of P-wave velocity and bulk density

áll mind a bádeni/kárpáti vagy flis kőzetek, mind a prekainozoos alaphegység sebességéhez. Emellett a pannon és a vulkanit nagyfokú abszorpciós jellege és a vulkanit pannonhoz képesti nagy akusztikus impedanciakontrasztja miatt is jelentősen gyengülhet a mélyebbről származó reflexiók amplitúdója.

Reflexiók együtthatók számítása Zoeppritz-egyenlettel

A rugalmas hullámok terjedése szempontjából a szeizmikus határfelületeket az akusztikus impedanciaváltozások határozzák meg. Ezeket az impedanciaváltozásokat a közeg sűrűségének és hullámterjedési sebességének szorzata adja meg. Ha egy adott forrás által gerjesztett P-hullám nem merőlegesen, hanem valamilyen szögben ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$) ér-

kezik a határfelületre, úgy reflektált és transzmittált P- és S-hullámok gerjesztődnek, melyek amplitúdóviszonyait a Zoeppritz-egyenlet írja le.

1919-ben Karl B. Zoeppritz vezette le elsőként a beeső P- vagy S-hullám hatására létrejövő longitudinális és transzverzális hullámok visszaverődésének és megtörésének eddig ismert legkomplexebb megoldását. A kiinduló helyzetet egy A_0 egységnyi amplitúdóval jellemezhető, síkhullám két, homogén és izotróp közeg határára való beesése jelentette. A Zoeppritz-egyenletek ((1) a beeső P-hullámra és (2) a beeső S-hullámra) megadják a hullámterjedés irányában létrejövő reflektált és transzmittált P- és S-hullámok amplitúdóját, ahol a reflexiók és transzmissziós együtthatók beesési szög-, sűrűség-, illetve P- és S-hullámsebesség-függők, viszont frekvenciafüggetlenek. Az egyenletrendszer nem foglalkozik a hullám abszorpciójával:

$$\begin{bmatrix} \sin i_1 & \cos j_1 & -\sin i_2 & \cos j_2 \\ \sin 2i_1 & \frac{v_{p1}}{v_{s1}} \cos 2j_1 & \frac{\rho_2 v_{s2}^2 v_{p1}}{\rho_1 v_{s1}^2 v_{p2}} \sin 2i_2 & -\frac{\rho_2 v_{s2} v_{p1}}{\rho_1 v_{s1}^2} \cos 2j_2 \\ -\cos i_1 & \sin j_1 & -\cos i_2 & -\sin j_2 \\ \cos 2j_1 & -\frac{v_{s1}}{v_{p1}} \sin 2j_1 & -\frac{\rho_2 v_{p2}}{\rho_1 v_{p1}} \cos 2j_1 & -\frac{\rho_2 v_{s2}}{\rho_1 v_{p1}} \sin 2j_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} R_{PP} \\ T_{PP} \\ R_{PS} \\ T_{PS} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin i_1 \\ \sin 2i_1 \\ -\cos i_1 \\ -\cos 2j_1 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} \sin i_1 & \cos j_1 & -\sin i_2 & \cos j_2 \\ \sin 2i_1 & \frac{v_{p1}}{v_{s1}} \cos 2j_1 & \frac{\rho_2 v_{s2}^2 v_{p1}}{\rho_1 v_{s1}^2 v_{p2}} \sin 2i_2 & -\frac{\rho_2 v_{s2} v_{p1}}{\rho_1 v_{s1}^2} \cos 2j_2 \\ -\cos i_1 & \sin j_1 & -\cos i_2 & -\sin j_2 \\ \cos 2j_1 & -\frac{v_{s1}}{v_{p1}} \sin 2j_1 & -\frac{\rho_2 v_{p2}}{\rho_1 v_{p1}} \cos 2j_1 & -\frac{\rho_2 v_{s2}}{\rho_1 v_{p1}} \sin 2j_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} R_{SP} \\ T_{SP} \\ R_{SS} \\ T_{SS} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos j_1 \\ -\frac{v_{p1}}{v_{s1}} \cos 2j_1 \\ -\sin j_1 \\ -\frac{v_{s1}}{v_{p1}} \sin 2j_1 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

ahol R_{PP} , R_{PS} , T_{PP} , T_{PS} , R_{SS} , R_{SP} , T_{SS} és T_{SP} a reflektált P, reflektált S, transzmittált P és transzmittált S-hullámamplitúdó-együtthatók. Az i a P-hullám reflexiók vagy transzmissziós szögére, a j az S-hullám reflexiók vagy transzmissziós szögére vonatkozik indextől függően. Az '1' index a felső réteghez, a '2' index az alsó réteghez tartozik. A v_p a P-hullámsebesség, v_s az S-hullámsebesség, ρ a sűrűség.

A vizsgálatok során számításra kerültek mind a tisztán $P_{le}P_{fel}$, $S_{le}S_{fel}$ hullámok, mind pedig a konvertált hullámok reflexiók és transzmissziós együtthatói, választ keresve a különböző horizontok különböző hullámtípusokkal való leképezhetőségének kérdésére. A 2. ábra alapján számított eredményeket a 4. ábra mutatja be reflektor szerinti bontásban, melyből az alábbi következtetések vonhatók le:

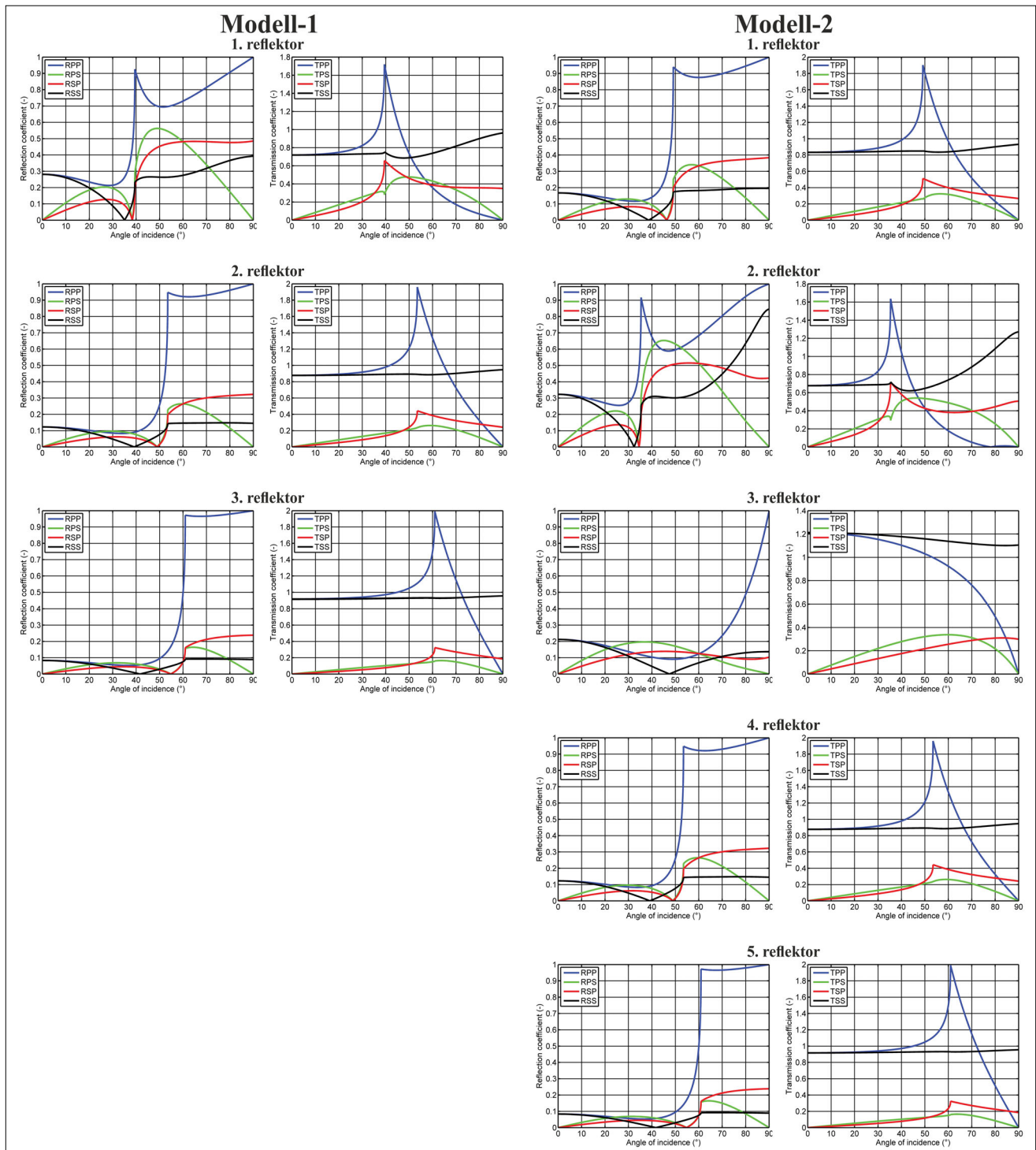
- A PP-hullámamplitúdók zéro offsetnél a legnagyobbak, onnantól kezdve folytonosan csökkennek, majd a kritikus szög előtt pár fokkal újra felerősödnek. A konvertált hullámok amplitúdói először növekednek, kb. 20°-os beesési szögtől kezdve pedig megegyező vagy közel hasonló reflexiók együtthatókkal bírnak, mint a kompresz-

ziós hullám egészen 37–40°-ig. Kiemelten igaz ez nagy sebességű magmás kőzet fekvőnek leképezésekor (Modell-2, 3. reflektor). A kritikus szögig az SP típusú konvertált hullámok reflexiók együtthatói mindig kisebbek, mint a PS-hullámok együtthatói.

- Az üledékes réteg – alaphegység kontaktus esetén fennáll annak a lehetősége is, hogy a rétegek alacsony impedanciakontrasztja miatt markáns aljzati reflexiókra nem számíthatunk (hasonlóan akár magmás kőzet közvetlen aljzatra való településekor).

Mindemellett a vizsgálatok során számos további kérdést is meg kell válaszolni:

- A nagy beesési szöggel rendelkező PP- vagy PS-hullámok alkalmazása képes-e megfelelően erős reflexiókat biztosítani a vulkanit alatti térrészről, vagy az abszorpciós veszteségek miatt elvesztik ezen előnyüket a nagyterítéses mérések?
- A pannon üledékek és a vulkanit, illetve a vulkaniton belüli nagy sebességű magmás egység magas akusztikus



4. ábra | A Modell-1 és Modell-2 reflexiók (1. és 3. oszlop) és transzmissziós (2. és 4. oszlop) együtthatói különböző réteghatárokon (PP: kék, PS: zöld, SP: piros, SS: fekete)

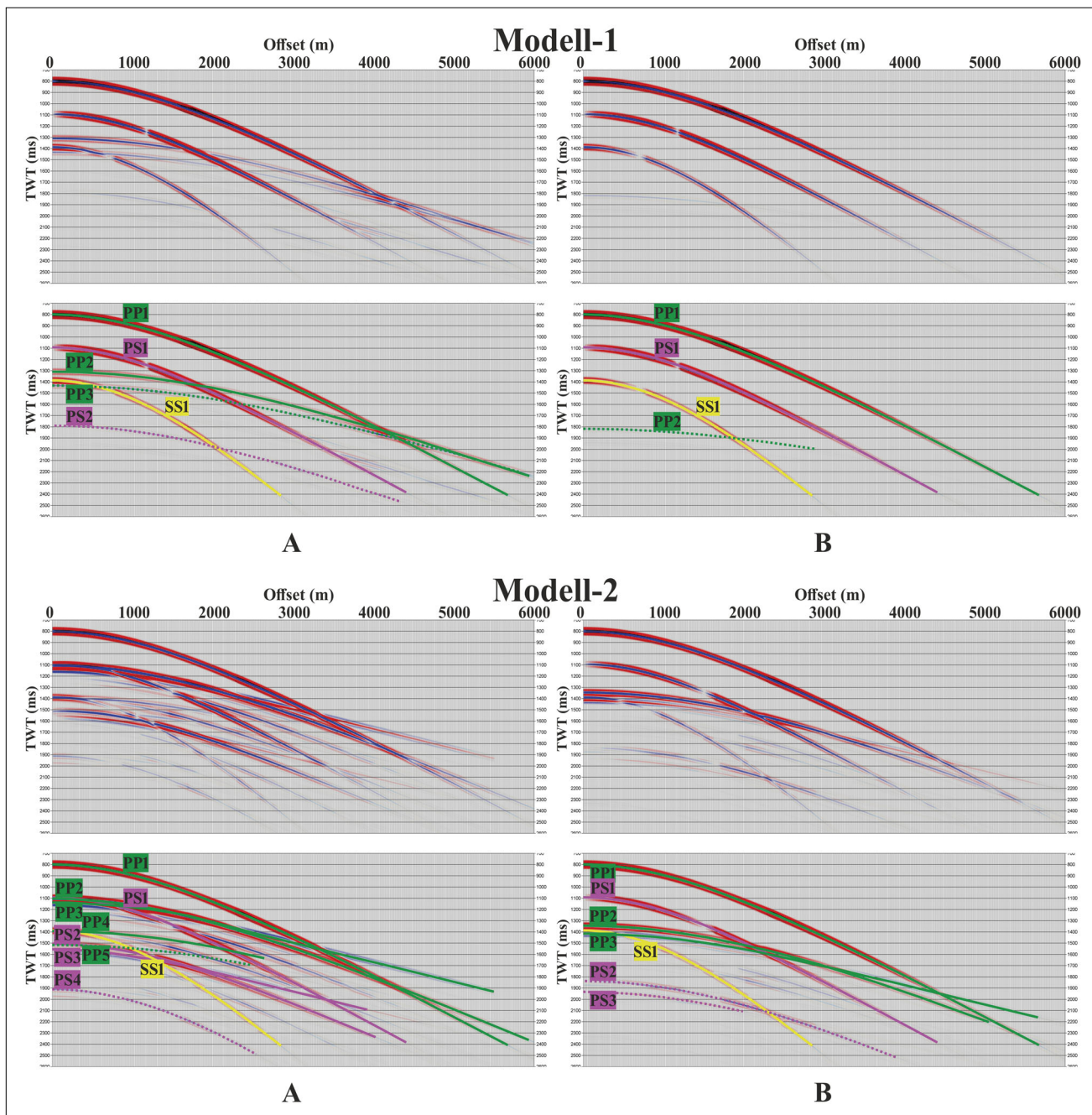
Figure 4 | Reflection (columns 1 and 3) and transmission (columns 2 and 4) coefficients of Model-1 and Model-2 on different layer boundaries (PP: blue, PS: green, SP: red, SS: black)

impedanciakülönbsége mennyire meghatározó a beeső hullám energiavesztésében?

- Végző soron a reflexiók szeizmika alkalmas-e az aljzati képződmények kutatására, és ha igen, úgy mik lesznek a méréstervezés főbb paraméterei (forráskeltés, offset, érzékelő, hullámtípus stb.)?

Szintetikus szeizmogramok vizsgálata

A „Földtani-geofizikai modellek” c. fejezetben definiált rétegpárparaméterekből sugárútkövetés alapú szintetikus szeizmogramokat hoztunk létre modellezőszoftver segítségével (5. ábra), melynek főbb jellemzői a következők:



5. ábra A Modell-1 és Modell-2 eredeti és értelmezett szintetikus szeizmogramjai amplitúdókorrekció nélkül (XY1 = X: lemenő hullám, Y: feljövő hullám, 1: reflektáló horizont). Modell-1: 4 réteges földtani modell, Modell-2: 6 réteges földtani modell; A: vékonyabb, B: vastagabb vulkáni képződmény

Figure 5 Original and interpreted synthetic seismograms of Model-1 and Model-2 without amplitude manipulation (XY1 = X: down-going wave, Y: upcoming wave, 1: reflecting horizon). Model-1: 4-layered geo-model, Model-2: 6-layered geo-model; A: thinner, B: thicker volcanic unit

- horizontálisan rétegzett, ill. rétegenként homogén és izotrópmodellek,
- 10 méteres geofonköz 6000 méter maximális offsettel,
- 2 ms mintavételi köz; Ricker-wavelet 20 Hz-es domináns frekvenciával,
- AGC, NMO, refrakció, szűrés és többszörös nélküli zajmentes szelvények,
- reflexiók és transzmissziós, ill. abszorpciós veszteségek jelen vannak.

A 2. táblázatban összefoglaltuk a szeizmogramok kiértékelésének eredményeit, amiből jól látható, hogy a legelső, prekainozoos aljzattetőről származó reflexiók minden esetben rendkívül gyenge amplitúdóval jellemezhetők. Szubjektív megítélés alapján a Modell-2/B közelíti leginkább a valós földtani-geofizikai helyzetet, bár feltételezhetjük, hogy a valóságban még kedvezőtlenebb a helyzet (például a vulkaniton belüli többszintes magmás kőzet megjelenése).

2. táblázat | Horizontok reflektivitásának összefoglaló táblázata szeizmogramok alapján
(R: reflektív felület, NR: nem reflektív felület)
Table 2 | Summary table about the reflectivity of interfaces based on synthetic seismograms
(R: reflective surface, NR: non-reflective surface)

	Modell-1/A			Modell-1/B		
	$P_{le}P_{fel}$	$P_{le}S_{fel}$	$S_{le}S_{fel}$	$P_{le}P_{fel}$	$P_{le}S_{fel}$	$S_{le}S_{fel}$
1. reflektor	R	R	R	R	R	R
2. reflektor	R	NR	NR	NR	NR	NR
3. reflektor	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	Modell-2/A			Modell-2/B		
	$P_{le}P_{fel}$	$P_{le}S_{fel}$	$S_{le}S_{fel}$	$P_{le}P_{fel}$	$P_{le}S_{fel}$	$S_{le}S_{fel}$
1. reflektor	R	R	R	R	R	R
2. reflektor	R	R	NR	R	R	NR
3. reflektor	R	R	NR	R	NR	NR
4. reflektor	R	NR	NR	NR	NR	NR
5. reflektor	NR	NR	NR	NR	NR	NR

Ahogy a 2. táblázat is mutatja, a különböző hullám-típusok közül a tisztán longitudinális hullámnak van a legjobb esélye leképezni a legtöbb reflektort egy adott modellre vonatkozóan, elsősorban kis és közepes beesési szögnél. A konvertált hullámok amplitúdói meglehetősen gyengék, illetve PP-reflexiókkal akár fedettek is lehetnek, ami az előbbi részben a transzverzális hullám intenzív csillapodásának és a konvertált hullámok kisebb reflexiós együtthatójának köszönhető. Az előbbi jelenség még abban az esetben is érvényes, ha a felszíni jelgerjesztés során kb. 3,7-szer több energia fordítódik S-hullám gerjesztésre, mint P-hullám gerjesztésére (Miller, Pursey 1955). Az „NR” jelölés a nem vagy csak az igen gyengén reflektív felületet jelöli, mely semmilyen offset mellett nem leképezhető (átlagosan kb. 1/100-nyi amplitúdó nagyságrend a pannon fekihöz képest). Jól látható, hogy a vulkanit teteje egy intenzív reflexiós felület. A mélyebben elhelyezkedő réteghatárok esetén viszont a hullám abszorpciója és a visszaszórás jelensége együttesen domináns, utóbbi köszönhetően a pannon vulkanit és a magmás betelepülés nagy impedanciakontrasztjának. A nagy sebességű geológiai elem többszöri megjelenése és a zaj feltehetőleg tovább rontja a végeredményt, evvel is csökkentve az aljzati amplitúdóerősségeket.

Összefoglalás és konklúzió

A tanulmányban összefoglaltuk a nyírségi területek általános mélyföldtani ismeretanyagát mind szakirodalmi, mind mélyfúrás vonatkozásban, mely alapján egyszerűsített, többréteges közetvázmodelleket hoztunk létre. Fúrólukgeofizikai mérések kiértékelésével az adott rétegekhez különböző hullámterjedési sebességeket és közetsűrűségeket rendeltünk. A kutatás a réteghatárok reflexiós együtthatóinak vizsgálatára, illetve magának a vulkanitos

egységnek a hullámterjedésre gyakorolt hatására terjedtek ki. Ahogy azt korábban is feltételeztük, markáns aljzati reflexiókra nem lehet számítani a területen a magas akusztikus impedanciakülönbségek és a pannon üledékek, ill. tufás vulkanit energiaelnyelésének köszönhetően. A tanulmány bemutatta, hogy a reflexiós eredmények a PP-hullám esetén a legjobbak, a többi hullámtípus alkalmazása nem életképes. A zaj és további nagy sebességű rétegek tovább rontják a szeizmikus összképet. A nagyobb mélységből visszavert konvertált hullámbeérkezéseket a PP-reflexiók elfedhetik.

Az eredmények alapján a Nyírség aljzatának és a pre-neogén képződmények további szeizmikus kutatása kérdéses. Még bizonyos mérési kivitelezésekkel, mint a 4,5 Hz-es, 3 komponenses, 128 dB-es MEMS-geofonok, a 4 vibrátor alkalmazása alacsony (1–2 Hz-es) kezdő swepel egy nagy offsetes 3D-s mérés esetében sem biztosítottak számottevő vagy regisztrálható aljzati reflexiók. A vibrátoros jelgerjesztés helyett egy nagy energiájú robbantásos forráskeltés sokkal jobb eredményeket hozna, mivel a robbantásos forráskeltéshez képest a vibroseis nem képes elegendően nagy energiaközlésre alacsony frekvenciás tartományban, azonban ennek a rezgéseltetésnek a kivitelezése könnyen környezetvédelmi és hatósági engedélyeztetési akadályokba ütközhet. A fenti nehézségek mellett természetesen terepi teszteken (legalább egy 2D-s mérés keretében, 15–20 km-es offsettel) kellene kipróbálni a mérési javaslatot. A 3D-s elrendezést az aljzat szerkezeti bontottsága és a felette elhelyezkedő vulkanit vastagsága és formája indokolja. A nagy terítéses mérési elrendezést az ELGI részéről történt korábbi széles szögű mérés biztató eredményei indokolják (viszont már nagyobb fedésszámmal). Az S-hullámok regisztrálása hiánypótló adatokat jelentene. A 128 dB-es dinamikatarományal rendelkező geofonok lehet, hogy képesek lennének már valamilyen gyenge aljzati reflexiókat rögzíteni. Mindemellett az alább

felsorolt mérési paraméterek igen költségesek, illetve maga a szénhidrogén-kutatás pedig meglehetősen kockázatos egy ilyen paleovulkáni területen. A szeizmikus mérés tervezése során érdemes figyelembe venni a nagy felbontású gravitációs, mágneses és magnetotellurikus adatokat is, mivel a legújabb kutatások alapján e mérések jó kiegészítő módszerek tekinthetők a komplex geológiai értelmezés számára.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet szeretnének mondani a MOL Nyrt.-nek az adatok kiadásában nyújtott szíves együttműködésért.

A tanulmány szerzői

Braun Bence Ádám, Fancsik Tamás, Sebe István

Jegyzetek

- ¹⁾ Az egyszerűsített földtani modell végett e vékony és lokális megjelenésű üledékes rétegek jelenlétével a későbbiekben nem foglalkoztunk.
- ²⁾ A legutóbbi értelmezés szerint a konglomerátum kárpáti(?) korú slír képződmény, mely a Kiskunhalasi Formációba sorolható (Wórum et al. 2010b).

Hivatkozások

- Bodoky T., Jánvári J., Nemesi L., Polcz I., Szeidovitz Gy. (1977): Komplex geofizikai kutatások eredményei a Nyírségben. *Általános Földtani Szemle*, 10, 5–44.
- Bodrogi M., Pápa A., Zahuczki P., Tanács J., Szentendrei E., Mészáros V. Cs., Török V. (2002): Felszíni geofizikai mérés tervezet Nyíregyháza-Észak és Vásárosnamény kutatási területekre (2001). MOL K&T divízió, belső jelentés, Budapest
- Császár G. (1998): A Mecsek és a Villányi Egység alsó- és középső-kréta képződményeinek rétegtana. In: Bérczi I., Jámor Á. (szerk.): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. MOL Rt. – MÁFI kiadvány, Budapest, pp. 337–352.
- Cserkész-Nagy Á. (2018): Magyarország szénhidrogén-kutatási területei – A nyírségi részmedence. In: Kovács Zs. (szerk.) (2018): Szénhidrogének Magyarországon, pp. 169–177. Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal, Budapest
- Fliedner M. M., White R. S. (1999): Using wide-angle seismic data for basalt and sub-basalt imaging. In: 69th Annual International Meeting Society Exploration Geophysics Expanded Abstracts, pp. 1021–1025.
- Fliedner M. M., White R. S. (2001): Sub-basalt imaging in the Faeroe-Shetland basin with large offset data. *First Break*, 19, 247–252.
- Fruehn J., Fliedner M. M., White R. S. (2001): Case history: Integrated wide-angle and near-vertical sub-basalt study using large-aperture seismic data from the Faeroe-Shetland region. *Geophysics*, 66, 1340–1348.

- Hajnal Z., Hegedűs E., Keller G. R., Fancsik T., Kovács A. Cs., Csabafi R. (2004): Low-frequency 3-D seismic survey of upper crustal magmatic intrusions in the northeastern Pannonian Basin of Hungary. *Tectonophysics*, 388, 239–252.
- Hanssen P., Ziolkowski A., Li X-Y. (2003): A quantitative study on the use of converted waves for sub-basalt imaging. *Geophysical Prospecting*, 51, 183–193.
- Kiss J. (2014): Lemeztektonika, vulkanizmus és a Kárpát-Pannon régió geomágneses anomália-térképe. *Magyar Geofizika*, 55/2, 55–58.
- Masoomzadeh H., Barton P. J., Singh S. C. (2005): Advanced processing of long-offset seismic data for sub-basalt imaging in the Faeroe-Shetland Basin. In: 75th Annual International Meeting Society Exploration Geophysics Expanded Abstracts, pp. 417–420.
- Miller G. F., Pursey H. (1955): On the partition of energy between elastic waves in a semi-infinite solid. *Proceedings of the Royal Society*, A233, 55–69
- Nagymarosy A., Báldi T., Beke M., Horváth M. (2008): A Szolnoki Flis: sztratigráfia, biofácies, litofácies és ösföldrajzi kapcsolatai. K 47 107. számú kutatási projekt rövidített zárójelentése. ELTE, Budapest
- Pereszlenyi M., Pereszlenyi A., Masaryk P. (1999): Geological settings of the Kosice Basin in relation to geothermal energy resources. *Bulletin d'Hydrogéologie*, Vol. 17.
- Székyné V. F., Kozák M. (1984): A Nyírség mélyszinti neogén vulkanizmusa. *Földtani Közöny*, 114, 147–159.
- Szentgyörgyi K., Amran A., Sóreg V. (2011): A 117. Nyíregyháza-észak kutatási területen végzett szénhidrogénkutatási tevékenységről zárójelentés. MBK/470/2011 – MOL K&T divízió; MBK ÉMO.18526 „E”. Budapest
- Takács E. (szerk.) (2016): Szeizmikus módszertani fejlesztések. Kutatási jelentés, MFGI, Budapest, pp. 4–10.
- Völgyi L. (1984): A Nyírség potenciális szénhidrogén-földtana. *Földtani Közöny*, 114, 161–169.
- Wombell R., Jones E., Priestly D., Williams G. (1999): Long offset acquisition and processing for sub-basalt imaging. In: 69th Annual International Meeting Society Exploration Geophysics Expanded Abstracts, pp. 1429–1432.
- Woodburn N., Hardwick A., Travis T. (2011): Enhanced low frequency signal processing for sub-basalt imaging. In: 81st Annual International Meeting Society Exploration Geophysics Expanded Abstracts, pp. 3673–3677.
- Wórum G., Lőrincz M., Hámori Z. (2010a): Kutatási zárójelentés a Nyírség-Szatmár kutatási területen elvégzett kőolaj- és földgázkutatási műveletekről és azok eredményeiről. Kézirat, PetroHungaria Kft. Budapest, p. 25
- Wórum G., Lőrincz M., Hámori Z. (2010b): Kutatási zárójelentés a Nyírség-dél kutatási területen elvégzett kőolaj- és földgázkutatási műveletekről és azok eredményeiről. Kézirat, PetroHungaria Kft. Budapest, p. 53
- Ziolkowski A., Hanssen P., Gatliff R. W., Liu E. (2003): Use of low-frequencies for sub-basalt imaging. *Geophysical Prospecting*, 51/3, 169–182.
- Zoeppritz K. B. (1919): Erdbebenwellen VIII b., Über Reflexion und Durchgang seismischer Wellen durch Unstetigkeitflächen. *Göttinger Nachrichten*, I, 66–84.

Radon prediction in Hungary: a short overview

S. BELTRÁN TORRES¹, K. Z. SZABÓ², CS. SZABÓ^{1,@}

¹Lithosphere Fluid Research Lab., Institute of Geography and Earth Sciences, Eötvös Loránd University,
H-1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C, Hungary

²Nuclear Security Department, Centre for Energy Research, Hungarian Academy of Sciences,
H-1121 Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29–33., Hungary

@E-mail: cszabo@elte.hu

This paper is a short overview of radon prediction applied in Hungary until now. After an introduction about the radon problem, the brief history of radon measurements in Hungary is summarized. Then the methods used for radon prediction of unmeasured areas in Hungary are described.

Highlights:

- Overview of the methods used for radon prediction in Hungary
- Prediction based on only indoor radon values
- Spatial analysis applied for radon prediction
- Radon prediction by environmental co-variables

Keywords: indoor, geogenic, radon, map, prediction

Received: 29th June 2019; *accepted:* 3rd August 2019.

1. Introduction

Radon and radioactive radiation are ubiquitous in our nature. Terrestrial radiation is responsible of approximately 84% of the total effective dose of 2.4 mSv y^{-1} , at which humans are exposed as worldwide average (UNSCEAR, 2008). Radon (^{222}Rn and ^{220}Rn), the only gaseous intermediate radioactive product of the uranium and thorium decay chain, is the main contributor (1.25 mSv y^{-1}) to the population annual average effective dose (UNSCEAR 2008). In Hungary, these values are a little bit higher because of the elevated radon concentration compared to the world average, total effective dose is 3 mSv y^{-1} (Marx, 1999). In Hungary, the absorbed dose rates inside dwellings varies in a wide range of 11 to 236 nGy h^{-1} with an average of 95 nGy h^{-1} , whereas the absorbed dose rates outdoors varies in the range of 15 to 130 nGy h^{-1} with an average of 61 nGy h^{-1} (Nikl, Sztanyik 1988, Nikl 1996, UNSCEAR 2008). According to UNSCEAR (2008), Hungary, Malaysia, China, India, Albania, Portugal, Australia, Italy, Spain, Sweden and Iran present the highest values of absorbed dose rates inside dwellings in the range of 95 – 115 nGy h^{-1} compared to the world population-weighted aver-

age of 84 nGy h^{-1} , which reflects the wide use of stone or masonry materials in buildings (UNSCEAR, 2008). In this sense, areas in Hungary with expected elevated indoor radon concentration due to the contribution building material or the local geology has been evaluated. For instance, Szabó et al. (2014b) estimated that 7% of the 53 adobe dwellings, studied in the great Hungarian plain, exceeds in 10 mSv y^{-1} the world average. In school buildings, containing coal slag insulation in the cities of Transdanubia (e.g., Ajka, Tatabánya and Veszprém), were studied by Somlai et al. (1997) who found that the external dose rate in Tatabánya, in classrooms closed for 24 h, were in the range of 500 – 900 nGy h^{-1} . Thus, the attention should be paid to existing radiation situations in such large quantities of natural radioactive isotopes whose health consequences are no longer negligible and, therefore, require actions to protect public health.

The main source of radon in the air of dwellings, workplaces, underground places, caves, is geogenic radon, which derives from the soil and rock (77%) (UNSCEAR 2000). Since there are the most likely two reasons for such large quantities of natural radioactive isotopes: 1) during a very long period, which can be measured on the Earth his-

torical scale, natural enrichment in soils and rocks (e.g., loess, granite, NORM [Naturally Occurring Radioactive Materials]), and 2) artificial enrichment as a result of human activities, mainly mining and industrial processing (building material using artifacts as raw materials: e.g., slag, fly ash, TENORM [Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials]). The second main source of radon in indoor air is the building material (18%), other sources (e.g., tap water) have smaller than 5% role (UNSCEAR 2000).

It is important to clarify that radon itself, as a non-reactive noble gas, does not denote hazard for human health directly. However, its danger relies on the fact that it can migrate through the soil, rock and building material and reach the ambient air, and making possible the contact of its progenies with the human tissues by inhalation (Nazaroff 1992). The short-lived decay products of radon can deposit on the respiratory tract cells and may cause damage due to the chemical reactivity and energy associated to their decay process, increasing in this way the risk of lung cancer (Nazaroff 1992). Therefore, the World Health Organization (WHO) recommends a 100 Bq m^{-3} reference level for radon activity concentration to minimize the health hazard due to indoor radon exposure. However, when this limit is reached, the concentration should not exceed 300 Bq m^{-3} (WHO 2009). Epidemiological studies and evidences show that even at relatively low exposure (100 Bq m^{-3}), a significantly higher risk of lung cancer is still present (WHO 2009).

1.1. Normative

In Europe, on December 2013 the European Commission proposed the latest Euratom Basic Safety Standards (BSS) (Council Directive 2013/59/Euratom) laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionizing radiation and repealing the former directives. This includes, among others, establishing reference level for indoor radon concentration with a maximum of 300 Bq m^{-3} and developing national radon action “for addressing long-term risks from radon exposures in dwellings, buildings with public access and workplaces for any source of radon ingress, whether from soil, building materials or water” (Council Directive 2013/59/Euratom). The national radon action plan includes assessing relevant parameters and providing scientifically based maps of potential areas “where the radon concentration (as an annual average) in a significant number of buildings is expected to exceed the relevant national reference level” (Council Directive 2013/59/Euratom). The Directive was implemented in the Govt. decree 487/2015. (XII. & 30.) in Hungary. The Hungarian radon action plan for 2018–2023 was prepared and accepted by the Government in the first half of 2019 (Emberi Erőforrások Minisztériuma 2018, available in Hungarian). In the framework of the Hungarian national radon action plan, a national representative radon survey is planned. This survey would contain indoor radon, soil

gas radon and radon exhalation measurements, also gamma dose rate measurements should be considered (Emberi Erőforrások Minisztériuma 2018).

1.2. European Atlas of natural radiation

Each European country performed different radon mapping and predicting procedures (Dubois 2005). Complementing the national efforts to identify and document the radon prone areas at a harmonized level, the Joint Research Center of the European Union (JRC) is leading and permanently developing the European Atlas of natural radiation project since 2006 (Bossew et al. 2013, 2015, Cinelli et al. 2018, De Cort et al. 2011). This project encompasses the European maps of annual cosmic-ray dose, indoor radon, concentration of uranium, thorium and potassium in soil and in bedrock, terrestrial gamma dose rate, soil permeability and geogenic radon. The atlas displays the geographical distribution of the radon related parameters on a reference grid of $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ defined with 32 participant countries (until August 2017). Digital version of the atlas is already available (Cinelli et al. 2018). There are areas on each map that have not yet been measured, hence further radon measurements and prediction for health risk assessment are needed.

2. Brief history of radon measurements in Hungary

Radon has been extensively studied in Hungary since 1980 by different institutions, universities and laboratories and by their collaborations. Surveys were performed chronologically (literary references without completeness, seeking the latest and most important):

- 1) by the Laboratory of National Public Health Center National Research Directorate for Radiobiology and Radiohygiene (under different names over time) between 1980 and 2019: measurements at ~2000 sites in dwellings, workplaces, public places (kindergartens, schools etc.) and mines; building materials and waters were investigated, and the biological effects of radon, as well (Déri et al. 2003, Gundy et al. 1995, Hámori et al. 2004, Juhász et al. 2002, Lázár et al. 2003, Nikl 1996, Nikl, Köteles 2000, Homoki et al. 2017, Sándor et al. 2003),
- 2) by the Hungarian Academy of Sciences, Institute for Nuclear Research (ATOMKI) between 1980 and 2019: several hundreds of radon measurements in indoors, soil gas, thermal baths, caves and wine cellars; building materials and waters were also investigated (Csige 2008, Csige et al. 2013, 2018a,b, Hakl et al. 1996, 1997, Hunyadi et al. 1991, Sóki, Csige 2016, 2017; Sóki et al. 2018, Szabó et al. 2014b),
- 3) by the Institute of Radiochemistry and Radioecology, University of Pannonia between 1992 and 2019: several thousands of radon measurements in dwell-

- ings, workplaces and public places (kindergartens, schools, hospitals etc.), thermal baths, caves and building materials, and waters were also investigated (Csordás et al. 2018, Fábrián et al. 2017, Kávási et al. 2006, 2010, Kovács et al. 2017, Müllerová et al. 2018, Németh et al. 2005a, Sas et al. 2015, Shahrokhi et al. 2016, Somlai et al. 1997, 2004, 2006, 2007),
- 4) by the RAD Laboratory between 1994 and 2006: ~20.000 measurements in dwellings, workplaces, public places (kindergartens, schools, libraries, churches) were studied (Hámori et al. 2006a,b, Minda et al. 2009, Tóth, Hámory 2005, Tóth, Selmeczi 1994),
 - 5) by the MecsekÉrc Ltd. (later as Mecsek-Öko Ltd.) in the region of the Hungarian closed uranium mine (Mecsek Mts.) performed many indoor, soil gas, water radon measurements and made the recultivation as well in the area (Juhász et al. 2002, Németh et al. 2005b, Várhegyi et al. 2004, 2009),
 - 6) by the Geodetic and Geophysical Institute, Hungarian Academy of Sciences the relationship between rock deformation and radon concentration was investigated together with temperature and barometric pressure effects for many years (Mentes, Eperpápai 2015, Mentes 2018),
 - 7) by different research groups of Eötvös Loránd University: Lithosphere Fluid Research Group studied mainly geology and building material and also a radon remediation method (Nagy et al. 2012, Szabó Z. K. et al. 2013, 2014, Szabó Zs. et al. 2013, 2014, Völgyesi et al. 2014); Department of Atomic Physics studied especially waters (Horváth et al. 2015) and Ra distribution in rock (Freiler et al. 2015), Department of Physical and Applied Geology studied the underground waters and hydrogeological aspects (Eröss et al. 2012).

3. Radon prediction

Radon prediction is an important tool for radon risk management by the identification of areas with elevated radon concentration. Besides this, prediction of radon is a complex task because several influencing factors should be considered and many input parameters can be used. In general, two types of radon prediction exist regarding the used input parameters. Both have advantages and disadvantages.

The first type of radon prediction uses indoor radon values since the main contributor of the effective dose it is, especially radon progeny, and these data are often measured Europe-wide. However, this type of prediction has a disadvantage that indoor radon values vary from house to house because of the building characteristics (e.g., building materials, foundation type, building types) and living habits (e.g., ventilation frequency by the occupant). Different building characteristics and living habits

can cause large difference in indoor radon data in houses next to each other. This fact gives the limitation of prediction radon spatially. Despite of restriction, this type of radon prediction, spatial extension of the indoor radon, is the most widespread on the world since carrying out the measurement of indoor radon is relatively easy, simply and cheap. Only a passive track detector system (detectors and evaluation) and a distributing system (e.g., placing the detectors by post) is required.

The second type of radon prediction is by predicting the potential radon using other environmental parameters as well, which can be a determining factor for indoor radon. These parameters can be, for instance, geological and soil parameters, and other environmental radioactivity parameters. This prediction provides information of the potential risk of the area and not about the indoor radon itself. Its main advantage is that this technique provides the possibility to characterize areas for radon risk, where indoor radon measurements are not available (Gruber et al. 2013, Bossew et al. 2015). The predicted radon potential can be a continuous variable, but usually it is category variable like low, medium and high. However, each category can be associated with an indoor radon value probability.

4. Methods applied for radon prediction in Hungary

4.1. Radon prediction based on indoor radon concentration

Indoor radon level were measured by several researchers, however, only in few studies were applied prediction for indoor radon of unmeasured places/dwellings (Hámori et al. 2004, 2006a,b, Minda et al. 2009). Hámori et al. (2004) estimated the number of homes expected to be above 400 Bq m⁻³ with a lognormal distribution based on the radon level over 15,000 ground floor homes. With appropriate statistical procedures (lognormal fitting, χ^2 test, homogeneity grouping), they estimated indoor radon level for 92% of the Hungarian population and flats. By considering the stratum system in a lognormal radon distribution, Hámori et al. (2006a) determined the estimated percentage of dwellings above 150 and 600 Bq m⁻³ at different regions of the country. Using similar approach, Hámori et al. (2006b) determined the estimated percentage of dwellings above 200 and 400 Bq m⁻³ in Hungary and in upper floors, and first floors of houses in cities, towns and villages. Following the international practice of indoor radon surveys Minda et al. (2009) proposed to use the indoor radon index (IRI), which shows the ratio of houses above 200 Bq m⁻³ based on the lognormal distribution of 6154 one-storied, no-basement houses indoor radon data. In these works 21 areas were defined in Hungary, based on different geological background and calculated the IRI for these areas (Minda et al. 2009).

4.2. Radon prediction based on soil gas radon concentration and soil gas permeability

In Hungary, Szabó K. Z. et al. (2014a) applied firstly the method of radon potential (RP), for the central part of Hungary, which was developed by Neznal et al. (2004). The quantification of radon potential (RP) is based on the mathematical expression proposed by Neznal et al. (2004), which relates to the radon potential with the equilibrium concentration of ^{222}Rn in soil air and the soil gas permeability. Soil gas radon concentration and soil gas permeability were measured at 192 points over 41 geological formations (Szabó K. Z. et al. 2014a). Their results show that the study area in central Hungary can be characterized by low and medium radon potential. High risk occurs only locally corresponding to the slope sediments in the hilly areas and the lowest values of radon potential was found in drift sand, fluvioeolic sand and fluvial sand and loess formations (Szabó K. Z. et al. 2014a).

4.3. Radon prediction using environmental co-variables

Regression kriging was applied by Pásztor et al. (2016) for the interpolation of radon potential using spatially exhaustive auxiliary data on soil, geology, topography, land use and climate. Categorical and numerical parameters were used as environmental co-variables and its significance (within 95–99.9% confidence interval) was calculated from the step-wise regression method. An important contribution of this study is the determination of the influence of the environmental parameters in the radon potential. The authors made a 90% interval estimate for the areal extension of the three RP risk categories (low, medium and high) (Pásztor et al. 2016).

4.4. Radon flux prediction using gamma dose rate as a proxy

Szegvary et al. (2007) used gamma dose rate measurements to predict radon flux in Hungary, Switzerland, Germany and Finland. The radon flux was measured using AlphaGUARD and accumulation chamber and the gamma dose rate was measured by an autonomous gamma probe at 1 m above ground, soil moisture and precipitation was also measured. Linear correlation was found between gamma dose rate and radon flux despite the variability of the data. The radon prediction is based on a linear correlation between radon flux and gamma dose rate. The predicted means of each country are within the error proving the effectivity of the approach. Szegvary et al. (2007) found that an increase of moisture causes a decrease in both variables as follows: when the soil moisture increases the gas diffusivity is reduced as well as the radon flux, and the increasing moisture enhances the

electron shielding, therefore the gamma dose rate decreases.

4.5. Geogenic radon potential assessment by empirical and theoretical models

Beltrán Torres et al. (2019a) tested the usability of empirical and theoretical models to predict soil gas radon concentration and soil gas permeability for the geogenic radon potential assessment in a granitic area. The authors proved that the evaluated models can be applied with modifications based on physical and geochemical properties of the soil. This study pointed out the importance of geochemical processes that constrains the soil gas radon concentration such as the preferential adsorption of radium on organic material and clay minerals at low carbonate content (Beltrán Torres et al. 2019b).

5. Future perspectives of radon prediction in Hungary

In Hungary, especially areas, where elevated radon concentration is expected, are well documented, but still there are areas (e.g., south western and eastern Hungary) where basically there is no information on radon. Predictions and new measurements help to enhance our knowledge on these regions. The predictive models have some remarkable advantages, which allow the estimation of radon potential in areas where there are no field measurements available and the parameters used in the model are generally available in databases. It should also be noted for sake of the completeness that several methodologies of radon prediction (e.g., using different predictors such as gamma dose rate, geology, airborne radiometry, soil geochemical parameters, topography, expected lung cancer incidence, or applying different approach such as statistical univariate/multivariate) have been successfully applied in different countries (e.g., Germany, Spain, United Kingdom, France, Italy, Norway, Canada, Sweden, Ireland, United States, Belgium). Radon potential can be predicted based on gamma dose rate and geological information (García-Talavera et al. 2013, Quindós et al. 2008), airborne gamma dose rate (Smethurst et al. 2016, Wattananikorn et al. 2008) and the combination of several environmental parameters (e.g., geology, gamma dose rate, indoor radon etc.) (Appleton et al. 2008, Bossew et al. 2008, Branion-Calles et al. 2015, Cinelli et al. 2018, Elio et al. 2017, 2018, Ferreira et al. 2018, Ielsch et al. 2010, Schumann 1993, Zhu et al., 2001). In Hungary expert and specialist have gained already successful experience, based on detailed studies on natural radioactivity (gamma, radon) in soil, water, outdoor, underground and indoor spaces as listed above in Section 2. An important complementary information is that there are extensive studies about local factors controlling natural radioactivity that constitutes a solid base for the formulation

or application of predictive models. For instance, Pásztor et al. (2016) pointed out that not only geology but also soil parameters are also important factors on geogenic radon potential. Furthermore, based on hydrogeological measurements, Erőss et al. (2012) proposed the geogenic uranium, radium and radon as natural tracers to study groundwater flow system. Mentés (2018) described a complex relationship between strain, temperature, barometric pressure and radon concentration in the gneiss rock at the Sopronbánfalva Geodynamic Observatory. On the same region, Freiler et al. (2015) clearly demonstrated that even within a homogeneous geological formation, geochemical processes (e.g., fluid migration, alteration) can cause changes in the distribution of radioactive isotopes. Beltrán Torres et al. (2019a,b) pointed out that the geogenic radon potential is constrained by geochemical processes involving such variables as carbonate and clay mineral content and pH. Based on the Hungarian experiences in radon prediction summarized in this paper and the radon mapping program of the European Atlas of natural radiation, it is obvious that in order to deliver a most proper survey/assessment for the country, not only the indoor radon should be considered, but also the variables associated to the geogenic radon potential.

Acknowledgements

This research has been supported by the New National Excellence Program of Human Capacities ÚNKP-18-31V-ELTE-424. Acknowledgements to Tibor Kovacs and Peter Volgyesi for their contribution as referees of this paper.

This is the 98 publication of the Lithosphere Fluid Research Lab (LRG).

Authors of the article

Silvana Beltrán Torres, Katalin Zsuzsanna Szabó, Csaba Szabó

References

- Appleton J. D., Miles J. C. H., Green B. M. R., Larmour R. (2008): Pilot study of the application of Tellus airborne radiometric and soil geochemical data for radon mapping. *J. Environ. Radioact.*, 99, 1687–1697.
- Beltrán Torres S., Szabó K. Z., Szabó Cs. (2019a): Testing theoretical and empirical models for soil gas radon and soil air permeability determination: comparison with field measurements. European Geoscience Union General Assembly (EGU), 7–12 April 2019, Vienna, Austria. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 21, EGU2019-17995.
- Beltrán Torres S., Szabó K. Z., Szabó Cs. (2019b): Geochemical study and evaluation of predictive models for soil gas radon concentration in a granitic area in Hungary. 3rd International Conference “Radon in the Environment 2019”, 27–31 May 2019, Krakow, Poland. *Book of abstracts*, p. 48, ISBN: 978-83-63542-17-7.
- Bossew P., Dubois G., Tollefsen T. (2008): Investigations on indoor Radon in Austria, part 2: Geological classes as categorical external drift for spatial modeling of the Radon potential. *J. Environ. Radioact.*, 99, 81–97.
- Bossew P., Tollefsen T., Cinelli G., Gruber V., De Cort M. (2015): Status of the European Atlas of natural radiation. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 167, 29–36.
- Bossew P., Tollefsen T., Gruber V., De Cort M. (2013): The European radon mapping project. IX Lat. Am. IRPA Reg. Congr. *Radiat. Prot. Saf. – IRPA 2013 2*. DOI: 10.1088/0952-4733/1/51
- Branion-Calles M. C., Nelson T. A., Henderson S. B. (2015): Geospatial approach to the prediction of indoor radon vulnerability in British Columbia, Canada. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.*, 26, 554–565.
- Cinelli G., Tollefsen T., Bossew P., Gruber V., Bogucarskis K., Felice L., De Cort M. (2018): Digital version of the European Atlas of natural radiation. *J. Environ. Radioact.*, 196, 240–252.
- Council Directive 2013/59/Euratom, 2013. Euratom Basic Safety Standards BSS. *Off. J. Eur. Union* 1–73.
- Csige I. (2008): Radon a természetes és az épített környezetben. *Habilitációs disszertáció*, Debrecen (in Hungarian).
- Csige I., Szabó Zs., Szabó Cs. (2013): Experimental technique to measure thoron generation rate of building material samples using RAD7 detector. *Radiat. Meas.*, 59, 201–204.
- Csige I., Csegi S., Gyila S., Sóki E. (2018a): Indoor radon levels in areas affected by geogas seepages. In: 14th International Workshop on the Geological Aspects of Radon Risk Mapping-GARRM, Prague, September 2018, Abstract.
- Csige I., Csegi S., Gyila S., Sóki E. (2018b): Radon a kovásznai Pokolsár vizében és légtérben. In: XX. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), Gyulafehérvár, pp. 161–165.
- Csordás A., Fábrián F., Bátor G., Tóth-Bodrogi E., Kovács T. (2018): Selection of reference method for thoron measurements performed for calibration of CR-39 based SSNTDs. *Radiat. Environ. Med.*, 7, 53–57.
- De Cort M., Gruber V., Tollefsen T., Bossew P., Janssens A. (2011): Towards a European atlas of natural radiation: Goal, status and future perspectives. *Radioprotection*, 46, 737–743.
- Déri Z., Bányász G., Kerekes A., Köteles Gy. (2003): Radon-expozíció bányák munkahelyi környezetében. In: A Kárpát-medence bányaeegészségügyének története és az újabb kutatási eredmények Miskolc: MTA Bányászati Ergonómiai és Bányaeegészségügyi Tudományos Bizottság, 6, pp. 133–140.
- Dubois G. A. G. (2005): An overview of radon surveys in Europe. Office for Official Publication of the European Communities. pp. 172. ISBN 92-79-01066-2.
- Elío J., Crowley Q., Scanlon R., Hodgson J., Zgaga L. (2018): Estimation of residential radon exposure and definition of Radon Priority Areas based on expected lung cancer incidence. *Environ. Int.*, 114, 69–76.
- Elío J., Crowley Q., Scanlon R., Hodgson J., Long S. (2017): Logistic regression model for detecting radon prone areas in Ireland. *Sci. Total. Environ.*, 599–600, 1317–1329.
- Emberi Erőforrások Minisztériuma (2018): National Radon Action Plan. To reduce the exposure of natural origin from radon and building materials. Budapest, Hungary (in Hungarian).
- Erőss A., Mádl-Szőnyi J., Surbeck H., Horváth Á., Goldscheider N., Csoma A. É. (2012): Radionuclides as natural tracers for the characterization of fluids in regional discharge areas, Buda Thermal Karst, Hungary. *J. Hydrol.*, 426–427, 124–137.
- Fábrián F., Csordás A., Sas Z., Kovács T. (2017): Preparation of a radon-free thoron source for a thoron calibration chamber. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 311, 1169–1175.
- Fábrián, F., 2017. Kalibrációs módszer fejlesztése passzív toronmonitorokhoz. PhD-értekezés. Vegyész-mérnöki és Anyagtudo-

- mányok Doktori Iskola. Radiokémiai és Radioökológiai Intézet. Pannon Egyetem.
- Ferreira A., Daraktchieva Z., Beamish D., Kirkwood C., Lister T. R., Cave M., Wragg J., Lee K. (2018): Indoor radon measurements in south west England explained by topsoil and stream sediment geochemistry, airborne gamma-ray spectroscopy and geology. *J. Environ. Radioact.*, 181, 152–171.
- Frelter Á., Horváth Á., Török K., 2015 ²²⁶Ra activity distribution of rocks in the Sopron Mts. (West-Hungary). *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 306, 243–247.
- García-Talavera M., García-Pérez A., Rey C., Ramos L. (2013): Mapping radon-prone areas using γ -radiation dose rate and geological information. *J. Radiol. Prot.*, 33, 605–620.
- Gruber V., Bossew P., De Cort M., Tollefsen T. (2013): The European map of the geogenic radon potential. *J. Radiol. Prot.*, 51–60.
- Gundy S., Bank J., Bojtor I., Köteles G. (1995): The occurrence of sister chromatid exchanges in lymphocytes of radon-exposed underground ore miners. *Centr. Eur. J. Occup. Environ. Med.*, 1, 78–86.
- Hakl J., Csige I., Hunyadi I., Várhegyi A., Géczy G. (1996): Radon transport in fractured porous media – experimental study in caves. *Environ. Int.*, 22, 433.
- Hakl J., Hunyadi I., Csige I., Géczy G., Lénárt L., Várhegyi A. (1997): Radon transport phenomena studied in karst caves – international experiences on radon levels and exposures. *Radiat. Meas.*, 28, 675.
- Hámori K., Tóth E., Köteles G., Pál L. (2004): A magyarországi lakások radonszintje (1994–2004). *Egészségtudomány*, 48, 283–299.
- Hámori K., Tóth E., Losonci A., Minda M. (2006a): Some remarks on the indoor radon distribution in a country. *Appl. Radiat. Isot.*, 64, 859–863.
- Hámori K., Tóth E., Pál L., Köteles G., Losonci A., Minda M. (2006b): Evaluation of indoor radon measurements in Hungary. *J. Environ. Radioact.*, 88, 189–198.
- Homoki Z., Rell P., Déri Z., Kocsy G. (2017): Experiences of radiological examinations of buildings in Hungary. *J. Environ. Radioact.*, 171, 148–159.
- Hunyadi I., Hakl J., Lénárt L., Géczy G., Csige I. (1991): Regular subsurface radon measurements in Hungarian karstic regions. *International Journal of Radiation Applications and Instrumentation Part D – Nuclear Tracks and Radiat. Meas.*, 19, 321–326.
- Ielsch G., Cushing M. E., Combes Ph., Cuney M. (2010): Mapping of the geogenic radon potential in France to improve radon risk management: methodology and first applications to region Bourgogne. *J. Environ. Radioact.*, 101, 813–820.
- Juhász L., Szerbin P., Berta Z., Várhegyi A. (2002): Radon exhalation studies for the remediation of uranium mill tailings ponds in Hungary. *Geofis. Int.*, 41, 483–484.
- Kávási N., Kovács T., Németh C., Szabó T., Gorjanacz Z., Várhegyi A., Hakl J., Somlai J. (2006): Difficulties in radon measurements at workplaces. *Radiat. Meas.*, 41, 229–234.
- Kávási N., Somlai J., Szeiler G., Szabó B., Schafer I., Kovács T. (2010): Estimation of effective doses to cave dwellers based on radon measurements carried out in seven caves of the Bakony mountains in Hungary. *Radiat. Meas.*, 45, 1068–1071.
- Kovács T., Shahrokhi A., Sas Z., Vigh T., Somlai J. (2017): Radon exhalation study of manganese clay residue and usability in brick production. *J. Environ. Radioact.*, 168, 15–20.
- Lázár I., Tóth E., Marx G., Cziegler I., Köteles G. (2003): Effects of residential radon on cancer incidence. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 2578, 519–524.
- Marx Gy. (1999): Születni veszélyes. Lakossági kockázatok. *Magyar Tudomány* 44, 9–27.
- Mentes G., Eper-Pápai G. (2015): Investigation of temperature and barometric pressure variation effects on radon concentration in the Sopronbánfalva Geodynamic Observatory, Hungary. *J. Environ. Radioact.*, 149, 64–72.
- Mentes G. (2018): Investigation of the relationship between rock strain and radon concentration in the tidal frequency-range. *J. Appl. Geophys.*, 155, 232–236.
- Minda M., Tóth G., Horváth I., Barnet I., Hámori K., Tóth E. (2009): Indoor radon mapping and its relation to geology in Hungary. *Environ. Geol.*, 57, 601–609.
- Müllerová M., Mazur J., Csordás A., Holý K., Grządziel D., Kovács T., Kozak K., Smetanová I., Danylec K., Kureková P., Nagy E., Neznal M. (2018): Radon survey in the kindergartens of three Visegrad countries (Hungary, Poland and Slovakia). *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 319, 1045–1050.
- Nagy H. É., Szabó Zs., Jordán Gy., Szabó Cs., Horváth Á., Kiss A. (2012): Time variations of ²²²Rn concentration and air exchange rates in a Hungarian cave. *Isot. Environ. Health Studies*, 48, 464–472.
- Nazaroff W. W. (1992): Radon transport from soil to air. *American Geophysical Union. Rev. Geophys.*, 30, 137–160.
- Németh C., Tokonami S., Ishikawa T. (2005a): Radon in workplaces and schools in Hungary and Japan. *Japanese J. Heal. Phys.*, 40, 295–301.
- Németh C., Tokonami S., Somlai J., Kovács T., Kávási N., Gorjánacz Z., Várhegyi A., Hakl J. (2005b): Inaccuracies in assessing doses from radon in workplaces. *International Congress Series*, 1276, 369–370.
- Neznal M., Neznal M., Matolín M., Barnet I., Miksova J. (2004): The new method for assessing the radon risk of building sites. *Czech Geol. Surv.*, 47.
- Nikl I., Sztanyik L. B. (1988): External indoor and outdoor gamma exposures in Hungary during the period of 1983–1986. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 24, 387–389.
- Nikl I. (1996): The radon concentration and absorbed dose rate in Hungarian dwellings. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 67, 225–228.
- Nikl I., Köteles G. (2000): A radon-koncentráció, a környezeti dózis és az eredő sugárterhelés mértéke hazai óvodákban és bölcsődékben. *Egészségtudomány*, 44, 42–48.
- Pásztor L., Szabó K. Z., Szatmári G., Laborczi A., Horváth Á. (2016): Mapping geogenic radon potential by regression kriging. *Sci. Total Environ.*, 544, 883–891.
- Quindós L. S., Fernández P. L., Sainz C., Fuente I., Nicolás J., Quindós L., Arteché J. (2008): Indoor radon in a Spanish region with different gamma exposure levels. *J. Environ. Radioact.*, 99, 1544–1547.
- Sas Z., Szántó J., Kovács J., Somlai J., Kovács T. (2015): Influencing effect of heat-treatment on radon emanation and exhalation characteristic of red mud. *J. Environ. Radioact.*, 148, 27–32.
- Sándor J., Somfai M., Bárány I., Kiss I., Ember I., Köteles G. (2003): Dózis-hatás kapcsolat magyarországi uránbányászok radon expozíciója és tüdőrák kockázata között. *Egészségtudomány*, 47, 191–199.
- Schumann R. R. (ed.) (1993): Geologic radon potential of the United States: U.S. Geological Survey Open-File Report 93-292, parts A–J.

- Shahrokhi A., Nagy E., Csordás A., Somlai J., Kovács T. (2016): Distribution of indoor radon concentrations between selected Hungarian thermal baths. *Nukleonika*, 61, 333–336.
- Smethurst M. A., Watson R. J., Baranwal V. C., Rudjord A. L., Finne I. (2016): The predictive power of airborne gamma ray survey data on the locations of domestic radon hazards in Norway: A strong case for utilizing airborne data in large-scale radon potential mapping. *J. Environ. Radioact.*, 166, 321–340.
- Somlai J., Gorjánác Z., Várhegyi A., Kovács T. (2006): Radon concentration in houses over a closed Hungarian uranium mine. *Sci. Total. Environ.*, 367, 653–665.
- Somlai J., Németh C., Lendvai Z., Bodnár R. (1997): Dose contribution from school buildings containing coal slag insulation with elevated concentrations of natural radionuclides. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 218, 61–63.
- Somlai J., Gorjánác Z., Várhegyi A., Kávási N., Kovács T. (2004): Investigation of effectiveness of radon mitigation. *Academic and Applied Research in Military Science*, 3 189–193.
- Somlai J., Kávási N., Szabó T., Várhegyi A., Kovács T. (2007): The function of radon in curing respiratory diseases in the therapeutic cave of Tapolca. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 273, 363–370.
- Sóki E., Csige I. (2016): Radon in the dry carbon dioxide spa of Mátraderecske, Hungary. *Nukleonika*, 61, 245–249.
- Sóki E., Csige I. (2017): Spatial and temporal variations of ^{222}Rn in some dry CO_2 spas of Covasna, Romania. In: III. East European Radon Symposium (TEERAS): Book of Abstracts, [s.n.], Sofia, pp. 27–28.
- Sóki E., Gyila S., Csige I. (2018): Radonanomáliák a Csomád környéki mofetták légterében. In: XIV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia. Szerk.: Füleky György, MAG Mezőgazdaságért Alapítvány, Gödöllő, pp. 289–292. ISBN: 9786150016450.
- Szabó K. Z., Jordan Gy., Horváth Á., Szabó Cs. (2013): Dynamics of soil gas radon concentration in a highly permeable soil based on a long-term high temporal resolution observation series. *J. Environ. Radioact.*, 124, 74–83.
- Szabó K. Z., Jordan G., Horváth Á., Szabó Cs. (2014a): Mapping the geogenic radon potential: methodology and spatial analysis for central Hungary. *J. Environ. Radioact.*, 129, 107–120.
- Szabó Zs., Jordan G., Szabó Cs., Horváth Á., Holm Ó., Kocsy G., Csige I., Szabó P., Homoki Z. (2014b): Radon and thoron levels, their spatial and seasonal variations in adobe dwellings – a case study at the great Hungarian plain. *Isotopes Environ. Health Stud.*, 50, 211–225.
- Szabó Zs., Völgyesi P., Nagy H. E., Szabó Cs., Kis Z., Csorba O. (2013): Radioactivity of natural and artificial building materials – a comparative study. *J. Environ. Radioact.*, 118, 64–74.
- Szegvary T., Leuenberger M. C., Conen F. (2007): Predicting terrestrial ^{222}Rn flux using gamma dose rate as a proxy. *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 2789–2795.
- Tóth E., Hámony K. (2005): A lakótéri radonszint elosztásáról, 375.
- Tóth E., Selmeczi D. (1994): Survey of radon activity at ground level in village houses in Hungary. Budapest.
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Report to the General Assembly. Annexes A and B. in Vol. 1: Sources. New York. pp. 223–463.
- UNSCEAR (2000): Sources and Effects of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Report to the General Assembly. Annexes. in Vol. 1: Sources. New York. pp. 83–156.
- UNSCEAR (2008): Exposures from natural radiation sources (Annex B), Sources and Effects of Ionizing Radiation.
- Várhegyi A., Nagy G., Somlai J. (2004): A kővágószőlősi radon helyzetről reálisan. In: A Környezeti Ártalmak és a légzőrendszer XIV. országos konferencia Kiadványa, Hévíz.
- Várhegyi A., Gorjánác Z., Somlai J. (2009): A 2008-ban befejezett mecseki rekultiváció néhány tapasztalata. In: Környezeti ártalmak és a légzőrendszer XVIII. országos konferencia Kiadványa, Hévíz, 127–137.
- Völgyesi P., Kis Z., Szabó Zs., Szabó Cs. (2014): Using the 186 keV peak for ^{226}Ra activity concentration determination in Hungarian coal slag samples by gamma-ray spectroscopy. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 302, 375–383.
- Wattananikorn K., Emharuthai S., Wanaphongse P. (2008): A feasibility study of geogenic indoor radon mapping from airborne radiometric survey in northern Thailand. *Radiat. Meas.*, 13, 85–90.
- WHO (2009): World Health Organization Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. WHO Press. 110 pages. ISBN: 978-92-4-154767-3.
- Zhu H. C., Charlet J. M., Poffijn A. (2001): Radon risk mapping in southern Belgium: an application of geostatistical and GIS techniques. *Sci. Total. Environ.*, 272, 203–210.

Eötvös Loránd szakmai öröksége a Miskolci Egyetemen – előadói nap

A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara, az ME Műszaki Földtudományi Kar Geofizikai Intézeti Tanszéke, a Magyar Geofizikusok Egyesülete Észak-magyarországi Csoportja, az EAGE Miskolc Student Chapter és az MTA MAB Geoinformatikai és Térinformatikai Munkabizottsága szervezésében 2019. szeptember 5-én a Miskolci Egyetem Csókás János-termében „Eötvös Loránd szakmai öröksége a Miskolci Egyetemen” címmel előadói napot tartottak az EÖTVÖS'100 rendezvénysorozat jegyében. Az előadói napot *Szűcs Péter*, az ME Műszaki Földtudományi Kar dékánja nyitotta meg. A rendezvényen *Bodoky Tamás*, az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet volt igazgatója elnökölt.



Turai Endre, az emlékülés házigazdája



Ormos Tamás Eötvös Lorándról beszél

Eötvös életútját, az elméleti és gyakorlati vonatkozású és geofizikán túlmutató tudományos eredményeit *Ormos Tamás* ismertette „Báró Eötvös Loránd életműve” című előadásában. A résztvevők megtekinthették az Eötvös által készített, utómunkán átesett térhatású fotókat is. Mint a „Kísérleti fizika” c. egyetemi tárgy jegyzőjének Eötvös eredeti aláírásával is találkozhattunk *Ormos Tamás* nagyapjának indexében. A következő két előadás, *Baráth István* „Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) Miskolci csoportjának megalakulása és feladatai”, majd *Hursán László* „A Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi és Észak-magyarországi Csoportjának megalakulása” c. előadásai azért voltak érdekesek, mert nem csupán



A miskolci Eötvös Loránd-emlékülés résztvevői



Hursán László a Tanszék régi emlékeit eleveníti fel

tényszerű visszaemlékezésen alapultak. A megalakulás ismertetése mellett a két előadásban közös volt a „kezdeti” időszakban különösen elengedhetetlen intuíció, továbbá a geofizikus-geológus-fúrómérnök együttműködés kiemelése. Turai Endre „A Geofizikai Intézeti Tanszék oktató és kutató munkája” c. előadásából kitűnt, hogy a megváltozott körülményekhez való alkalmazkodás komoly kihívást jelent a Geofizikai Tanszék számára. A külföldi hallgatók jelenléte miatt a szakirányok döntő részén angol nyelvű geofizikai témájú előadások és gyakorlatok vannak. Az utóbbiaknál – a tanszéki kutató munkájához hasonlóan – a meglévő tanszéki műszerpark jól használható. Vass Péter „A Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi és Észak-magyarországi Csoportjának megalakulása” c. előadásában a megalakulást és az azt követő fontosabb eseményeket is ismertette, és részben fotókkal is dokumentálta. A délelőtti blokk két további prezentációja a gravitációs hullámok kutatásával foglalkozott, és sokunknak új ismereteket nyújtott. Majár János „Új ablak a világegyetemre: a gravitációs hullámok” c. előadásában elsősorban az elméleti fizikai, míg Paripás Béla „A gravitációs hullámok detektálása lézerinterferometrius módszerrel” c. előadásában inkább a kísérleti fizikai megközelítés dominált.

A délutáni előadásblokk Kiss János, Szabó Zoltán „Eötvös álma – gravitációs és mágneses kutatási eredmények” c. előadásával folytatódott. A spektrálanalízis révén különböző mélységintervallumokra megadott gravitációs és mágneses hatók megjelenítését és geológiai szintézisét mutatta be az előadó. A következő előadás, Baracza Mátyás Krisztián, Benedek Judit, Kis Márta, Koppán András, Roman Leonhardt, Bruno Meurers, Papp Gábor, Hannu Ruotsalainen, Varga Péter „Geodinamikai kutatások a Pannon medencében – új eredmények és célok” c. előadás első két társszerzője elsősorban az eddigi kutatás során felmerült (abszolút és relatív) graviméteres műszeres és adatfeldolgozási feladatok megoldásáról számolt be. Abordán Armand, Dobróka Mihály, Völgyesi Lajos „A nehézségi erőter potenciálfüggvényének 3D rekonstrukciója” c. előadásukban az elméleti bevezető részt követően terepi adatokra az Eötvös-tenzor elemeinek sorfejtéses inverzióval történő meghatározását mutatta be. Szabó Norbert Péter „A 3D gravitációs inverz feladat” c. előadása során részletesen ismertette az elméleti alapokat, majd egy új-funlandi 3D-s érc-kutatási feladat megoldását mutatta be az UBC Grav-3D szoftver felhasználásával. Nádasi Endre Kázmér „Magnetotellurikus mélyszerkezet-kutatás egy kanadai és egy magyarországi példán keresztül” c. előadásában egy 3D-s kanadai ősmasszívumi anizotróp terület érc-kutatási és az irotai (Cserehát) szerkezet MT kutatási esettanulmányát ismertette. Végül egy angol nyelvű előadásra került sor Mahmoud Ibrahim Abdelaziz „Gravity data interpretation for the purpose of structural mapping” címmel. Ennek során a sínai-félsziget sivatagi része alatti blokkos szerkezetek gravitációs leképezéséről kaptunk áttekintést.

Az előadóülés Bodoky Tamás és Turai Endre befejező gondolataival zárult. A szeptember 5-én Miskolcon elhangzott előadások jelentős része megtalálható a <https://eotvos100.hu> honlapon.

Pethő Gábor

Megemlékezés Zsille Antalról

Zsille Antal geofizikus-mérnök 1932-ben született Budapesten. Geofizikus diplomáját 1954-ben szerezte a Soproni Műszaki Egyetemen, majd az év nyarán az ELGI-ben kezdett dolgozni. Előbb mágneses, később gravitációs kutatásokkal foglalkozott, majd a Börzsönyben folyó komplex geofizikai vizsgálatok témavezetője volt. 1963. március 1-től az Országos Földtani Főigazgatóságra került szakági főmérnöki beosztásba. Feladata a geofizikai kutatásai témák irányítása, valamint a főigazgatóság nemzetközi együttműködésének vezetése volt. 1964-ben a főigazgatóságot átszervezték, jogutóda a Központi Földtani Hivatal lett, ahol tevékenységi köre változatlan maradt.

Mongóliában 1965–67-ben vízfeltárási munkákban vett részt, majd 1970–72-ben ércindikációkat ellenőrző komplex földtani-geofizikai expedíciót vezetett. Hazatérése után az Érc- és Mérnök-geofizikai Főosztály helyettes vezetője lett.

1975-ben megbízást kapott a nemzetközi földtani expedíciók osztályának vezetésére. 1976 és 1990 között volt a mongóliai kutatóexpedíciók intézeti főfelelőse. Ez magában foglalta a KFH-ELGI-MÁFI mongóliai tárgyalódelegációjának tagjaként végzett előkészítő munkát, a kiküldöttek kiválogatásában és felkészítésében való részvételt, az expedíciós felszerelések összeállítását, kijuttatását, vámkezelését (brrrr!), az expedíciós személyzettel összefüggő adminisztratív teendőket (útlevél, napidíj, illetve később fizetés, vonat-, illetve repülőjegyek beszerzése stb.), a mongol féllel felmerült ügyes-bajos problémák elintézését, a külkereskedelmi vállalatokkal való kapcsolattartást, az évenként többszöri mongóliai látogatást. Később, egy baráti beszélgetés során említette, hogy másfél évtized alatt összesen 49 alkalommal utazott ki Mongóliába (a legutolsó út természetesen az expedíció felszámolása volt). És akadtak teljesen abszurd helyzetek is: valamikor a nyolcvanas évek közepe táján lehetett, hogy egy „ellenzéki” napilap arról írt, hogy az ELGI börgarnitúrákat rendelt. Nem tudni, hogy a nyilvánvalóan lejárató célú írás Zsille Antal ellen, az intézetvezetés ellen vagy egyáltalán az ELGI ellen irányult-e. Mindenesetre elég gyorsan kiderült, hogy ezeket a bútorokat a mongolok kérték a segélyprogram keretében sok egyéb (geofizikai felszerelések, számítógépek, programok, feldolgozóközpontok stb.) mellett.

Ezen munkái mellett – részben azokkal párhuzamosan – 1988-ban megbízást kapott az ELGI Humánpolitikai Osztályának vezetésére. Ezt 1992-es nyugdíjazásáig, majd ezután megbízási szerződéssel végezte. A Magyar Geológiai Szolgálat 1993. évi megalakulásakor az új szervezet

Humánpolitikai Osztályának vezetésével bízták meg, amely feladatot 1999-ig látta el.

Szakmai munkáját Magyarországon két alkalommal a Földtani Kutatás Kiváló Dolgozója címmel, Mongóliában a Vízügyi Minisztérium miniszteri dicséretével, majd a Geológiai Minisztérium Kiváló Dolgozó kitüntetésével honorálták. Később itthon megkapta a Pro Geophysica elismerést.

Az expedíciók menedzselése mellett egyéb, kifejezetten szakmai munkái is voltak. Például a 80-as években Tóni és Verő László közreműködésével elkészült egy, a HP-97 programozható kalkulátorra írt program a mongóliai gravitációs mérések kiegyenlítésére. Nem akármilyen mérések voltak ezek: Mongólia gravitációs alaphálózatának kialakítása volt a cél. A méréseket repülővel végezték, a műszerjárás kiküszöbölésére időnként vissza-visszatértek a bázisokra, ezeket az adatokat kellett kiegyenlíteni.

A mongóliai expedíciók évtizedek alatt minden bizonytalanságot több száz geofizikusnak, geológusnak, technikusnak, gépkocsivezetőnek tettek lehetővé egyebek mellett anyagi gyarapodást is. Sokan – köztük én is – első lakásukat tudták megvenni a mongóliai keresetükből. És ne felejtkezzünk el a tartós külföldi kiküldetés miatti kedvezményes kocsivásárlási lehetőségről se, ami a hatvanas-hetvenes években komoly előnynek számított. Sőt, esetemben még az is nagy szakmai plusz, hogy én az első komolyabb terepi tapasztalataimat Mongóliában szereztem, és pedig olyan komplex kutatócsoportban, amilyen akkor itthon nem létezett.

Amikor a KGST-tagországok földtani együttműködése (segítségnyújtása) már más országokra is kiterjedt, szinte magától értetődő volt, hogy ezekkel a tapasztalatokkal felvértezve megkapta a kubai expedíciók hasonló szervezésének „nemes” feladatát. Mint mindkét országba kiküldött geofizikus szakértő visszatekintve elmondhatom, hogy a szakemberek kiválasztása, aztán a terepi munka, a táborozás alatt előforduló kisebb-nagyobb konfliktusok megoldása vagy megelőzése bizonyára nem volt könnyű feladat, mégis ezek az expedíciók alapján véve jól megszervezetten működtek, tudomásom szerint nagyobb botrány az évtizedek alatt nem volt. Úgy gondolom, nem a múltat megszépítő idő mondatja velem: nagyon örülök, hogy hosszabb-rövidebb ideig mindkét országba szervezett expedíciók tagja lehettem.

Köszönöm Mészárosné Jellinek Beátának és Verő Lászlónak a megemlékezés szakmai részének összeállításához nyújtott segítségét.

Draskovits Pál

Nyitrai Tibor

1925 – 2019

Nyitrai Tibor 1925. július 18-án született Gebén. Hosszú pályafutását az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben 1943 nyarán kezdte, amikor érettségi után napidíjasként néhány hónapig egy Eötvös-inga csoportnál dolgozott. Ezt követte jogi tanulmányainak megkezdése, majd a világháború, amely számára a harcteret és négy év hadifogságot jelentett a Szovjetunióban. 1949 tavaszán került haza és egyben vissza az Intézethez, ahol kezdetben ismét Eötvös-inga- majd a graviméteres mérésekben vett részt.

1954-ben megbízást kapott az újonnan felépült Tihanyi Observatórium földmágneses méréseinek megszervezésére, a folyamatos földmágneses regisztrálás elindítására és az observatórium vezetésére. A Tihanyi Observatórium tevékenységének sikeres elindítása mellett a háború miatt félbeszakadt jogi tanulmányait is befejezte, majd 1961-ben geofizikus mérnöki diplomát is szerzett a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen.

A geofizikus diploma megszerzése után a Dunántúli Középhegységnek és peremterületeinek komplex geofizikai kutatásainál a geoelektromos mérések témafelelőse lett. A vizsgálatok célja perspektivikus barnaköszén- és bauxitlelőhelyek felkutatása és körülhatárolása volt.



Nyitrai Tibor
1925 – 2019

Két alkalommal, 1964-ben és 1969–70-ben csoportvezetőként Mongóliában a vízkutató expedícióban dolgozott. Hazatérve a Szeizmikus és Számítástechnikai Főosztályra került mint szeizmikus kiértékelő, itt is témafelelősként vett részt a dunántúli kutatásokban.

1978–81 között tanácsadóként Kubában dolgozott, ahol a kutatási tervek és jelentések értékelésénél kiválóan kamatoztatta sokoldalú szakmai ismereteit.

1985-ben tudományos főmunkatársként ment nyugdíjba.

Nyitrai Tibor sokrétű és eredményes szakmai tevékenységét az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet és az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány 2005-ben a „Pro Geophysica” emlékéremmel ismerte el.

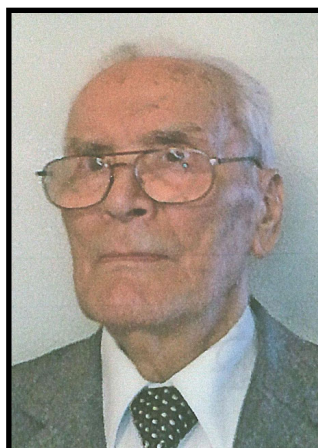
Idén, július 11-én 93 éves korában hunyt el. Temetése a Szent Adalbert Plébánia Templom urnatemetőjében volt augusztus 5-én.

Személyében Eötvös Loránd egykori intézetének egyik legrégebbi és egyben legsokoldalúbb kutatójától búcsúzunk, aki a különböző geofizikai módszereket átfogóan ismerte és eredményesen alkalmazta, külföldön is méltóképpen képviselve a magyar geofizikát.

Kedves Tibor, hosszú életed után nyugodj békében!

Baráth István

Várkonyi László
a Magyar Geofizikusok Egyesületének alapító tagja
1934 – 2019



Várkonyi László
1934 – 2019

Szomorú szívvel tudatjuk, hogy egyesületünk alapító tagja, Várkonyi László súlyos betegség után, 85 éves korában 2019. szeptember 7-én elhunyt.

Emlékét megőrizzük!

MGE titkárság

Rendezvénynaptár

2019. október		
okt. 3–5.	A Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Geofizikusok Egyesülete közös Vándorgyűlése	Balatonfüred
okt. 17.	Az egbelli mérés emlékülése	Gbely, Szlovákia
2019. november		
nov. 18–20.	Fifth EAGE Workshop on Borehole Geophysics: Bridging the Gap between Surface and Reservoir	Hága, Hollandia
nov. 22.	EAGE/BVG/FKPE Joint Workshop on Borehole Geophysics and Geothermal Energy	München, Németország
nov. 28–29.	1st Indian Near Surface Geophysics Conference & Exhibition	New Delhi, India
2020. február		
febr. 10–12.	5th EAGE Workshop on Rock Physics	Milano, Olaszország
2020. március		
márc. 2–5.	36th International Geological Congress	New Delhi, India
márc. 23–26.	8th EAGE Workshop on Passive Seismic	Prága, Cseh Köztársaság
2020. április		
ápr. 6–9.	Saint Petersburg 2020, Geosciences: Converting Knowledge into Resources	Szentpétervár, Oroszország
2020. május		
máj. 3–8.	EGU General Assembly 2020	Bécs, Ausztria
2020. június		
jún. 8–11.	82nd EAGE Conference & Exhibition 2020	Amsterdam, Hollandia
jún. 20–24.	61st SPWLA 2020 – The Society of Petrophysicists and Well Log Analysts Annual Symposium	Fairmont Banff Springs, Kanada
2020. augusztus		
aug. 30– szept. 3.	Near Surface Geoscience Conference & Exhibition	Belgrád, Szerbia
2020. október		
okt. 11–16.	SEG International Exposition and 90th Annual Meeting	Houston, Texas, USA

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

Szerkesztőség

Eötvös Loránd kettős ingájának első példánya a Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékének Csókás János-teremében



MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

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

E-mail: postmaster@mageof.t-online.hu; Honlap: www.mageof.hu

