

MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

A MAGYAR
GEOFIZIKUSOK
EGYESÜLETÉNEK
FOLYÓIRATA



JOURNAL OF THE
ASSOCIATION
OF HUNGARIAN
GEOPHYSICISTS

Beszámoló a 49. Ifjú Szakemberek Ankétjáról

A Magyar Geofizikusok Egyesületének 2018. évi közgyűlése

A Magyar Geofizikusok Egyesületének 2017. évi pénzügyi beszámolója

A Magyar Geofizikusokért Alapítvány közgyűlési beszámolója

A Magyar Geofizikusokért Alapítvány 2017. évi pénzügyi beszámolója

Műholdradar-interferometriás alkalmazások fejlesztése
a tektonikus folyamatok megfigyelésében

Tudománytörténeti értékek: a budafapusztai olajmező
megtalálásának története

A 2001 R mélyfúrás-geofizikai berendezés

Az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány 2017. évi beszámolója

In Memoriam:

Redlerné dr. Tátrai Marianna



MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

59. évfolyam (2018) 1. szám



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

TARTALOM • CONTENTS

MGE HÍREK • NEWS OF ASSOCIATION OF HUNGARIAN GEOPHYSICISTS

- 3 Ifjú Szakemberek Ankétja – 2018 (Report on 49th Meeting of Young Geoscientists)– *Petrovszki J.*
7 A Magyar Geofizikusok Egyesületének 2018. évi közgyűlése (General Assembly of AHG) – *Hegedűsné Petró E.*
11 A Magyar Geofizikusok Egyesülete 2017. évi egyszerűsített pénzügyi beszámolója (Disclosure statement of AHG) – *Hegedűsné Petró E.*
14 A Magyar Geofizikusokért Alapítvány közgyűlési beszámolója (Report on General Assembly of FHG) – *Gombár L.*
15 A Magyar Geofizikusért Alapítvány 2017. évi egyszerűsített pénzügyi mérlege (Disclosure statement of FHG) – *Gombár L.*

TANULMÁNY • PAPER

- 18 Műholdradar-interferometriás alkalmazások fejlesztése a tektonikus folyamatok megfigyelésében (Development of satellite radar interferometry applications for observation of tectonic processes) – *Bányai L., Nagy L., Bozsó I., Szűcs E., Wesztergom V.*

TUDOMÁNYTÖRTÉNET • SCIENCE HISTORY

- 31 Tudománytörténeti értékek: a budafapusztai olajmező megtalálásának története – *Kovács B.*
38 A 2001 R mélyfúrás-geofizikai berendezés – *Rezsabek N.*

HÍREK • NEWS

- 40 Jelentés az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány 2017. évi munkájáról – *Pályi A.*

IN MEMORIAM

- 43 Redlerné dr. Tátrai Marianna – *Szerkesztőség*

MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

59. évfolyam (2018) 1. szám

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

Főszerkesztő • Editor-in-Chief

DR. BODOKY TAMÁS

E-mail: mageofedit@gmail.com

Szerkesztőbizottság • Editorial Board

DR. BARÁTH ISTVÁN, DR. GALSA ATTILA, KAKAS KRISTÓF,

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: Magyar Balázs

Készült: mondAt Kft., 2600 Vác, Nadas u. 2.
Felelős vezető: Nagy László 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

Ifjú Szakemberek Ankétja – 2018

Beszámoló a 49. Ifjú Szakemberek Ankétjáról



A 49. Ifjú Szakemberek Ankétja 2018. április 6–7-én került megrendezésre Hajdúszoboszlón, a Hotel Silver épületében, az MGE és MFT közös szervezésében. Az ifjú szakemberek részvételét mindkét egyesület jelentősen támogatta. A résztvevők 33 szóbeli előadást és 13 posztert tekinthettek meg. A poszterszekció ismét két részletben zajlott, pénteken ebéd előtt egy rövid, 3 perces bemutatóban mindenki ismertethette a posztere lényegét és a legfontosabb eredményeit. A poszterek tényleges bemutatására és a diskusziójára pedig a vacsorát megelőző 1 órában volt lehetőség. A poszterek minőségét és az elvégzett munkák hasznosságát jelzi, hogy ez az egy óra gyakorlatilag másfélre növekedett.

Az elhangzott előadásokat egy 6 tagú zsűri értékelt, a saját munka, tartalom, külalak és előadásmód szempont-

jából is. Idén a zsűrit *Erőss Anita, Tóth Emőke, Török Kálmán, Timár Gábor, Plank Zsuzsanna* és *Zahuczki Péter* alkotta. Az előadók felkészülten érkeztek, a rendelkezésükre álló időkorlátokat betartották.

A színvonalas bemutatókból mindenki számára kiderült a fiatal kutatók szakmai felkészültsége és igényes kutatómunkája. A zsűri értékelése alapján mindhárom kategóriában (elméleti, gyakorlati, poszter) megosztott harmadik helyezések is kialakultak. Ezenfelül a vállalatok és intézetek felajánlásainak köszönhetően 16 különdíj került kiosztásra. Az előadások diái a <http://isza.hu> oldalon lesznek elérhetők, az eseményen készült fényképek pedig a Facebook-oldalunkon. Minden résztvevőnek gratulálunk eredményéhez, s további sikeres munkát kívánunk!

A szervezőbizottság nevében:
Petrovszki Judit

A 49. Ifjú Szakemberek Ankétja díjazottjai

Gyakorlati kategória

1. Research of springs around Esztergom
Emese Pánczél, Anita Erőss, Katalin Csondor
Eötvös Loránd University, Dept. of Physical and Applied Geology, József and Erzsébet Tóth Endowed Hydrogeology Chair, Budapest
2. Spatial Correlation Structure of Precipitation Water Stable Isotopes accross the Iberian Peninsula determined by variography
Dániel Erdélyi
Eötvös Loránd University, Centre for Environmental Sciences, Budapest

3. Identification of carboniferous rocks based on rock physics properties and seismic attribute analysis

Dávid Holló

MOL Group, E&P Development Geosciences

Petroleum systems analysis of north-eastern Great Hungarian Plain based on simulation results of a 2D numerical model

Zsófia Harold

Dept. of Physical and Applied Geology, Eötvös Loránd University

Elméleti kategória

1. Silicate melt inclusions and H isotope compositions of amphiboles recording quartzite–basanite interaction processes in the Bulhary (Bolgárom) maar, Nógrád–Gömör Volcanic Field
*Thomas Pieter Lange*¹, Tamás Sági¹, Attila Demény², Márta Berkesi^{1,3}, László E. Aradi^{1,3}, Sándor Józsa¹
¹Dept. of Petrology and Geochemistry, Eötvös Loránd University, ²Institute for Geological and Geochemical Research, RCAES, Hungarian Academy of Sciences, ³Lithosphere Fluid Research Lab., Eötvös Loránd University
2. The interaction of basin-scale topography-driven groundwater flow and free thermal convection
Márk Szijártó^{1,3}, Attila Galsa¹, Ádám Tóth^{2,3}, Judit Mádl-Szőnyi^{2,3}
¹Eötvös Loránd University, Dept. of Geophysics and Space Science, ²Dept. of Physical and Applied Geology, ³József & Erzsébet Tóth Endowed Hydrogeology Chair, Budapest
3. Hierarchical cluster analysis and multiple event relocation of Hungarian seismic event clusters between 2000 and 2016
*Barbara Czece*¹, Bálint Süle², Gábor Timár¹, István Bondár²
¹Eötvös Loránd University, Dept. of Geophysics and Space Science, Budapest, Hungary, ²Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences

Simulation of the heterogeneous nucleation of Mg-bearing calcite from Lake Balaton under controlled conditions

*Zsombor Molnár*¹, Tamás Váczi^{1,2}, Ágnes Rostási³, Mihály Pósfai³

¹Eötvös Loránd University, Dept. of Mineralogy, ²MTA Wigner Research Center, Dept. of Applied and Nonlinear Optics, ³University of Pannonia, Dept. of Earth and Environmental Science

Poszterkategória

1. Structural mapping, well data and stress field analysis in the surroundings of the Nékézseny Thrust Fault, NE Hungary
*Éva Oravec*¹, László Fodor^{2,3}, Szilvia Kövér²
¹Eötvös Loránd University, Budapest, ²MTA–ELTE Geological, Geophysical and Space Science Research Group, ³MTA–ELTE Volcanological Research Group
2. Biospheroid C-14 analyses for soil dating – tests on recent topsoils
Virág Gergely
Dept. of Mineralogy and Geology, University of Debrecen
3. Numerical characterization of multitemporal Sentinel-1 radar imagery for agricultural applications
Vivien Pacskó^{1,2}, Gábor Molnár^{1,3}, Zoltán Friedl^{1,2}, Gizella Nádor², Mátyás Rada², György Surek²
¹Eötvös Loránd University, ²Government Office of the Capital City Budapest Dept. of Geodesy Remote Sensing and Land Offices Directorate of Remote Sensing and Satellite Geodesy, ³MTA–ELTE Geological, Geophysical and Space Sciences Research Group, Hungarian Academy of Sciences at Eötvös University

Cross-section restoration of the Zagyva-through, Northern Hungary: possibilities and limits of the extensional balancing in the Pannonian basin

Balázs Soós

MOL Group Exploration CEE & CIS

* * *

Különdíjak

Első előadói díj

Magnetic parameter estimation of archeological object

Máté Telek, Péter Steinbach

Dept. of Geophysics and Space Science, Eötvös Loránd University

Biocentrum Kft. – arany

Exploration of Keresztshalom

András Virók

Biocentrum Kft. – ezüst

Mineralogical characterization and genetics of graphite from Dédestapolcsány, Uppony Mts.

Livia Majoros

University of Miskolc, Dept. of Mineralogy and Petrology

Elgoscar 2000 Kft.

Modern microseismic monitoring in Hungary

Dalma Trosits, Márta Kiszely, Péter Mónus, László Tóth

GeoRisk Ltd.

Geo-Log Kft.

Particle swarm optimization assisted factor analysis as a new tool for lithological characterization of sedimentary rocks

Armand Abordán^{1,2}

¹Dept. of Geophysics, University of Miskolc, Miskolc, Hungary, ²MTA–ME Geoengineering Research Group, University of Miskolc, Miskolc, Hungary

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

How to use sensitivity and loadability assessment reports for groundwater flow system evaluation?

Zsóka Szabó, Judit Mádl-Szőnyi

Erzsébet and József Tóth Endowed Hydrogeology Chair, Dept. of Physical and Applied Geology, Eötvös Loránd University

Mecsekérc Zrt.

Integrated stratigraphic results from the Lower Pannonian section of the Guşteriţa clay pit (Transylvanian Basin, Romania)

Dániel Botka^{1,2}

¹Dept. of Palaeontology, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary, ²MOL Group, Budapest, Hungary

Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány

Böckh János-díj

Pannonian ostracod faunas from Iharosberény-I well, S Hungary

Vivien Csoma

Eötvös Loránd University, Dept. of Palaeontology

Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány

Szilárd József-díj

3D geophysical model of the Danube Basin based on gravity modelling

Zsófia Zalai

Eötvös Loránd University, Dept. of Geophysics and Space Sciences, Budapest, Hungary

Magyarhoni Földtani Társulat különdíja

Preliminary observations on low-temperature shearing and folding of Middle Jurassic siliciclastic formations, SW Bükk, Hungary

Benjamin Scherman¹, Melinda Fialowski¹, László Fodor^{1,2}, Szilvia Kövér¹, Martin Reiser³

¹MTA–ELTE Geological, Geophysical and Space Science Research Group of the Hungarian Academy of Sciences at Eötvös University, ²MTA–ELTE Volcanology Research Group of the Hungarian Academy of Sciences, ³Geological Survey of Austria, Wien

Magyarhoni Földtani Társulat Ifjúsági Bizottságának különdíja

Mobility study of potentially toxic elements from the H2 and H7 waste dumps in the Recsk mining area

Péter Szabó

Eötvös Loránd University, Dept. of Petrology and Geochemistry

Mining Support Kft.

Stable C, O and H isotope composition determination of carbonates from natural CO₂ occurrences

Dóra Cseresznyés¹, Csilla Király², Zsuzsanna Szabó³

¹Lithosphere Fluid Research Lab., Eötvös University, ²Geographical Institute, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, ³Mining and Geological Survey of Hungary

Min-Geo Kft.

Geological mapping on the Balaton Highland with complex geophysical methods

István Bóna

Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

MOL Nyrt.

Quantification and visualization of spatial uncertainty of petroleum reservoir models, regarding flow parameters

Mihály Apró¹, Gergely Dabi²

¹Dept. of Geology and Paleontology, University of Szeged, ²Dept. of Mineralogy, Geochemistry and Petrography
University of Szeged

O&G Development Kft.

Evaluation of geometrical parameters in the case of structural elements of a deep water submarine fan system (Algyő
HC field)

Szabolcs Borka

University of Szeged, Dept. of Geology and Paleontology

* * *

Közönségdíj és előadását az MGE Közgyűlésen bemutatja

The interaction of basin-scale topography-driven groundwater flow and free thermal convection

Márk Szijártó^{1,3}, Attila Galsa¹, Ádám Tóth^{2,3}, Judit Mádl-Szőnyi^{2,3}

¹Eötvös Loránd University, Dept. of Geophysics and Space Science, ²Dept. of Physical and Applied Geology,

³József & Erzsébet Tóth Endowed Hydrogeology Chair, Budapest

A Magyar Geofizikusok Egyesületének 2018. évi közgyűlése

2018. évi közgyűlését a Magyar Geofizikusok Egyesülete az egykori Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, ma a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Columbus utcai konferenciatermében tartotta 2018. április 27-én délután. A közgyűlésen a jelenléti ív tanúsága szerint 84 tagtársunk vett részt.

Az Egyesület 64. közgyűlését *Magyar Balázs*, az Egyesület elnöke nyitotta meg. A Közgyűlés a Himnusz eléneklésével kezdődött.



Az Elnökség a Himnusz-t éneklő (Magyar Balázs elnök, Petrowszky Judit általános titkár, Zelei Gábor alelnök, Horváth Zsolt második alelnök)

Az elnök a jegyzőkönyv vezetésére *Hegedűsné Petró Erzsébet*-et, a jegyzőkönyv hitelesítésére *dr. Baráth Istvánt* és *Zsadányi Évát* kérte fel közreműködésüket előre is köszönve.

A jelenlévők egyöntetűen elfogadták az előzetesen kiadott napirendet és valamennyien elfogadták a javasolt személyek közreműködését. Ezután *Magyar Balázs* elnök megnyitotta a Közgyűlést köszöntve meghívottakat:

A Magyarhoni Földtani Társulat elnökét *dr. Budai Tamást*, főtitkárukát *dr. Babinszky Editet*, valamint ügyvezető igazgatójukat *Krivánné Horváth Ágnes*-t. Köszöntötte a FöCiK tagegyesületek képviselőit: a Magyar Földmérési Térképészeti és Távérzékelési Társaság, a Magyar Földrajzi Társaság, a Magyar Meteorológia Társaság, a Magyar Természettudományi Társulat, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Szilikátipari Tudományos Egyesület, a Magyar Hidrológiai Társaság és a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat képviselőjét.

Majd az Egyesület jogi tagjainak és az Egyesület támogatóinak képviselőit köszöntötte az elnök:

ELGOSCAR 2000 Kft. részéről – *Stickel János* urat, Geo-Log Kft. – *Szongoth Gábor* ügyvezető igazgató urat, Acoustic Kft. – *Molnár Imre* ügyvezető igazgató urat, Geomega Kft. – *Tóth Tamás* ügyvezető igazgató urat, Mecsekérc Zrt. – *Molnár János* vezérigazgató urat, MOL Nyrt. – *Zahuczki Péter* urat,

Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat elnökét, *Zelei Gábor* urat,

Min-Geo Kft. ügyvezető igazgatóját, *Neducza Boriszláv* urat,

Mining Support Kft képviselőjét,

O&GD Central Kft. képviselőjét *Breitner Dániel* urat,

Miskolci Egyetem képviselőjét,

ELTE képviselőjét,

Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány képviselőjét, *Pályi*

András urat,

Magyar Geofizikusokért Alapítvány képviselőjét,

MTA CSFK GGI képviselőjét.

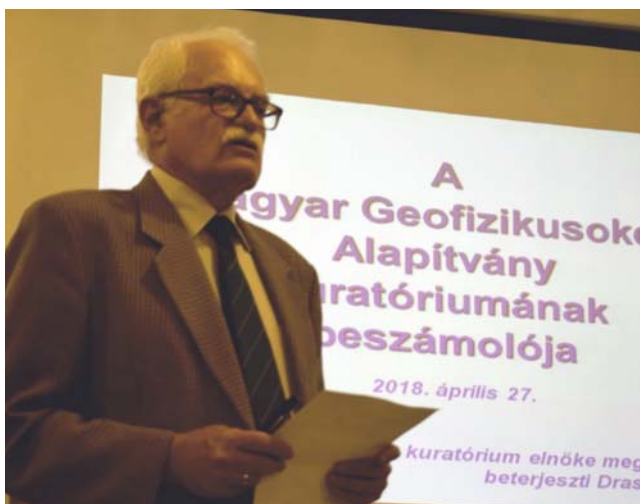
Az elnök üdvözlő beszédében arról beszélt, hogy tagságunk átlagéletkora most kb. 55,2 év. Kívánatos lenne ezen javítani azzal, hogy több fiatal csatlakozzék az Egyesülethez, akik tovább viszik, ápolják a hagyományokat. Majd felkérte a jelenlévőket, hogy egy perces néma felállással emlékezzenek meg az elmúlt évben elhunyt

dr. Ferenczy László, Jesch Aladár, Liszt Ferenc, Madarasi András, dr. Márcz Ferenc, dr. Müller Pál, dr. Polcz Ivánné Mezey Mária, Rumpler János

tagtársainkról.

Ezután *Petrowszky Judit* általános titkár tartotta meg 2017. évi titkári beszámolóját. Csak röviden ismertette a 2017. év eseményeit, mert mint minden évben, idén is eljuttattuk valamennyi tagunkhoz a részletes 2017. évi titkári beszámolót írásban.

Beszámolója szerint 2017-ben is az alapszabályunkban foglaltak szerint végeztük munkánkat. Eleget tettünk a közhasznúsági kritériumoknak, melyek a közhasznúság megszerzéséhez, megtartásához szükségesek, így megőriztük közhasznú jogállásunkat. Megtartottuk éves nagyrendezvényünket az Ifjú Szakemberek Ankétját Kaposváron. Kapcsolatot tartottunk iskolákkal, részt vettünk a Földtudományos Forгатagon. Hangsúlyt fektettünk a hagyományok ápolására, pl. Eötvös Loránd sírját ismét megkoszorúztuk halála évfordulóján. Pénzügyi tervünket nem tudtuk a terv szerint teljesíteni, mivel a kiadásaink magasabbak voltak, de mivel a bevételeink is nőttek, ered-



Draskovits Pál dr. a Magyar Geofizikusokért Alapítvány beszámolóját tartja

ményes évet zártunk köszönhetően a takarékos gazdálkodásnak.

Az elnök megköszönte az titkár beszámolóját és felkérte Draskovits Pál kuratóriumi tagot, hogy Gombár László kuratóriumi elnök távollétében tartsa meg, a Magyar Geofizikusokért Alapítvány 2017. évi beszámolóját.

Draskovits Pál elmondta, hogy a Magyar Geofizikusokért Alapítvány immár csaknem 30 éves. Az alapítás óta változatlanok az Alapítvány céljai, ezek a 36 év alatti fiatal szakemberek konferenciákon való részvételének, illetve a szociálisan rászoruló idős kollégák anyagi támogatása. Az alapítás után 9 évvel közhasznú lett az Alapítvány, így aki arra érdemesnek tartja az Alapítványt, felajánlhatja évről évre adója 1%-át. A bevétel háromnegyede minden évben a MOL támogatásából jön be, melyre nagyon rá van szoruló az Alapítvány. Két magánszemély is támogatta az Alapítványt 2017-ben. Ismertette az Alapítvány támogatási szisztémáját, illetve hogy milyen támogatásokat adtak az előző évben, egyúttal kéri, hogy akik a környezetükben szociális támogatásra szoruló idős kollégákról tudnak, azt jelezzék az Alapítványnak.

Ismertette a 2018-ra tervezett költségvetést, amely nem nagyon tér el az előző évek költségvetéseitől. Végül felhívta a figyelmet arra, hogy az Alapítvány csak már elfogadott előadással pályázó kollégákat támogat.

Az elnök megköszönte a beszámolót és felkérte Kaszás Lászlót, a Magyar Geofizikusok Egyesületének és a Magyar Geofizikusokért Alapítvány közös Felügyelőbizottságának elnökét, hogy tartsa meg éves beszámolóját.

Kaszás László bevezetésként elmondta, hogy egy korábbi közgyűlési határozat szerint egy Felügyelőbizottsága van az Egyesületnek és az Alapítványnak. A Felügyelőbizottság megkapta a pénzügyi adatokat a Magyar Geofizikusok Egyesületétől, melyeket ellenőriztek és valósnak találtak. 2017-ben ismét pozitív szaldóval zárta gazdasági tevékenységét az Egyesület. Értéken futtatott tárgyi eszköze jelenleg nincs az Egyesületnek. Megvizsgálták az Egyesület eredményét közhasznúság szempontjából is,

amelyet rendben találtak, így az MGE 2017-ben is megőrizte közhasznúságát. Zárásként elmondja, hogy a Felügyelőbizottságnak a gazdálkodással kapcsolatban negatív észrevétele nincs. Alapszabály-ellenes működésről jelzést nem kaptak, ezért javasolja a Bizottság a Közgyűlésnek, hogy a 2017. évi pénzügyi beszámolót fogadja el.

Kaszás László ezután rátért a Magyar Geofizikusokért Alapítvány 2017. évi gazdálkodásának ellenőrzéséről készült beszámolójára. Nagyon részletes adatokat kaptak a működésre vonatkozóan. Az Alapítvány részéről elhangzott részletes beszámolót csak megerősíteni tudta, miszerint az Alapszabályban leírtak szerint működött az Alapítvány. A működéssel kapcsolatban mindent rendben találtak. Itt is teljesültek a közhasznúsági kritériumok. Jogszabálysértést nem tapasztaltak, ilyen irányú bejelentés nem érkezett hozzájuk, ezért a Felügyelőbizottság javasolja a Közgyűlésnek az Alapítvány 2017. évi beszámolójának elfogadását is.

A Felügyelőbizottság megkapta az MGE 2018-as tervét is. Azt az elmúlt évek terveihez hasonlóan takarékosnak ítélte meg, de sajnos az intézményi támogatások elmaradása miatt lehetséges, hogy majd nem sikerül tartani a tervet, mert a kiadásokat már nincs hová csökkenteni. Ezúton is kéri az intézményeket, hogy lehetőségeikhez mérten támogassák az Egyesület működését.

Ezt követően az elnök megköszönte a Felügyelőbizottság beszámolóját. A beszámolóból az látszik – emelte ki –, hogy az Egyesület továbbra is szeretné megőrizni törzstőkéjét, ami lehetővé teszi, hogy minél tovább tarthassa fenn a közhasznúságát, illetve működése a tervek szerint zökkenőmentes lehessen. Ehhez azonban anyagi segítségre van szükség, tehát bővíteni kellene a támogatók körét, illetve itt kéri a jelenlévőket, hogy ha mód van rá, ajánlják fel jövedelemadójuk 1%-át az Egyesületnek. Itt szólt az É-magyarországi területi csoport rendkívüli aktivitásáról, melyet ezúton is megköszönt. Az Inverziós Anket kiváló szervezésében is részt vettek a csoport tagjai. Megköszönte a Magyarhoni Földtani Társulat immár leköszönő vezetőinek és Tardy Jánosnak is, hogy tevékenyen részt vettek az „Eötvös 100” évforduló előkészületeiben, és partnerei voltak az Egyesületnek. Végül megkérdezte, hogy a jelenlévők közül van-e valakinek észrevétele, kérdése az elhangzott beszámolókkal kapcsolatban.



A Közgyűlés szavaz

Szabó Zoltán szeretné kiigazítani a hallottakat, mert Eötvös Loránd halálának évfordulója április 11-én van, tehát tévesen hangzott el az április 8-i időpont.

Az elnök megköszönte a hozzászólást, és megkérdezte, a titkári beszámolóval kapcsolatban szeretne-e még valaki kérdést feltenni vagy hozzászólni az elhangzottakhoz. Mivel nem volt kérdés, kérte, hogy a Közgyűlés kézfeltartással szavazzon, hogy elfogadja-e a titkár, beszámolóját a 2017-es évről.

A titkári beszámolót a Közgyűlés egyöntetűen, ellenszavazat és tartózkodás nélkül elfogadta.

Uganígy, a Közgyűlés a Magyar Geofizikusokért Alapítvány beszámolóját is egyöntetűen, ellenszavazat és tartózkodás nélkül fogadta el.

A Felügyelőbizottság beszámolójával kapcsolatban sem volt kérdés vagy hozzászólás, a Közgyűlés a Felügyelőbizottság beszámolóját szintén egyöntetűen, ellenszavazat nélkül elfogadta.

Magyar Balázs elnök megköszönte a szavazáson való részvételt, és felkérte *Petrovszki Judit* általános titkárt, hogy ismertesse az Egyesület 2018. évi pénzügyi tervét.

A titkár utalt arra, hogy elhangzott már, jó lenne, ha további anyagi támogatókat tudnánk szerezni az Egyesületnek. Az idén elmarad a vándorgyűlés, mert az Eötvös-évforduló alkalmából közösen tartunk vándorgyűlést a Magyarhoni Földtani Társulattal 2019. tavaszán. Így a vándorgyűlés kapcsán tervezhető bevétel is elmarad ebben az évben. Ennek ellenére megpróbáljuk tartani a tervben leírt pozitívumot, de ezt a folyamatosan romló támogatói tevékenység miatt nem biztos, hogy tartani tudjuk.

Az elnök elmondta, hogy a Magyarhoni Földtani Társulat és a Magyar Geofizikusok Egyesülete elnöksége közös elnökségi ülésén eldöntötte, hogy nem tartunk idén összel vándorgyűlést, Eötvös Loránd halálának 100. évfordulója alkalmából Balatonfüreden, 2019. májusában tartunk majd közösen vándorgyűlést, mely alkalommal egy rangos megemlékezést szeretnénk megszervezni.



Petrovszki Judit titkár az Egyed László-emlékermesek laudációját olvassa

Sok olyan terv van – ezeket röviden ismertette – a kerek évfordulóval kapcsolatban, melyek megvalósításában számít az Elnökség a tagság önkéntes munkájára is.

Majd megkérdezte, hogy van-e kérdés, hozzászólás az elhangzott 2018. évi pénzügyi tervhez.

Sem hozzászólás, sem kérdés nem hangzott el, a Közgyűlés egyhangú „igen” szavazattal – ellenszavazat és tartózkodás nélkül – elfogadta az MGE 2018. évi pénzügyi tervét.

Az elnök ezután a 2017. évet sikeresnek és lezártnak nyilvánította és lezárta.

A szavazások után 15 perces szünet következett, majd a Közgyűlés meghallgatta *Szűjártó Márk*, az idei Ifjú Szakemberek Ankétjának „Research of flood protection embankments with geophysical methods” című közönségdíjas előadását. Az előadás elhangzása után a kitüntetések átadásával folytatódott a Közgyűlés programja.

Egyed László-emlékérmeket kapott *dr. Polcz Iván*.

Dr. Polcz Iván több mint egy évtizeden át dolgozott az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet történeti anyagainak összegyűjtésén, szerkesztésén és esetenként megírásán is. Munkájának eredményeként született meg az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet történetét, kutatásait és eredményeit bemutató, könyv alakban megjelent, tudománytörténeti szakmunka. A szakkönyv a maga nemében egyedi, magas szakmai színvonalon összeállított és a geofizika jelenlegi hazai helyzetét figyelembe véve igen komoly aktualitással bíró mű. Az Emlékéremmel az MGE Elnöksége *dr. Polcz Iván* ezen tevékenységét ismerte el.



Polcz Iván dr. átveszi az Egyed László-emlékérmeket az elnöktől

Egyed László-emlékérmeket kapott *dr. Pethő Gábor*.

A Magyar Geofizikusok Egyesületének Elnöksége *Pethő Gábornak* az Egyed László-emlékérmeket egész szakmai élettevékenységéért ítélte oda.

A kitüntetések az elnök adta át, míg a laudációkat a titkár olvasta fel.

Ezután az elnök Emléklap kitüntetést adott át *Mészárosné Jelínek Beátának*, *Cserny Tibornak* és *Nádasi Endrének*.



Mészárosné Jelínek Beáta Egyesületi Emléklapot vesz át az elnöktől

Az Egyesület Tudományos Bizottságának javaslatára Kiss Anett „Kőzetfizikai modellek továbbfejlesztése a szeizmikus/akusztikus sebesség és a jóságai tényező nyomásfüggésének leírására” (*Magyar Geofizika*, 58/2, 57–65.) című cikkért Meskó Attila-díjat,

Czecze Barbara „A 2013.évi Heves megyei földrengéssorozat helymeghatározása többeseményes algoritmus-sal” (*Magyar Geofizika*, 58/3, 162–174.) című cikkéért Csókás János-díjat vehetett át.

Az elnök köszönetet mondott Zsadányi Évának, Vida Erzsébetnek és Kopcsa Józsefnének egész éves összekötői munkájukért.

A díjak kiosztásának sorában ezt követően az Ifjú Szakemberek 2018. évi Ankétjának díjai következtek. Ezt rész-



Czecze Barbara és az elnök a Csókás János-díjjal

letesen tárgyalja Petrovszky Juditnak az Ankétról írt és a jelen számban megjelent beszámolója, ezért ennek részletezésétől itt eltekintünk.

Az elnök gratulált a kitüntetésekhez, az elnyert díjakhoz. Megköszönte az Ifjúsági Ankét szervezőinek, Petrovszki Juditnak, Kiss Anettnek és Hegedűsné Petró Erzsébetnek a munkáját. Majd megköszönte valamennyi önkéntes munkáját, akik részt vettek az Egyesület rendezvényeinek megszervezésében, lebonyolításában, vagy bármilyen módon segítettek az Egyesület munkáját. Végül a Közgyűlést hivatalosan bezárta.

A Közgyűlés befejezésként elénekelt a Bányász Himnusz.

A közgyűlést állófogadás követte, ahol a tagtársaknak lehetőségük nyílt a személyes beszélgetésekre.

Hegedűsné Petró Erzsébet

Az eredeti képek a

<https://drive.google.com/drive/folders/1UGFwVh6CA0eJ5ja0rhcyWcpAIqs2qv9G?usp=sharing> linkről tölthető le.

Kakas Kristóf által az ISZA–2018-ról és a Közgyűlésről készített további képek a webes kiadványban találhatóak.

A 2018. évi Ifúsági Ankét díjainak átadása az Egyesület közgyűlésén

2018. április 27., Budapest



Elméleti kategória megosztott 1. díja: *Lange Thomas Pieter* (ELTE) –
átadta: *Magyar Balázs*



Gyakorlati kategória 1. díj: *Pánczél Emese* (ELTE) –
Magyar Balázs adta át



Elméleti kategória megosztott 1. díja: *Szijártó Márk* (ELTE) –
átadta: *Magyar Balázs*



Gyakorlati kategória 2. díj: *Erdélyi Dániel* (ELTE) –
Magyar Balázs adta át



Elméleti kategória 3. díj: *Molnár Zsombor* (ELTE) –
átadta: *Magyar Balázs*



Poszterkategória 2. díj: *Gergely Virág* (Debreceni Egyetem) –
átadta: *Magyar Balázs*



Poszterkategória 3. díj: *Pacskó Vivien* (ELTE) – átadta: *Magyar Balázs*



Magyarhoni Földtani Társulat Ifjúsági Bizottságának díja: *Szabó Péter*
– az oklevelet átadta: *Budai Tamás*



Az Ankét közönségdíját kapta: *Szijártó Márk* (ELTE) –
átadta: *Magyar Balázs*



A MOL Nyrt. különdíja: *Apró Mihály* (SZTE) –
átadta: *Zahuczki Péter*



Az Ankét első előadói díját kapta: *Telek Máté* (ELTE) –
átadta: *Magyar Balázs*



Az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány (ELGA) Szilárd József-díja:
Zalai Zsófia (ELTE) – átadta: *Pályi András* elnök



Magyarhoni Földtani Társulat különdíja: *Scherman Benjámin* –
az oklevelet átadta: *Budai Tamás*



Az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány (ELGA) Böckh János-díja:
Csoma Vivien (ELTE) – átadta: *Pályi András* elnök



Az ELGOSCAR 2000 Kft. különdíja: *Trosits Dalma* (GeoRisk Kft.) –
átadta: *Stickel János*



A Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) különdíja:
Szabó Zsóka (ELTE) – átadta: *Zelei Gábor* elnök



A Geo-Log Kft. különdíja: *Abordán Armand* (Miskolci Egyetem) –
átadta: *Szongoth Gábor*



A Min-Geo Kft. különdíja: *Bóna István* (ELTE) –
átadta: *Neducza Boriszláv*



O&GD Centrál Kft. különdíja: *Borka Szabolcs* (SZTE) –
átadta: *Breitner Dániel*



A Biocentrum Kft. I. díja: *Virók András* (Matuz Mérnök Kft.) –
átadta: *Magyar Balázs*

A képeket *Kakas Kristóf* készítette

A Magyar Geofizikusok Egyesületének rendes évi közgyűlése – képes beszámoló

2018. április 27., Budapest



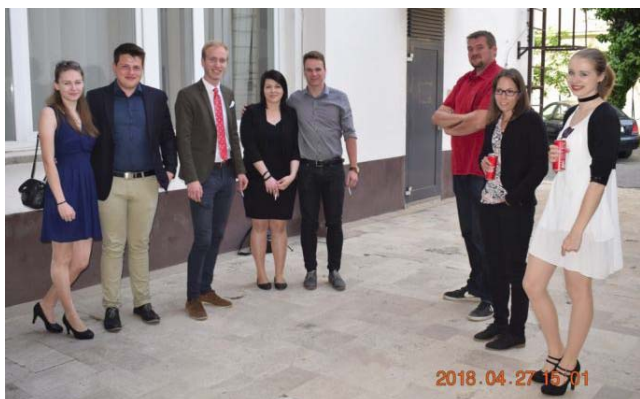
A Közgyűlés első percei: a jelenlevők és az elnökség a Himnuszt éneklék



Draskovits Pál az Alapítvány beszámolóját tartja



Petrovszki Judit előterjeszti az MGE 2018. évi pénzügyi tervét



A Közgyűlés szünetében...



Vendégeink: Tardi János és Baksa Csaba



Az ISZA közönségdíjas Szijártó Márk előadását tartja



Az Egyesület Egyed László-emlékérmét dr. Polcz Iván és dr. Pethő Gábor kapta





Egyesületi emléklapot kapott *Mészárosné Jelinek Beáta*



Meskó Attila-díjat kapott *Kiss Anett*




Csókás János-díjat kapott *Czece Barbara*



A Közgyűlés zárása: *Bányászhimnusz*

A képeket *Kakas Kristóf* készítette

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 2017. évi egyszerűsített pénzügyi beszámolója

	A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet	PK-342
2017. év		


Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Magyar Geofizikusok Egyesülete

Az egyszerűsített éves beszámoló mérlege			
<i>(Adatok ezer forintban.)</i>			
	Előző év	Előző év helyesbítése	Tárgyév
ESZKÖZÖK (AKTÍVÁK)			
A. Befektetett eszközök	16		11
I. Immateriális javak	16		11
II. Tárgyi eszközök	0		0
III. Befektetett pénzügyi eszközök	0		0
B. Forgóeszközök	74 093		75 129
I. Készletek	0		0
II. Követelések	160		135
III. Értékpapírok	70 580		72 499
IV. Pénzeszközök	3 353		2 495
C. Aktív időbeli elhatárolások	0		454
ESZKÖZÖK ÖSSZESEN	74 109		75 594
FORRÁSOK (PASSZÍVÁK)			
D. Saját tőke	70 507		71 892
I. Induló tőke/jegyzett tőke	6 473		6 473
II. Tőkeváltozás/eredmény	62 590		64 034
III. Lekötött tartalék	0		0
IV. Értékelési tartalék	0		0
V. Tárgyévi eredmény alaptevékenységből (közhasznú tevékenységből)	1 444		1 385
VI. Tárgyévi eredmény vállalkozási tevékenységből	0		0
E. Céltartalékok	0		0
F. Kötelezettségek	405		696
I. Hátrasorolt kötelezettségek	0		0
II. Hosszú lejáratú kötelezettségek	0		0
III. Rövid lejáratú kötelezettségek	405		696
G. Passzív időbeli elhatárolások	3 197		3 006
FORRÁSOK ÖSSZESEN	74 109		75 594

Ny.v.:2.1 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2018.03.29 10.25.01

	A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet	PK-342
2017. év		


Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Magyar Geofizikusok Egyesülete

Az egyszerűsített éves beszámoló eredménykimutatása									
<i>(Adatok ezer forintban.)</i>									
	Alaptevékenység			Vállalkozási tevékenység			Összesen		
	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév
1. Értékesítés nettó árbevétele	1 637		1 494				1 637		1 494
2. Aktivált saját teljesítmények értéke	0		0				0		0
3. Egyéb bevételek	11 392		9 726				11 392		9 726
ebből:									
- tagdíj	4 021		4 033				4 021		4 033
- alapítótól kapott befizetés	0		0				0		0
- támogatások	7 371		5 693				7 371		5 693
ebből: adományok	4 660		3 512				4 660		3 512
4. Pénzügyi műveletek bevételei	1 838		1 788				1 838		1 788
A. Összes bevétel (1+-2+3+4)	14 867		13 008				14 867		13 008
ebből: közhasznú tevékenység bevételei	8 998		7 187				8 998		7 187
5. Anyagjellegű ráfordítások	4 539		4 968				4 539		4 968
6. Személyi jellegű ráfordítások	7 587		6 107				7 587		6 107
ebből: vezető tisztségviselők juttatásai	0		0				0		0
7. Értékcsökkenési leírás	24		12				24		12
8. Egyéb ráfordítások	1 128		420				1 128		420
9. Pénzügyi műveletek ráfordításai	145		116				145		116
B. Összes ráfordítás (5+6+7+8+9)	13 423		11 623				13 423		11 623
ebből: közhasznú tevékenység ráfordításai	8 706		7 496				8 706		7 496
C. Adózás előtti eredmény (A-B)	1 444		1 385				1 444		1 385
10. Adófizetési kötelezettség	0		0				0		0
D. Tárgyévi eredmény (C-10)	1 444		1 385				1 444		1 385

Ny.v.:2.1 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2018.03.29 10.25.01

	A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet	PK-342
	2017. év	

Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Magyar Geofizikusok Egyesülete

Az egyszerűsített éves beszámoló eredménykimutatása 2.

(Adatok ezer forintban.)

	Alaptevékenység			Vállalkozási tevékenység			Összesen		
	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév
Tájékoztató adatok									
A. Központi költségvetési támogatás	284		182				284		182
ebből: - normatív támogatás	0		0				0		0
B. Helyi önkormányzati költségvetési támogatás	0		0				0		0
ebből: - normatív támogatás	0		0				0		0
C. Az Európai Unió strukturális alapjaiból, illetve a Kohéziós Alapból nyújtott támogatás	0		0				0		0
D. Az Európai Unió költségvetéséből vagy más államtól, nemzetközi szervezettől származó támogatás	0		1 054				0		1 054
E. A személyi jövedelemadó meghatározott részének az adózó rendelkezése szerinti felhasználásáról szóló 1996. évi CXXVI. törvény alapján átutalt összeg	380		316				380		316
F. Közszolgáltatási bevétel	0		0				0		0
G. Adományok	4 660		3 512				4 660		3 512

Könyvvizsgálói záradék

Az adatok könyvvizsgálattal alá vannak támasztva.

Igen

Nem

Ny.v.:2.1 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2018.03.29 10.25.01

A Magyar Geofizikusokért Alapítvány közgyűlési beszámolója

Az Alapítványt a Magyar Geofizikusok Egyesületének elnöksége alapította 1990-ben 300 eFt-os törzstőkével. A két legfontosabb alapítói cél egyrészt a 36 éven aluli geofizikusok műszaki, tudományos ismereteinek bővítése (pl. ösztöndíjak külföldi tanulmányokhoz, hozzájárulás konferenciárészvételi költségekhez). Másrészt a szociálisan rászoruló kollégák támogatása segélyek formájában.

Alapítványunk 1999-től közhasznú alapítvány lett: bárki felajánlhatja jövedelemadójának 1%-át az Alapítvány részére, és lehetőség nyílt arra, hogy ne csak egyesületi tagokat támogathassunk.

2011-ben a kuratórium úgy határozott, hogy véget vet az alaptőke felélésének, és csak az évente befolyó adományok és támogatások szintjén tartja a kifizetéseket.

Az elmúlt öt év során évente 1,2–1,4 MFt körüli kiadást terveztünk és kiadásaink egyszer sem lépték túl bevételeinket.

2017-ben csak két ifjú szakember jelentkezett támogatásért. Az ő külföldi konferenciákon való részvételéhez adtunk anyagi segítséget. Ezenkívül 9 rászoruló idős kolléga kapott szociális támogatást.

Bevételeink 2017-ben (Ft):

Kamatbevételek	18 693
SZJA 1%	54 988
MOL	1 000 000
Eötvös L. Geofizikai Alapítvány	80 000
Magyar Geofizikusok Egyesülete	144 400
Magán személyek (2 fő)	75 000
Összesen	1 373 081

Köszönet a MOL Nyrt., és a két ismeretlen magánszemély Alapítványunk részére nyújtott nagylelkű támogatásaiért.

Tervezett és tényleges kiadásaink 2017-ben:

Kiadás fajta	Tervezett összeg (Ft)	Tényleges kiadás (Ft)
Ifjúsági ankét	200 000	200 000
Ösztöndíjak	350 000	120 000
Szeniortalálkozó és -kirándulás	200 000	258 470
Szociális segélyek	350 000	375 000
Működési költség	200 000	181 256
Összesen	1 300 000	1 134 726

A 2018. január 1-én anyagi helyzetünk a következő volt:


Pénztár	1 460 Ft
Valutapénztár	775 Ft
Elszámolási betétszámla	1 796 323 Ft
Értékpapír K&H	1 367 205 Ft
Pénzpiaci Alap	2 063 758 Ft
2017. 12. 31.-i piaci érték	2 063 758 Ft
Összesen	3 165 793 Ft

A tervezett kiadások 2018-ra:

Kiadások	Tervezett összeg (eFt)
Ifjúsági ankét	200
Ösztöndíjak	350
Nyugdíjastalálkozó és -kirándulás	250
Szociális segélyek	300
Működési költség	200
Összesen	1 300

Gombár László,
a Magyar Geofizikusokért Alapítvány
kuratóriumának elnöke

A Magyar Geofizikusért Alapítvány 2017. évi egyszerűsített pénzügyi mérlege

	A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet	PK-342
2017. év		


Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Magyar Geofizikusokért Alapítvány

Az egyszerűsített éves beszámoló mérlege			
<i>(Adatok ezer forintban.)</i>			
	Előző év	Előző év helyesbítése	Tárgyév
ESZKÖZÖK (AKTÍVÁK)			
A. Befektetett eszközök			
I. Immateriális javak			
II. Tárgyi eszközök			
III. Befektetett pénzügyi eszközök			
B. Forgóeszközök	3 000		3 166
I. Készletek			
II. Követelések			
III. Értékpapírok	1 367		1 367
IV. Pénzeszközök	1 633		1 799
C. Aktív időbeli elhatárolások	5		5
ESZKÖZÖK ÖSSZESEN	3 005		3 171
FORRÁSOK (PASSZÍVÁK)			
D. Saját tőke	2 910		3 148
I. Induló tőke/jegyzett tőke	6 310		6 310
II. Tőkeváltozás/eredmény	-3 800		-3 400
III. Lekötött tartalék			
IV. Értékelési tartalék			
V. Tárgyévi eredmény alaptevékenységből (közhasznú tevékenységből)	400		238
VI. Tárgyévi eredmény vállalkozási tevékenységből			
E. Céltartalékok			
F. Kötelezettségek			
I. Hátrasorolt kötelezettségek			
II. Hosszú lejáratú kötelezettségek			
III. Rövid lejáratú kötelezettségek			
G. Passzív időbeli elhatárolások	95		23
FORRÁSOK ÖSSZESEN	3 005		3 171

Ny.v.:2.2 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2018.06.07 14.42.02

	A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet	PK-342
2017. év		

Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Magyar Geofizikusokért Alapítvány


Az egyszerűsített éves beszámoló eredménykimutatása

(Adatok ezer forintban.)

	Alaptevékenység			Vállalkozási tevékenység			Összesen		
	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév
1. Értékesítés nettó árbevétele									
2. Aktivált saját teljesítmények értéke									
3. Egyéb bevételek	1 519		1 354				1 519		1 354
ebből:									
- tagdíj									
- alapítótól kapott befizetés	247		144				247		144
- támogatások	1 271		1 210				1 271		1 210
ebből: adományok	1 224		1 155				1 224		1 155
4. Pénzügyi műveletek bevételei	14		19				14		19
A. Összes bevétel (1+2+3+4)	1 533		1 373				1 533		1 373
ebből: közhasznú tevékenység bevételei	1 533		1 373				1 533		1 373
5. Anyagjellegű ráfordítások	321		427				321		427
6. Személyi jellegű ráfordítások	612		504				612		504
ebből: vezető tisztségviselők juttatásai	0		0				0		0
7. Értékcsökkenési leírás	0		0				0		0
8. Egyéb ráfordítások	200		200				200		200
9. Pénzügyi műveletek ráfordításai			4						4
B. Összes ráfordítás (5+6+7+8+9)	1 133		1 135				1 133		1 135
ebből: közhasznú tevékenység ráfordításai	1 133		1 135				1 133		1 135
C. Adózás előtti eredmény (A-B)	400		238				400		238
10. Adófizetési kötelezettség									
D. Tárgyévi eredmény (C-10)	400		238				400		238

Ny.v.:2.2 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2018.06.07 14.42.02

	A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet	PK-342
2017. év		

Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Magyar Geofizikusokért Alapítvány

Az egyszerűsített éves beszámoló eredménykimutatása 2.

(Adatok ezer forintban.)

	Alaptevékenység			Vállalkozási tevékenység			Összesen		
	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév
Tájékoztató adatok									
A. Központi költségvetési támogatás									
ebből: - normatív támogatás									
B. Helyi önkormányzati költségvetési támogatás									
ebből: - normatív támogatás									
C. Az Európai Unió strukturális alapjaiból, illetve a Kohéziós Alapból nyújtott támogatás									
D. Az Európai Unió költségvetéséből vagy más államtól, nemzetközi szervezettől származó támogatás									
E. A személyi jövedelemadó meghatározott részének az adózó rendelkezése szerinti felhasználásáról szóló 1996. évi CXXVI. törvény alapján átutalt összeg	47		55				47		55
F. Közzolgáltatási bevétel									
G. Adományok	1 224		1 155				1 224		1 155

Könyvvizsgálói záradék

Az adatok könyvvizsgálattal alá vannak támasztva.

Igen

Nem

Ny.v.:2.2 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2018.06.07 14.42.02

Műholdradar-interferometriás alkalmazások fejlesztése a tektonikus folyamatok megfigyelésében

BÁNYAI L.¹, NAGY L.², BOZSÓ I.¹, SZÚCS E.^{1,®}, WESZTERGOM V.¹

¹MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézet, 9400 Sopron, Csatkai E. u. 6–8.

²BME Szélessávú Villamosságtan és Hírközlési Tanszék, 1111 Budapest, Egry József utca 18.

[®]E-mail: Szucs.Esster@csfk.mta.hu

A szintetizált apertúrájú radar (SAR) a földfelszín mikrohullámú reflexiós képét állítja elő. A radarfelvételek interferometrikus feldolgozása révén a fél hullámhosszon belüli elmozdulások nagy pontossággal határozhatók meg. A reflektált jel a reflektáló felület geometriai és elektromágneses tulajdonságaitól, valamint a szenzor jellemzőitől függ. A nagy időállandójú tektonikus folyamatok radarinterferometriai módszerrel történő megfigyeléséhez olyan markáns és stabil reflexiók szükségesek, amelyek kiemelkednek a háttérreflexióból. Ez a tanulmány a Sentinel-1 műhold (C-sáv, $\lambda = 5.55$ cm) paramétereire alapján tervezett, időben stabil fázist biztosító mesterséges passzív szórópontok (reflektorok) tervezését, a kapcsolódó vizsgálatokat és a megvalósult geodinamikai hálózatokat ismerteti röviden.

Kulcsszavak: mesterséges szórópont, Sentinel-1, InSAR, felszín deformáció

Bányai, L., Nagy, L., Bozsó, I., Szűcs, E., Wesztergom, V.: Development of satellite radar interferometry applications for observation of tectonic processes

The microwave synthetic aperture radar (SAR) systems provide the reflection images of the Earth surface. The interferometric processing of the SAR images provides high precision surface deformations that are shorter than the half wavelength. The reflected signal depends on the geometric and electromagnetic properties of the surface and the characteristics of the sensor. The observation of tectonic processes with long characteristic time by means of radar interferometry requires dominant and stable backscatterers, which are above the background signal level. This paper shortly describes the planning and related studies of dominant, phase-stable artificial passive backscatterers (reflectors) based on the parameters of the Sentinel-1 SAR satellite (C-band, $\lambda = 5.55$ cm) and used in practical geodynamical networks as well as the established geodynamical networks.

Keywords: artificial backscatterer, Sentinel-1, InSAR, surface deformation

Beérkezett: 2018. május 4.; *elfogadva:* 2018. június 22.

1. Bevezetés

A geodinamikai folyamatok megfigyelésében a hagyományos geodéziai mérési módszerek mellett egyre inkább áthelyeződik a hangsúly az ürgeodéziai eljárásokra (Elliott et al. 2016), amelyek globális vonatkoztatási rendszerben nagy pontossággal szolgáltatják a felszíni deformációkat. Az Európai Űrügynökség (ESA) Copernicus programja a földmegfigyelések új fejezetét nyitotta meg. Az elsőként pályára állított Sentinel-1A/B műholdak a mikrohullámú távérzékelés módszerével a különböző

eredetű felszínmozgások nagy területre kiterjedő, időben nagy felbontású meghatározását teszik lehetővé (Li et al. 2016). A különböző időpontokban készült Sentinel-1 műholdradar (SAR) felvételeinek interferometrikus (InSAR) feldolgozása a földfelszín geometriai változásainak nagy pontosságú időbeli követését teszi lehetővé. A globális navigációs műholdrendszerek (GNSS) eredményeivel szemben a műholdradar-interferometria a felszíni deformációk műholdirányú (*line-of-sight*, LOS) távolságváltozásának fél hullámhosszon belüli értékeit adja meg.

A két eljárás integrálásával, azok előnyeiket kihasználva, a felszín nagy pontosságú, 3D-s, abszolút értelmű és térben részletes deformációi határozhatók meg. A módszer lehetőségét nyithat olyan tektonikus folyamatok vizsgálatára, melyek esetében a hagyományos technikák eddig nem hoztak eredményt. A radarjel terjedése szempontjából számos korlátozó tényező jelentkezik, emellett a nagy időállandójú geodinamikai, tektonikai folyamatok megfigyeléséhez olyan stabil kialakítású pontjelek szükségesek, amelyek lehetővé teszik a bekövetkezett elmozdulások pontos meghatározását. Az interferometrikus feldolgozás szempontjából alapvető fontosságú ugyanis, hogy a visszavert jel fázisa időben stabil legyen, mert az ilyen típusú, ún. állandó szórópontú (*persistent scatterer*) felbontási cellák biztosítják hosszú távon az alacsony jel/zaj arányt és így a SAR felvételek időszerelemzésén alapuló felszíni deformációk meghatározását.

A tanulmány 2. fejezetében röviden összefoglaljuk a Sentinel-1 SAR (Szintetikus Apertúrájú Radar) műholdrendszer fontosabb paramétereit, míg a 3. fejezetben az integrált geodinamikai alappontok gyakorlati jelentőségét tárgyaljuk. A jelentősebb reflektortípusok elektromágneses (EM) vizsgálatát és méretezését a 4. fejezet foglalja össze. Az 5. fejezet az integrált geodinamikai alappontok komplex tervezését, míg a 6. fejezet a tervezett alappontok analóg vizsgálatát tartalmazza, amelyet a BME Szélessávú

Hírközlés és Villamosságtan Tanszék antennakalibráló laborjában hajtottak végre. A tanulmány végén röviden bemutatjuk a telepített hálózatokat (7. fejezet) és összefoglaljuk a kezdeti tapasztalatainkat.

2. A Sentinel-1 SAR rendszer

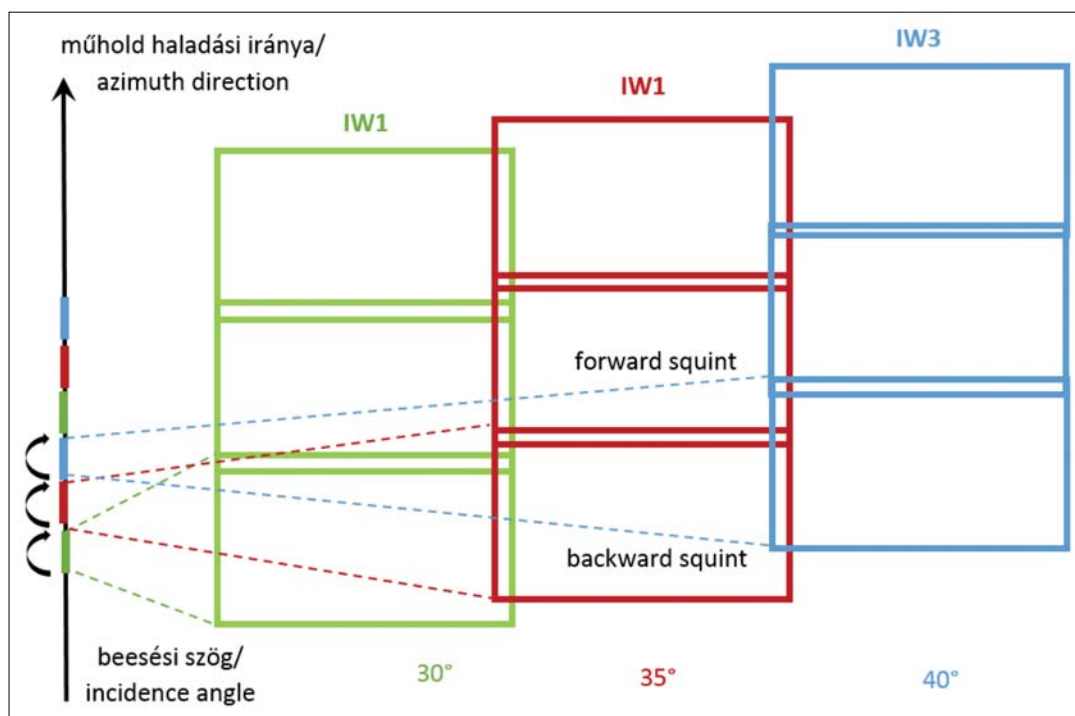
Az ESA Sentinel-1 műholdrendszere a mikrohullámú tartományban végzi a teljes földfelszín leképezését. A SAR rendszer Sentinel-1A műholdja 2014 áprilisában, a B jelű műholdja 2 évvel később, 2016 áprilisában került felbocsátásra, ezzel teljessé vált a konstelláció. A közel poláris, napszinkronpályán megközelítőleg 700 km magasságban keringő Sentinel-1 műholdpár a C-sávú (5.405 GHz) apertúraszintézises radarberendezéssel végzi a teljes földfelszín térképezését 6 naponta. A Sentinel-1 négyféle módban térképezi a felszínt (Sentinel-1 User Handbook), melyek közül a nagy területi lefedést és közepes felbontást biztosító IWS (interferometric wide swath) mód alkalmas a felszíni deformációk regionális léptékű meghatározására.

A Sentinel-1 SAR rendszer és az IWS mérési mód főbb paramétereit mutatja be az 1. táblázat. A SAR szenzor egyik legfontosabb jellemzője a hullámhossza (frekvenciája) a detektálható deformáció mértékét határozza meg, emellett a frekvencia függvényében az elektromágneses

1. táblázat A Sentinel-1 SAR főbb műszaki paramétereit és az IWS mérési mód jellemzőit (Sentinel-1 User Handbook)

Table 1 Basic technical parameters of Sentinel-1 mission and characteristics of IWS acquisition mode

<i>Sentinel-1 SAR paraméter</i>	<i>Érték</i>
vivőfrekvencia (<i>centre frequency</i>)	5,405 GHz
sávszélesség	0, ... ,100 MHz
polarizáció	választható: HH + HV and VV + VH
antennaméret	12,3×0,821 m
jel (pulzus) szélessége (<i>pulse width</i>)	5–100 µs (programozható)
pulzusisméltési frekvencia	1000–3000 Hz (programozható)
műhold tömege	945 kg
<i>IWS paraméterek</i>	<i>Érték</i>
egy felvétel (sáv) szélessége (<i>swath width</i>)	250 km
beesési szög tartománya egy sávon belül	29,1°– 46,0°
alsávok száma (<i>sub-swath</i>)	3
antenna azimut irányú forgatási szöge	±0.6°
azimut és távolság irányú felbontás (<i>azimuth and range looks</i>)	egyszeres (single)
polarizációs opciók	kettős HH + HV, VV + VH
egyedi HH, VV	
SAR rendszer mérési érzékenysége (<i>maximum noise equivalent sigma zero – NESZ</i>)	–22 dB
radiometriai stabilitás	0,5 dB (3σ)
radiometriai pontosság	1 dB (3σ)
fázishiba	5°
felbontás (<i>rg × az</i>)	2,7×22 m 3,5×22 m között
pixelméret (<i>rg × az</i>)	2,3×14,1 m



1. ábra A Sentinel-1 TOPS IWS felvételi mód Gonzales et al. (2015) alapján. A leképezés során az EM nyalábot azimut (*az*) irányban mozgatják, hogy az egyes *swathen* (IW1, IW2 és IW3 sávokon) belüli *burstok* felvételezésére, majd haladási (*range, rg*) irányban elektronikusan mozgatják az antennát (θ beesési szögnek megfelelően) az egyes sávok leképezésére

Figure 1 Imaging geometry of the TOPS IWS mode based on Gonzales et al. (2015). The EM beam is steered along azimuth (*az*) direction to image every bursts of the swaths (IW1, IW2 and IW3), then the antenna is steered electronically in range (*rg*) direction (according to the incidence angle θ) to image the whole swath

(EM) jelek terjedési sebességét más mértékben módosítja az atmoszféra hatása, amely az egyik legnagyobb zajforrás a SAR felvételek interferometrikus feldolgozása során. A SAR rendszer felbontását a sáv szélesség határozza meg. A haladási (azimut, *az*) irányú felbontás a jel Dopplersáv szélességétől, a műhold sebességétől, az antenna méretétől függ; a haladási irányra merőleges (*range, rg*) távolság irányú felbontás a sáv szélesség függvénye. A földfelszíni felbontás továbbá mindkét irányban a beesési szög (*incidence angle, θ*) függvénye. A SAR felvétel pixelmérete a felbontással akkor egyezik meg, ha a sáv szélesség azonos a mintavételi frekvenciával, általában azonban a felvételeket különböző jelfeldolgozási szempontok miatt felülmintavételezik, így a pixelméret kisebb, mint a tényleges felbontás, ahogy a Sentinel-1 esetében is. Egy felvétel által lefedett terület az antenna méretétől és a beesési szögtől függ, a Sentinel-1 IWS módja az ún. TOPS (*Terrain Observation with Progressive Scans*) leképezési eljárást alkalmazza lehetővé téve viszonylag nagy, megközelítőleg 250 km széles sávok térképezését (1. ábra).

3. Integrált geodinamikai alappontok jelentősége

Az űrgeodéziai módszerek megjelenésével a földfelszín deformációinak meghatározása a hagyományos geodéziai módszerekhez képest egyszerűbb és gyorsabb lett, keve-

sebb emberi erőforrást igényelve. A GNSS és InSAR módszerek önmagukban is alkalmasak a felszín folyamatainak vizsgálatában, azonban ezeket együttesen alkalmazva a két módszer egymást kiegészítve a felszíni deformációk abszolút értelemben, jó felbontásban, nagy területre kiterjedve határozhatók meg.

A GNSS mérések abszolút értelmű, ellipszoidi földrajzi koordináták sorozataként, 3D-ban adják meg valamely kezdő időponthoz képest a bekövetkezett deformációkat. A műholdradar-interferometria kétszeresen relatív módszer, két időpont között előállított interferogram egy pixelének fázisváltozásán keresztül vizsgálható a felszín deformációja egy másik pixelhez képest. Az InSAR módszer viszonylag nagy területre (Sentinel-1 esetén 1 felvétel szélessége megközelítőleg 250 km), jó időbeli (néhány nap) és térbeli felbontással (~50–100 m² felbontási cellaméret) adja meg az 1D-ba leképezett műholdirányú deformációkat. A módszer a közel poláris pályán keringő műhold (általában) jobb oldalra néző kialakításának és a viszonylag meredek látószögnek (*look angle*) következtében leginkább a vertikális irányú deformációkra érzékeny.

A SAR rendszerek általános paramétereit figyelembe véve az elmozdulás vektor vertikális (U), észak-dél (N) és kelet-nyugat (E) irányú összetevői jó közelítéssel a következő arányok szerint képződnek le a műholdirányú LOS vektorban (Hanssen 2001):

$$d_{LOS} = [0,92, 0,07, 0,38][d_U, d_N, d_E]^T.$$

A két módszer jellemzőit és alapvető különbségeit szem előtt tartva hasonlíthatók össze adekvát módon a meghatározott deformációk, illetve fejleszthetők ki azok a matematikai eljárások, amelyek a két módszer kombinálásán alapulnak. Bányai et al. (2017) egy Kálmán-szűrőn alapuló eljárást javasolt, amely egy integrált alaponra vonatkozó le- és felszálló irányú LOS deformációkat kombinálja időszakonként végzett GNSS mérésekkel, ezzel lehetővé téve a 3D sebességtér-meghatározást.

A GNSS mérések, állomások kialakításának követelményei viszonylag jól dokumentáltak a szakirodalomban, ezzel szemben a mesterséges szóróponton alapuló műholdradar-interferometria kevésbé elterjedt. A korábbi vizsgálatok elsősorban kalibrációs célokat szolgáltattak (Ferretti et al. 2007, Marinkovic et al. 2008). A Sentinel-1 pályára állításával, a nagy mennyiségű SAR adat nyílt hozzáféréseivel ebben gyökeres változás következett be, és sorra jelennek meg azok a publikációk és kísérleti tanulmányok, amelyek költséghatékony, hosszú távú deformációmonitoringot biztosító mesterséges szórópontok geodéziai, elektromágneses tervezésével, kialakításával foglalkoznak (Parker et al. 2017, Garthwaite 2017, 2018). A GNSS és radarinterferometriai módszer által szolgáltatott deformációk adekvát összehasonlítása, illetve a módszerek integrálása olyan geodéziai pontjelek kialakításával lehetséges, amelyek hosszú időn keresztül stabil fázisú, alacsony fáziszajú felbontási cellát eredményeznek a SAR felvételeken, lehetővé téve a különböző InSAR időszerelemzési eljárások alkalmazását. A kollokált GNSS és InSAR mérések biztosítják, hogy az elmozdulások ugyanarra a felbontási cellára vonatkoznak a felvételen, így a meghatározott mozgás-

értékek a geodéziai/geodinamikai követelményeknek megfelelnek. Kis magnitúdójú (néhány mm/év sebességű) geodinamikai folyamatoknál, ahol az elmozdulás értéke a módszer észlelési küszöbe körüli, az integrált geodinamikai pontjelek növelhetik a meghatározott deformációk pontosságát, segítve a folyamatok helyes tektonikai értelmezését.

4. Jelentősebb reflektortípusok EM vizsgálata és méretezése

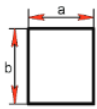
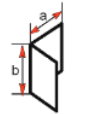



Az EM vizsgálatok célja a mesterséges szóróobjektumok (*artificial backscatter*) azon paramétereinek meghatározása, amelyek kis fáziszajú, domináns reflexiót biztosítanak a Sentinel-1 mikrohullámú SAR felvételein. Analitikus és numerikus számítások, valamint analóg modellkísérletek eredményei alapján kerültek meghatározásra azok a mesterséges reflektortípusok, melyek a Sentinel-1-en alapuló, nagy pontosságú deformációmonitoringot lehetővé teszik. A geodinamikai és EM kialakítás szempontjai egymáshoz szorosan kapcsolódnak, a kétféle tervezés párhuzamosan történt.

4.1. Analitikus számítások

A mesterséges céltárgyak EM tulajdonságairól angol nyelven részletes összefoglalót adnak Polycarpou et al. 1995, Brooker 2009, Garthwaite et al. 2013, 2015, valamint Garthwaite 2017, 2018 munkái, melyek alapján röviden áttekintjük a legfontosabb fogalmakat és méretezési irány-

2. táblázat Mesterséges szóróobjektumok maximális hatásos szórási keresztmetszete az optikai tartományban (objektum mérete \gg a hullámhossz) (Brooker 2009 alapján). Élhosszak: $a = b = 1$ m és a hullámhossz: $\lambda = 0,055$ m

Table 2 Maximum radar cross section of various artificial backscatters considered as electrically large targets (size of targets \gg wavelength) (based on Brooker 2009). Side length: $a = b = 1$ m and wavelength: $\lambda = 0.055$ m

Reflektortípus	RCS	m ²	dBm ²
 <p>síkflektor, $[a, b]$ méret</p>	$\sigma = 4\pi a^2 b^2 / \lambda^2$	4084,7	36,1
 <p>dihedrális (90°) sarokreflektor, maximális hatásos felület $ab\sqrt{2}$</p>	$\sigma = 8\pi a^2 b^2 / \lambda^2$	8169,4	39,1
 <p>háromszöglappokkal határolt trihedrális sarokreflektor</p>	$\sigma = 4\pi a^4 / (3\lambda^2)$	1361,6	31,3
 <p>négyzetekkel határolt trihedrális sarokreflektor</p>	$\sigma = 12\pi a^4 / \lambda^2$	12254,1	40,9
 <p>negyedkörrel határolt trihedrális sarokreflektor</p>	$\sigma = 0,507\pi^3 a^4 / \lambda^2$	5109,8	37,1

elveket. A hatásos radarszórás keresztmetszet (σ , RCS) az objektum radarreflexiós képességét jellemzi, a reflektáló felületelem nagyságával normalizált értéke a differenciális RCS. A RCS értéke függ az alkalmazott frekvenciától, az EM sugárzás beesési szögétől, a visszaverő objektum alakjától és anyagától. A RCS mértékegysége m^2 , azonban nagy dinamikája miatt szokás dBm^2 -ben is kifejezni. (A szakirodalomban a m^2 jelölést is gyakran elhagyják, mivel $1 dBm^2$ a viszonyítási érték, amely az $1 m^2$ keresztmetszetű, tökéletesen reflektáló gömbre vonatkozik. A dB dimenzió nélküli mennyiség.) A Sentinel-1 egy monosztatikus SAR rendszer, azaz ugyanaz az antenna szolgál a jelek sugárzására, mint a vételére. Monosztatikus esetben, sík beeső hullám és távolférfi megfigyelési pont ($R \rightarrow \infty$) esetén a hatásos keresztmetszet:

$$\sigma = 4\pi \lim_{R \rightarrow \infty} R^2 (|E_{\text{scatter}}|^2 / |E_{\text{incident}}|^2), \quad (1)$$

ahol R a megfigyelési pont távolsága a céltárgytól, E_{scatter} a szórt tér elektromos térerőssége és E_{incident} a céltárgyra beeső elektromos tér térerőssége. Elektromágnesesen nagy (az objektum mérete \gg a hullámhossz, az ún. optikai tartomány) és veszteségmentes visszaverő objektumok esetén az RCS:

$$\sigma = 4\pi (A_{\text{geom}}^2 / \lambda^2), \quad (2)$$

ahol A_{geom} a céltárgynak a beeső tér irányába mutatott hatásos felülete. A 2. táblázat a leggyakrabban alkalmazott reflektorok elméleti maximális hatásos radar szórás keresztmetszetét foglalja össze.

A sík- és dihedrális reflektorok azonos élhosszúság mellett viszonylag nagy RCS-t biztosítanak (2. táblázat), azonban tükörszerűen viselkednek, így nagyon nagy ($< 1^\circ$) pontossággal kell tájékozni ezeket a beesési szögnek megfelelően. Ezért a továbbiakban vizsgálataink az ún. trihedrális reflektorokra korlátozódnak, amelyeket egyszerűen sarokreflektornak (CR, *corner reflektor*) is neveznek.

A SAR felvételen egy-egy felbontási cella fázisértéke a kétutas terjedésből származó fázis (*two-way propagation phase*) és a cella integrált fázisértékének (*surface backscatter phase*) az összege. (Az érdeklődő olvasó a radarinterferometriáról angol nyelven Rosen et al. (2000) és Ferretti (2014) összefoglaló munkái, magyar nyelven Bányai et al. (2014) alapján tájékozódhat.). Utóbbit a felbontási cellá-

ban található valamennyi objektum együttesen alakítja ki, a Sentinel-1 esetében a felbontási cella mérete ~ 60 – $80 m^2$ (a megvilágítás szögétől függően). A mesterséges reflektorok reflexióját a felbontási cella „háttér”-reflexiója rontja le, az SCR (*Signal-to-Clutter Ratio*) a két mennyiség hányadosa. A mesterséges reflektor által biztosítandó szükséges reflexiós érték és az ehhez tartozó geometriai méretek a zavaró háttérreflexió ismeretében határozhatók meg. A Sentinel-1 misszió paramétereit (felbontási cella mérete, megvilágítás szöge, hullámhossz) valamint a különböző felszínborítások reflexiós tulajdonságait figyelembe véve a háttérzaj (*clutter*) értéke átlagosan -12 dB-nek tekinthető. A reflektor által biztosítandó szükséges reflexiós érték és ezen keresztül a reflektor geometriai méretei a fázismérés hibájából (a LOS vektor kívánt meghatározási pontosságából) határozható meg. Adam et al. (2004) megmutatta, hogy nem korrelált háttérzaj esetén a fázismérés szórása a SCR függvénye, mely felhasználásával a műholdirányú LOS hiba szórása:

$$\sigma_{\text{LOS}} = (\lambda/4\pi) [2 \text{SCR}]^{-1/2}. \quad (3)$$

A (3) összefüggés alapján meghatározhatók a különböző frekvenciákhoz tartozó SCR értékek, amelyek az előírt pontosságú LOS meghatározást biztosítják. A C-sávú Sentinel-1 műhold esetében mm LOS meghatározási hibát előírva $\text{SCR} = 110$ (azaz ~ 20 dB) értéket kapunk, ezzel a reflektor által biztosítandó RCS a háttér -10 dB értékű reflexióját is figyelembe véve 30 dB, ami $1000 m^2$ hatásos keresztmetszetnek felel meg.

A reflektorok lapjainak tökéletesen síknak, az érintkező lapoknak tökéletesen merőlegesnek kellene lenniük. Zink és Kietzmann (1995) alapján a felszín 1 mm középhibájú egyenetlensége $0,3$ dB, Sarabandi és Tsen-Chin (1996) alapján a merőlegesség $0,2$ fok hibája $0,2$ – $1,0$ dB veszteséget okozhat. A SAR felvételek feldolgozása során további olyan hibahatások is jelentkeznek, amelyek hasonló eltéréseket okozhatnak a LOS vektor meghatározása során (az atmoszféra terjedési sebességmódosító hatása, pályahibák, az alkalmazott digitális magassági modell hibái – DEM hiba, fáziskicsomagolási hiba).

A 3. táblázat a különböző élhosszúságú CR reflektorok hatásos radarszórás keresztmetszetét mutatja. A szükséges ~ 30 – 32 dB reflexióértéket a háromszög CR a leg-

3 táblázat A vizsgált reflektortípusok különböző élhosszúsághoz tartozó hatásos radar szórás keresztmetszet értékei. A félkövér betűtípus a $\sigma_{\text{LOS}} = 0,3$ mm hibaértéknek megfelelő vagy azt meghaladó élhosszat mutatja

Table 3 Radar cross section as a function of side length of the investigated radar reflectors. The values in bold represent the sizes which satisfies the accuracy requirement of $\sigma_{\text{LOS}} = 0.3$ mm

RCS (dBm^2)	Élhossz [m] háromszög CR	Élhossz [m] negyedkör CR	Élhossz [m] négyzetes CR
25	0,70	0,50	0,40
30	0,93	0,67	0,54
35	1,25	0,90	0,72
40	1,66	1,19	0,96
45	2,22	1,59	1,28

nagyobb élhosszal biztosítja ($a \sim 1$ m), míg a négyzetes CR a legkompaktabb ($a \sim 0,6$ m). Így azonos reflexióérték mellett anyagköltség szempontjából legkedvezőbb a négyzetekkel határolt trihedrális reflektor, ezt követi a negyedkör CR, majd a háromszög CR.

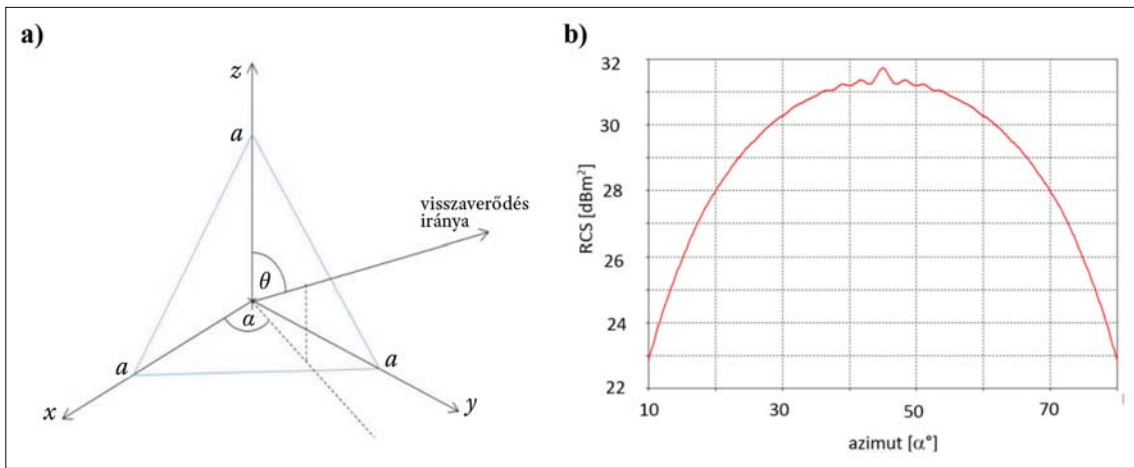
A geodinamikai tervezés és a mechanikai merevség szempontjait figyelembe véve azonban a háromszög CR a legkedvezőbb (ld. később). Így a további vizsgálatok erre a reflektortípusra korlátozódtak.

4.2. Numerikus modellezés

A numerikus modellezést a CST Microwave Studio® elektromágneses szimulátorral végeztük. A 2. ábra a háromszög CR geometriai modelljét mutatja, valamint az optikai modellel (ld. 4.1. fejezet) kapott maximális hatásos szórási keresztmetszet ellenőrzését mutatja be. Az $a = 1$ m él-

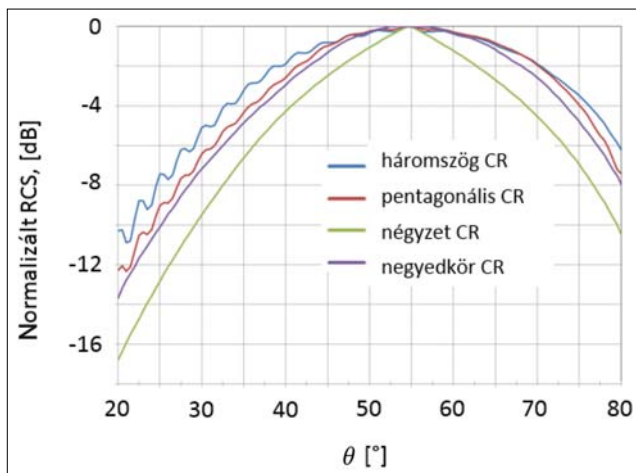
hosszúsághoz tartozó maximális RCS a 2. táblázat alapján $\sigma = 31,3$ dBm², az elméleti érték jó egyezést mutat a numerikus szimuláció maximumával, a maximális érték körüli hullámzás a diffrakció következménye.

A mesterséges szóróobjektumokkal szembeni követelmény, hogy a SAR műholdpályának megfelelően legyenek tájolva, ezzel biztosítva a maximális reflexiót. A numerikus számítások következő lépéseként megvizsgáltuk, hogy a θ beesési szög függvényében hogyan változik a reflektorok szórási keresztmetszete. Minél nagyobb szögtartományban tekinthető konstansnak a reflektált EM sugárzás, annál kedvezőbb a reflektor terepi körülmények között való alkalmazása, mivel annál kevésbé érzékeny a műhold irányába való tájолásra. Korábbi SAR misszióknál (ERS-1/2, Envisat) a műholdpályák megfelelő korrekciójára kevésbé volt lehetőség, amely akár 700–1000 m-es merőleges bázisvonalat eredményezett. (A merőleges bá-



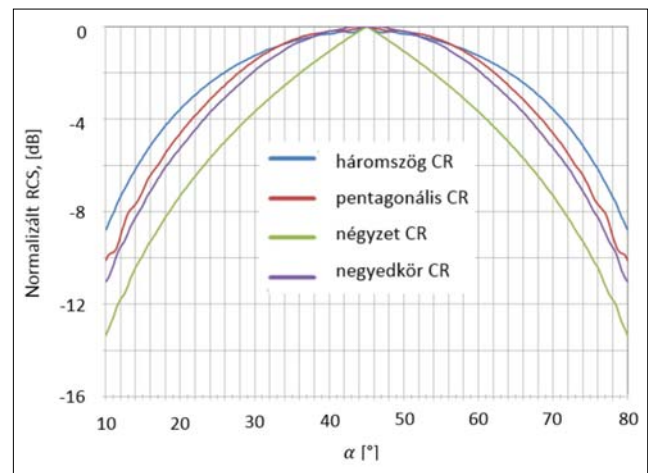
2. ábra a) A háromszög CR geometriai modellje. b) $a = 1$ m élhosszúságú háromszög CR hatásos radarkeresztmetszete a $\theta = 35,264^\circ$ maximális reflexiót biztosító beesési szögben a besugárzás α azimutja függvényében

Figure 2 a.: Geometric model of triangular CR. b.: Radar cross section of the $a = 1$ m side length CR as a function of azimuth α for incidence angle $\theta = 35,264^\circ$, which ensures the maximum reflected energy



3. ábra CR reflektorok radar szórási keresztmetszete a θ beesési szög függvényében $\alpha = 45^\circ$ azimut esetén

Figure 3 Radar cross section of CR reflectors as a function of incidence angle θ for $\alpha = 45^\circ$ azimuth



4. ábra CR reflektorok radar szórási keresztmetszete az α azimut függvényében, a besugárzás szöge $\theta = 54,736^\circ$

Figure 4 Radar cross section of the investigated CR reflectors as a function of azimuth α for incidence angle $\theta = 54,736^\circ$

zisvonal a két felvétel időpontjában a műholdak távolsága a LOS irányára merőlegesen. Nagy merőleges bázisvonal esetén a felvételek távolság (rg) irányú spektrumai nem átfedők.) A Sentinel-1 műhold esetében a merőleges bázisvonal hossza kevésbé kritikus, mivel a műholdat megfelelő pályakorrekciókkal egy 50 m szórású pálya csatornában (*orbital tube*) tartják (Sentinel-1 User Handbook).

A 3. ábra az $a = 1$ m élhosszúságú trihedrális reflektorok normalizált RCS értékeit mutatja a megvilágítás szögének függvényében az $\alpha = 45^\circ$ szimmetriásíkban. A közel konstans reflektáló szögtartomány jellemzésére a $\Theta_{-3\text{dB}}$ félteljesítményű irányélességi szöget alkalmazzák, amely a visszavert EM nyaláb -3dB -es relatív értékeinek fokokban megadott távolsága. A legkisebb irányélességi tartománnyal a négyzetes CR rendelkezik, értéke $\Theta_{-3\text{dB}} = 22,5^\circ$. A többi vizsgált reflektor irányélességi tartománya 30° felett van, a legnagyobb érték a háromszög CR reflektor esetében adódik, mely $\Theta_{-3\text{dB}} = 38,2^\circ$. Az 5. ábra a 4. ábrához hasonlóan a hatásos radar szórási keresztmetszeteket mutatja, azonban fix $\theta = 54,736^\circ$ beesési szög (a maximális visszaverődés iránya) mellett, az a azimutérték függvényében. (A maximális visszaverődési irány a befoglaló kocka testátlójának iránya.) Vízszintes értelmű tájékozási bizonytalanság esetén is a háromszög CR a legkedvezőbb $\Theta_{-3\text{dB}} = 46,3^\circ$ -os szögtartományú konstansnak tekinthető RCS értékkel.

Mivel a háromszög CR reflektor rendelkezik a legnagyobb irányélességi tartománnyal, ezért ennek alkalmazása a legkedvezőbb abból a szempontból, hogy a reflektor kevésbé érzékeny a műholdirányba való tájolásra. A 3. és 4. ábra egy pentagonális (ötszögű oldalakkal álló) CR reflektorra vonatkozóan is mutatja a RCS változását a besugárzás szögének függvényében. Ez a típusú reflektor már átvezet a következő numerikus vizsgálatokhoz, ahol a háromszög reflektor lehetséges csonkításának lehetőségét vizsgáltuk meg azért, hogy a tervezett integrált pontjel minél kompaktabb legyen, megfelelően a geodinamikai és mechanikai tervezés követelményeinek.

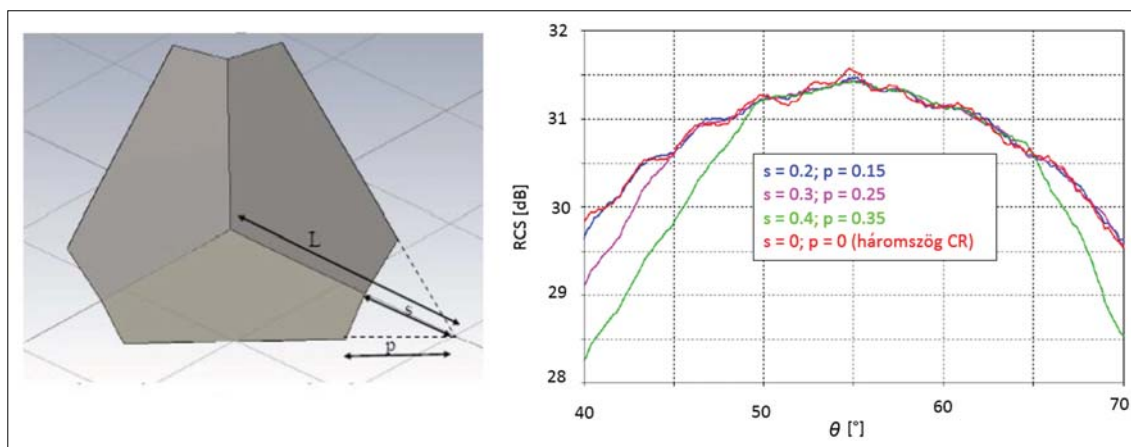
A háromszög CR reflektorok esetén 3 egyszeres, 6 kétszeres és 6 háromszoros visszaverődést adó felület mentén történhet visszaverődés. A háromszoros visszaverődések biztosítják a reflektor nagy irányélességi tartományát, ezért kedvező, ha a háromszög CR reflektornak azt a részét tartjuk meg, amely a háromszoros visszaverődéseket adja (*self brighting CR*), ezzel jutunk el a csonkított háromszög, azaz a pentagonális CR-hez. Numerikus modellezéssel megvizsgáltuk, hogy mennyire befolyásolja a reflektor sarkainak eltávolítása a RCS értékét, és mennyire változik a közel konstans RCS tartomány, tekintve, hogy döntően a háromszög CR központi része biztosítja a szóró szórási keresztmetszetet.

A 5. ábra az $a = 1$ m élhosszúságú háromszög sarokreflektor és ennek különböző mértékű, a p és s paraméterek (paraméterek magyarázatát ld. az ábrán) szerinti csonkított változatainak hatásos radarkeresztmetszetét mutatja a besugárzás szögének függvényében. A csonkolt háromszög sarokreflektor vizsgálata alapján megállapítható, hogy a csonkolás hatása $s \leq 0,3$ m és $p \leq 0,25$ m tartományon elhanyagolható, ennél nagyobb mértékű csonkítás már jelentős hatásos szórási keresztmetszet-csökkenést okoz, azonban ez a fő szórási irányban ekkor sem jelentkezik.

Az $s = (1/2)L$ és $p = (\sqrt{2}/3)L$ csonkítású reflektor (csak hármas reflexiók felületeinek megtartása) maximális RCS értéke azonos a háromszög trihedrális sarokreflektor RCS értékével. A három oldal maradékélei (az él végpontokat képzeletbeli vonallal összekötve) egy szabályos hatszög oldalainak felelnek meg, ezért hexagonális reflektornak is nevezik.

5. Integrált alappontok geodinamikai tervezése

Az integrált geodinamikai alappont tervezésénél több szempontot is figyelembe kellett vennünk:



5. ábra Csonkolt háromszög CR-ek származtatása és a reflektorok radar szórási keresztmetszete a θ besugárzási szög függvényében, $\alpha = 45^\circ$

Figure 5 Derivation of truncated triangular CR and the radar cross section of truncated triangular CRs as a function of incidence angle θ for $\alpha = 45^\circ$

1. Olyan kisméretű reflektorokat célszerű alkalmazni, amelyek ellenállnak a szélviharak által keltett torzító hatásoknak (síkfelszín és merőlegesség követelménye), de a reflektivitásuk lényegesen nagyobb legyen a háttérzajnál.
2. A reflektorok ne legyenek nagyon érzékenyek térbeli tájékozásukra, de ésszerű határok között forgathatók legyenek.
3. A le- és felszálló irányú reflektorok a lehető legközelebb legyenek egymáshoz, de a kölcsönhatásuk elhanyagolható legyen.
4. A reflektorokat vasbeton alapzaton célszerű elhelyezni, az alapzat felszíne ne legyen nagyobb 1 m^2 -nél, hasonlóan a felsőrendű gravimetriai és mérnökgeodéziai alapponthoz.
5. A reflektorok rögzítésének is ellenállónak kell lennie a szélsőséges szélnyomással szemben.
6. Az integrált alappontoknak tartalmazniuk kell olyan referencialejeleket, amelyek GNSS, mérőállomás, szintezési és gravimetriai mérésekre is alkalmasak.
7. A vasbeton alapzat esetleges dőlését időnként meg kell határozni, amit a relatív elmozdulások értelmezésénél vagy a reflektorok szükségzerű újratájékozásánál lehet felhasználni.

A 3. fejezetben bemutatott vizsgálatok alapján az 1 m élhosszúságú háromszög oldalú trihedrális reflektorok tekinthetők ideális megoldásnak. A négyzet- és negyedkör oldalú trihedrális reflektorokhoz viszonyítva stabilabbak, kisebb az anyagigényük, és kevésbé érzékenyek a tájékozási pontosságára. Ugyan a 2. és 3. táblázat alapján az RCS értékük a legkisebb, de a sík és merőlegességi követelmények megfelelő biztosításával, valamint 1-2 fok pontosságú tájékozással a 30 dB RCS érték biztosítható, amely a $\sigma_{\text{LOS}} \cong 0,3 \text{ mm}$ értéknek felel meg (1–2. feltétel).

Az integrált alappontok tervezésénél ki kell választani azokat a térben átfedő le- és felszálló irányú Sentinel-1A/B SLC felvételeket, amelyek a vizsgált területeket is lefedik és lehetőleg az IW1 és IW2 képtartományba esnek. Az IW3 esetében nagyobbak (laposabbak) a beesési szögek, és a környezet nagyobb mértékben leárnyékolhatja a reflektorokat. A pontjelek (előzetes) koordinátáiból és a felvételekhez tartozó pályaadatokból kiszámíthatók az aktuális beesési szögek ($29\text{--}46^\circ$) és a pontjel-műhold azimut-értékek. Magyarországon ezek az azimutok felszálló műhold irányban $259\text{--}260^\circ$, leszálló irányban $99\text{--}100^\circ$ fok körül változnak a földrajzi szélesség függvényében.

A szakirodalomban több összetett mechanikai rendszert fejlesztettek ki a reflektorok pontos (többnyire kalibrációs célú) tájékozáshoz (Ferretti et al. 2007, Marinkovic et al. 2008). A gyakorlati alkalmazás céljára egy viszonylag egyszerű, de robusztus rendszert terveztünk. A reflektorok földközeli lapja három, az alapzatba betonozott lábhoz kapcsolódik. A lábak hossza menetesrúd segítségével változtatható. A rúd vége arra merőlegesen kapcsolódó hengert hordoz, amely a henger tengelye mentén elforgatható lappal csatlakozik a reflektorhoz. Amennyiben a lábak pár-

huzamosak, a lábak hosszának változtatásával, a henger lába körüli és a henger tengelye menti forgatásával a három csatlakozó lap a szükséges síkba beforgatható. A rögzítő lapokhoz a reflektor síkja egy felső alátéttel és csavarral rögzíthető. Az alátét alatt kialakított rések segítségével a reflektor az átlagos (tervezett) azimuthoz viszonyítva néhány fokkal elfordítható (2. feltétel). A felszerelésnél kontracsavarokat alkalmaztunk, ami merev rendszert biztosít (5. feltétel).

Az átlagos azimut és beesési szögek miatt a háttal álló, földközeli lapokat alkalmazó reflektorok nagy alapzatot igényeltek volna. A szembefordításnál is csak akkor biztosítható az 1 m^2 vasbeton alapfelület, ha a reflektorok éle mentén, az élre merőleges 20 cm (20%) levágást terveztünk, ami még nem csökkenti jelentősen a reflektorok merevségét.

Az azonos, de 180° -kal elforgatott mechanikai rendszerrel a reflektorok háttal is elhelyezhetők, de ekkor az egyik él kerül a földközeli és két hosszabb láb egy-egy oldalhoz kapcsolódik. Ez lényegesen ronthatja a rendszer merevségét, és a kismértékű forgathatóság is nehezen biztosítható.

A legkisebb alapfelületet a hexagonális (csak hármas visszaverődésű felületek tartalmazó) reflektor alkalmazása tenné lehetővé. Mivel ekkor a lapok merevítő rudakat is igényelnek, ami a hasznos terület csökkentésével járna és a három láb elhelyezhetősége is csökkentené a rendszer stabilitását, a reflektorokat az élre merőlegesen úgy vágtuk le (33 cm , 33%), hogy tartalmazza a hármas visszaverődésű felületeket és a merevítő rudak e területen kívül essenek. A beton lapfelület ekkor 30%-kal csökkenthető.

Az analóg vizsgálatokhoz 1:5 arányú modelleket készítettünk, amelyek a kiinduló háromszög trihedrális (6. ábra 1.), a hexagonális (6. ábra 2.) és a két csonkított (6. ábra 3. és 4.) változatot tartalmazza. Az integrált alappontokból három modell készült: a 20% csonkításúval szemben és háttal álló, a 33% csonkításúval szemben álló (7. ábra) elrendezésűek.

A felszálló irányú műholdalappont azimutot 80° , a beesési szöget 45° , a leszálló irányú esetben 279° és 40° értékeknek választottuk. A lábakat és a csatlakozást nem lehetett 5-öd részére kicsinyíteni.

6. A tervezett geodinamikai alappontmodellek analóg vizsgálata

Az analóg modellezés célja a különböző típusú reflektorok reflexiós tulajdonságainak kísérleti körülmények között történő meghatározása. A mérések a BME Szélessávú Hírközlés és Villamosságtan Tanszék antennakalibráló laborjában történtek. Az analóg modellezés szabályai szerint a frekvencia n -szeresre történő növelésével, a modell mérete n -ed mértékben csökkenthető. A reflektorokat a gyakorlatban olyan anyagból készítik – döntően fém, ezen belül is alumínium – amelynek relatív dielektromos állandója (permittivitás) viszonylag nagy (alumínium: ~ 10 , beton: ~ 4.5 , bazalt: ~ 2.5), ezzel biztosítva, hogy az EM sugárzás ne hatoljon be a reflektor anyagába (kvázi „tükör-

ként” viselkedve). A skálázott kísérlet $f = 27$ GHz-es frekvencián történt, így a reflektor mérete $n = 27/5,405 = 5$ -öd részére csökkenthető. Az átskálázás következtében a reflektor anyagában nem történt változtatás, mivel az alumíniumot nagyobb vezetőképességű anyaggal (pl. arany) nem sikerült kiváltani, és a reflektort befogadó betonból készült alap helyett pyrex üveg vagy FR4 alkalmazható. Elsőként különböző módon csonkított háromszög CR-ek hatásos radarkeresztmetszetét és félteljesítményű irányélességi tartományát vizsgáltuk (6. ábra).

A hatásos szórási keresztmetszet az átskálázásnak megfelelően $1/n^2$ -edre esett vissza. A vizsgált reflektorok megközelítőleg ugyanazt a RCS értéket biztosítják. Az 1-es görbe az eredeti háromszög CR radarkeresztmetszetét mutatja, ezt legjobban a 3-as típusú csonkított reflektor RCS értéke közelíti meg. Az analóg modellkísérletnek egyik célja az volt, hogy ennek hatását megvizsgálja a szórási keresztmetszetre vonatkozóan, de ahogy az ábra mutatja, a radarkeresztmetszet nem szenved torzulást. Az analóg modellkísérletek során a vizsgált 1–4. típusú reflektorok hasonló radarkarakterisztikát mutattak, a 3. és 4. csonkítás nem okoz jelentős elvesztést.

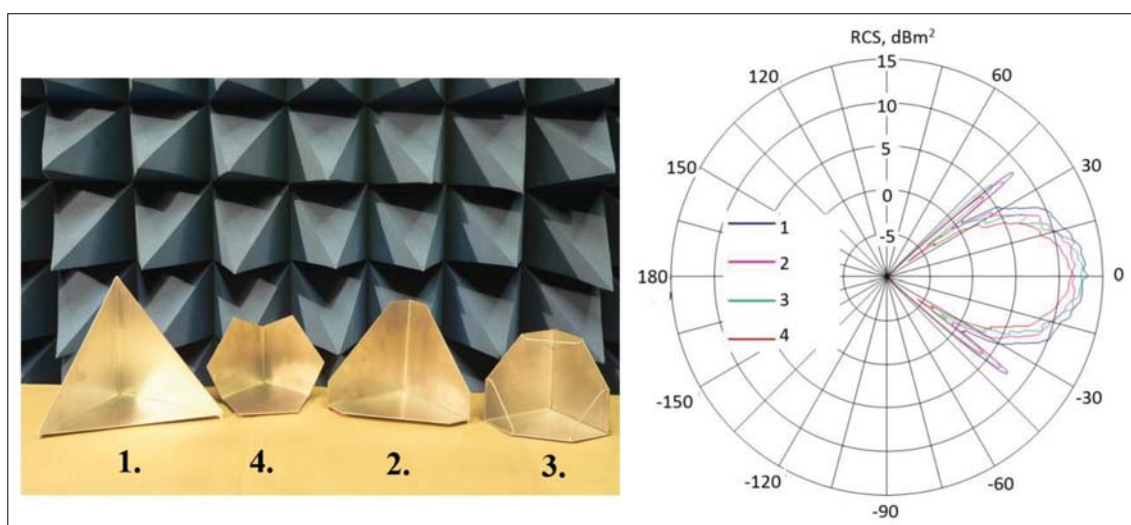
Geodéziai pontosságú deformációk meghatározásához a felszálló és a leszálló műholdirányoknak megfelelően tájékozott reflektorpár alkalmazása szükséges. Az analóg modellezés során megvizsgáltuk az egymással szemben, valamint háttal álló ikerreflektorok egymásra gyakorolt reflexiómódosító hatásait is. A 6. ábra alapján megállapítható, hogy a három vizsgált elrendezésre vonatkozóan nem mutatható ki számottevő eltérés a reflektorok hatásos keresztmetszetében. A le- és felszálló irányú eltérő azimut és beesési szögek okozta aszimmetria azonban jól felismerhető, amely a maximális visszaverődés irányától néhány fokok eltérés esetében is elhanyagolható.

A műholdradar-interferometria szempontjából a reflektorok okozta kölcsönös fáziszaj és a fáziscentrum különpontossága (a reflektorok sarokpontjától való eltérés) jóval fontosabb tényező. A különpontosságot numerikus modellezéssel határoztuk meg. A 7.a ábrán látható elrendezésnél a különpontosság az alapzathoz közeli él mentén $+1.7$ mm, a közel függőleges él mentén $+0.6$ mm. A 7.b ábrán látható elrendezésnél csak az alapzathoz közeli él mentén jelentkezett $+1.4$ mm különpontosság. Mivel a műholdradar-interferometria két időpont és két pont közötti műholdirányú relatív elmozdulást tud meghatározni, ez a különpontosság az adatfeldolgozás során két reflektor között gyakorlatilag kiesik (szükség esetén kiszámítható).

7. Gyakorlati alkalmazások rövid bemutatása

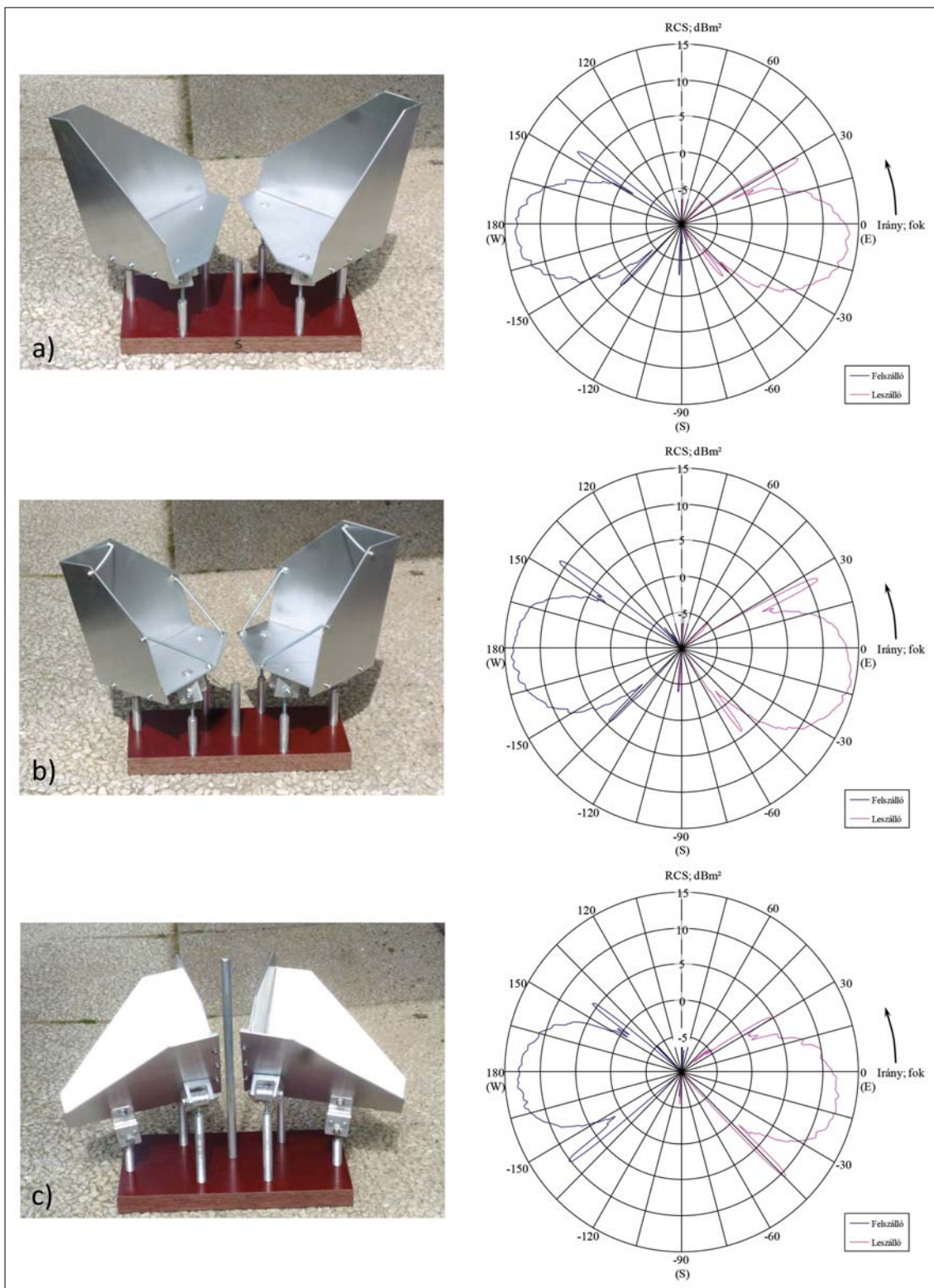
A fenti vizsgálatok eredményeinek figyelembe vételével, valamint további metodológiai vizsgálatokhoz különböző típusú reflektorok és elrendezések felhasználásával az ország több, geodinamikailag aktív területén (pl. Kulcs, Dunaszekcső, Fonyód) integrált hálózatot létesítettünk. A geodéziai referenciapontok (GR) koordinátáit időszakonként GNSS méréssel meghatározzuk, és megmérjük az elméleti fáziscentrumok és dőlésmérési pontok GR-hez viszonyított relatív helyzetét is.

A Sopron környéki hálózatunkat módszertani vizsgálatokra terveztük, három 20% csonkítású, szemben álló és egy háttal álló elrendezést építettünk meg. A valós reflektivitások vizsgálata kedvező eredményeket mutatott, és igazolta az előzetes elvárásokat. Ezt követően a fonyódi hálózatnál 3 db, a dunaszekcsőinél 4 db 20% csonkítású, egymással szemben álló, majd Kulcsnál 5 db 33% csonkítású, szemben álló alappontot telepítettünk.



6. ábra Az ábrán látható 4 különféle háromszög sarokreflektor poláris RCS ábrája az α azimut függvényében, a besugárzás szöge $\theta = 55^\circ$

Figure 6 Polar plot of the radar cross section of the 4 different type of triangular CR depicted on the figure on the left as a function of azimuth α for incidence angle $\theta = 55^\circ$

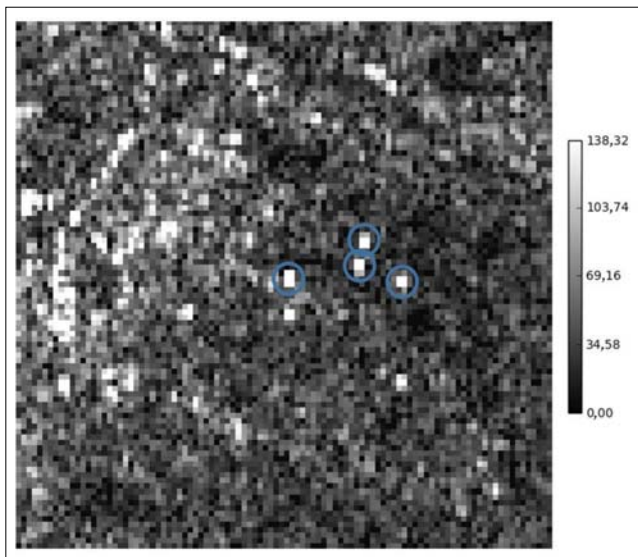


7. ábra Különböző elrendezésű és csonkítású ikerreflektorok hatásos radarkeresztmetszete a laboratóriumi mérések alapján. a) Szemben álló 20% csonkítású alappont és RCS görbéje. b) Háttal álló 20% csonkítású alappont és RCS görbéje. c) Szemben álló 33% csonkítású alappont és RCS görbéje

Figure 7 Radar cross section of twin reflectors with various amount of truncation and with different arrangements based on analogue experiments. a) Face to face arrangement with 20% truncation and its RCS curve. b) Back to back arrangement with 20% truncation and its RCS. c) Face to face arrangement with 33% of truncation and its RCS

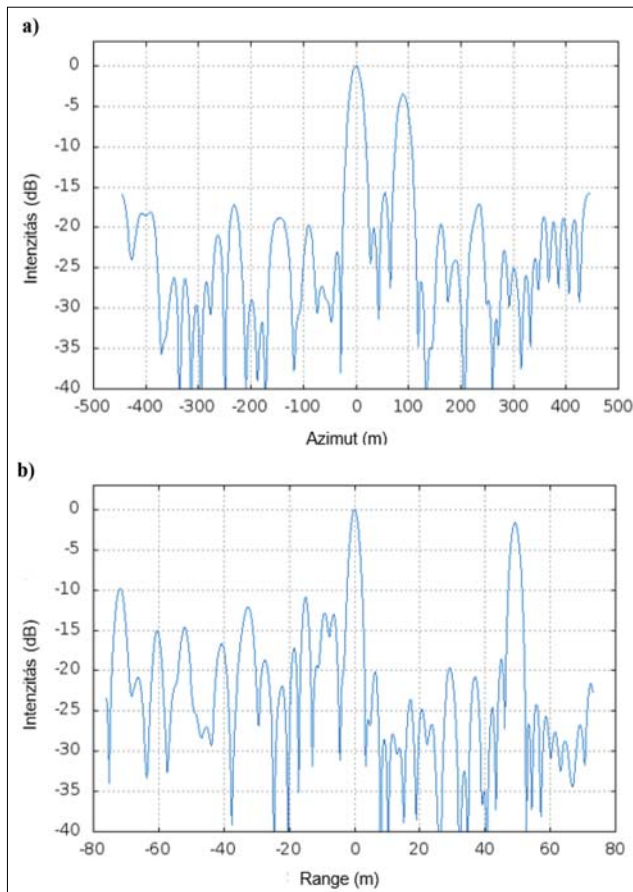
Az EM méretezés gyakorlati ellenőrzését a dunaszekcsői hálózat pontjainak (8. ábra) vizsgálata alapján foglaljuk

össze röviden. A hálózat 4 pontból áll, melyekből hármat a mozgó löszblokkokra telepítettünk, a negyedik pont fix-

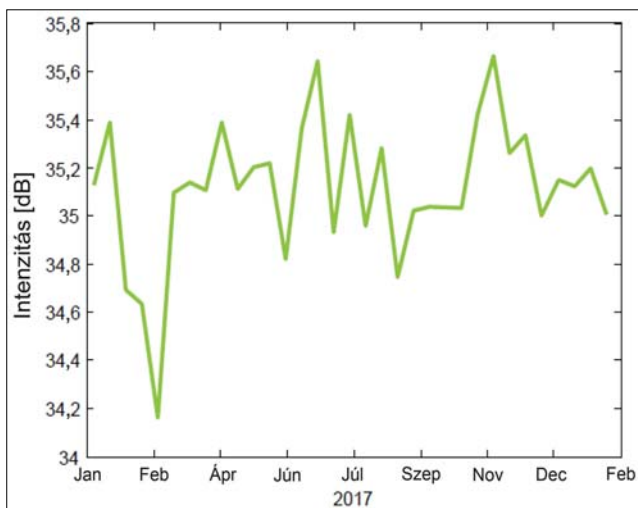


8. ábra A 4 pontból álló dunaszekcsői mozgásvizsgáló hálózat pontjai (körökkel jelölve) a 175-ös relatív pályaszámú, 2017.01.10. dátumú S1-A felvétélből meghatározott korrigált intenzitás felvételen. A kivágat 100 × 100 pixel nagyságú területet fed le, a hálózat fix pontja (bal oldali pont) a kivágat közepén található, pixelméret 2,33 m × 13,94 m *range* és azimut irányban a ránézés síkjában, a beesési szög 33,7605°. A skála az intenzitás értékek nagy dinamikája miatt nem lineáris, a nagy intenzitás értékek a megjelölt tartományra vannak leképezve

Figure 8 The 4 benchmarks of the Dunaszekcső landslide network (marked by circles) of the Sentinel-1A corrected intensity image of relative orbit 175 and acquisition date 10 October 2017. The figure shows a 100 pixel by 100 pixel area of the scene centred at the fix benchmark of the network (the one on the left-hand side), pixel size 2.33 m × 13.94 m in slant range and azimuth direction, incidence angle is 33.7605°. Grayscale is not linear due to the dynamic range of intensities, but imaged to the indicated range



9. ábra A dunaszekcsői hálózat fix reflektorának relatív intenzitásértéke (dB) a közeli környezethez képest
Figure 9 Relative intensity value (in dB) of the fix benchmark of the Dunaszekcső landslide network compared to the intensity of its direct vicinity



10. ábra A dunaszekcsői hálózat fix reflektorának intenzitás változása 2017 során. Az intenzitás értékek S1A felvételek alapján kerültek meghatározásra (relatív pályaszám: 175, IW1 sáv, beesési szög ~33°)

Figure 10 Intensity values of the fix benchmark of the Dunaszekcső landslide network during 2017. Intensity values were determined from S1A scenes (relative orbit: 175, swath: IW1, incidence angle ~33°)

pontként szolgál, amelynek fázisváltozásához képest vizsgálható a másik három pont fázisváltozása, így az esetlegesen bekövetkezett deformációk. A hálózat kis kiterjedése biztosítja, hogy a léghő EM hullámterjedésre gyakorolt terjedési sebességmódosító hatása közel azonos valamennyi pont esetében.

A telepített mesterséges szórópontok reflexiók tulajdonságainak vizsgálatát a hálózat fixpontja alapján ismertetjük, a többi integrált geodinamikai alappont esetében is hasonló reflexiók eredmények adódnak. A 9. ábra a vizsgált pont környezetének intenzitásértékeit mutatja dB-ben a sarokreflektor intenzitásértékéhez viszonyítva azimut és *range* irányú metszetekben. Az ábra jól mutatja, hogy a telepített mesterséges szórópont reflexiók szempontból jól kiemelkedik környezetéből. A háttér reflexió $-20 \div -30$ dB között változik, az ábrákon látható további csúcsok egy közeli (90 m-re levő) épület hatását (9.a ábra esetében), illetve *range* irányban a megközelítőleg 50 m-re található 2-es számú reflektort mutatják (9.b ábra). A telepített reflektor nemcsak az adott felbontási cella fázisát dominálja (*main lobe*), hanem a környező cellákat is (*side lobe*). A -3 dB-es irányélességi tartomány *range* irányban 1,159 pixel (2,701 m), azimut irányban pedig 1,603 pixel (22,343 m),

azaz *range* irányban csak az adott pixelt dominálja a reflektor, a műhold haladási iránya esetén pedig a környező pixeleket is. Alkalmasan választott algoritmussal, a reflektor helye pixel alatti pontossággal meghatározható.

Az integrált geodinamikai pontjel intenzitásértékének stabilitását mutatja a 10. ábra. A teljes vizsgált időszakban teljesítette a reflexió követelményeket a telepített sarokreflektor. A visszavert jel intenzitásának ingadozása 1 dB-en belül marad, ezzel biztosítva a felbontási cella fázisstabilitását, ami a nagy pontosságú deformáció meghatározásának alapfeltétele.

8. Összefoglalás

A Sentinel-1 SAR műholdrendszer fontosabb paramétereinek ismertetése után bemutattuk a különböző sarokreflektor-típusok analitikus modellezését és tulajdonságait. A céljainknak leginkább megfelelő 1 m élhosszúságú modellt választottuk ki, amely 31,3 dBm² effektív keresztmetszettel rendelkezik és a -10 dB háttérzaj esetében is biztosítani tudja a LOS fázisértékek megközelítőleg 0,3 mm pontosságú meghatározását. Numerikus módszerrel megvizsgáltuk a reflektor csonkításának lehetőségeit. Ezt követően definiáltuk a le- és felszálló irányú reflektorokat hordozó és GNSS mérésre is alkalmas integrált alappontokkal kapcsolatos elvárásokat. Az integrált alappontok reflektorainak kölcsönhatását 1:5 arányú modellek segítségével visszhangmentes antennakalibráló laboratóriumban vizsgáltuk, amely kedvező eredményeket szolgáltatott.

A gyakorlatban négy hálózatot építettünk ki: egyet a rendszer tesztelésére és az EM jelterjedést befolyásoló tényezők vizsgálatára, hármat pedig aktív földcsuszamlásos területek megfigyelésére. A Széchenyi István Geofizikai Observatórium környezetében telepített, deformációmentes hálózaton a rendelkezésre álló további geofizikai mérések (meteorológiai, 4D-s ionoszféramonitoring, GNSS állomás) lehetőséget teremtenek az atmoszférikus hatások összetett vizsgálatára.

Két GNSS mérés közötti SAR felvételek integrált feldolgozására kidolgozott eljárás és programrendszer fejlesztése jelenleg is folyamatban van. A teszterületeken végzett meghatározott deformációvizsgálat tapasztalatairól, eredményeiről a közeljövőben egy külön tanulmányban számolunk be.

Köszönetnyilvánítás

Ez a tanulmány az ESA ESTEC Contract No. 4000118850/16/NL/SC számú pályázat támogatásával készült. A tanulmány módosított Copernicus Sentinel adatot tartalmaz (Contains modified Copernicus Sentinel data [2017]).

A tanulmány szerzői

Bányai László, Nagy Lajos, Bozsó István, Szűcs Eszter, Wesztergom Viktor

Hivatkozások

- Adam N., Kampes B., Eineder M. (2004): Development of a scientific permanent scatterers system: Modifications for mixed ERS/ENVISAT time series. Paper presented at Envisat and ERSSymposium, European Space Agency, Salzburg, Austria, 6–10 September 2004.
- Bányai L., Szűcs E., Wesztergom V. (2017): Geometric features of LOS data derived by SAR PSI technologies and the three-dimensional data fusion. *Acta Geod. et Geoph.*, 52/3, 421–431.
- Bányai L., Szűcs E., Kalmár J., Eperné P. I., Bán D. (2014): Az InSAR technológia alapjai és a reflektáló felületek jellemzői. *Geomatikai Közlemények*, 17, 59–68.
- Brooker G. (2009): Target and Clutter Characteristics. In: Introduction to Sensors for Ranging and Imaging. Institution of Engineering and Technology, pp. 299–356. doi: 10.1049/SBRA014E_ch8.
- Elliott J. R., Walters R. J., Wright T. J. (2016): The role of space-based observation in understanding and responding to active tectonics and earthquakes. *Nature Communications* 7, 13844, doi: 10.1038/ncomms13844.
- Ferretti A., Savio G., Barzaghi R., Borghi A., Musazzi S., Novali F., Prati C., Rocca F., (2007): Submillimeter accuracy of InSAR time series: Experimental validation. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 45, 1142–1153. doi: 10.1109/TGRS.2007.894440.
- Ferretti A. (2014): Satellite InSAR data. EAGE Publications bv., p. 159.
- Garthwaite M. C., Thankappan M., Williams M. L., Nancarrow S., Hislop A., Dawson J. (2013): Corner reflectors for the Australian Geophysical Observing System and support for calibration of satellite-borne synthetic aperture radars. 2013 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium – IGARSS, 21–26 July 2013, doi: 10.1109/IGARSS.2013.6721143.
- Garthwaite M. C., Nancarrow S., Hislop A., Thankappan M., Dawson J. H., Lawrie S. (2015): The design of radar corner reflectors for the Australian Geophysical Observing System: a single design suitable for InSAR deformation monitoring and SAR calibration at multiple microwave frequency bands. Technical report, Record 2015/03, GeoCat 82751. The doi: 10.11636/Record.2015.003, pp. 1–85.
- Garthwaite M. C. (2017): On the design of radar corner reflectors for deformation monitoring in multi-frequency InSAR. *Remote Sens.*, 9/7, 648, doi: 10.3390/rs9070648.
- Garthwaite M. C. (2018): Correction: On the design of radar corner reflectors for deformation monitoring in multi-frequency InSAR. *Remote Sens.*, 10(1), 86; doi: 10.3390/rs10010086
- González P. J., Bagnardi M., Hooper A. J., Larsen Y., Marinkovic P., Samsonov S. V., Wright T. J. (2015): The 2014–2015 eruption of Fogo volcano: Geodetic modeling of Sentinel-1 TOPS interferometry. *Geophys. Res. Lett.*, 42, 9239–9246, doi: 10.1002/2015GL066003.
- Hanssen R. (2001) Radar Interferometry: Data interpretation and error analysis. Springer Science & Business Media.
- Li Z., Wright T., Hooper A., Crippa P., Gonzalez P., Walters R., Elliott J., Ebmeier S., Hatton E., Parsons B. (2016): Towards InSAR everywhere, all the time, with Sentinel-1. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives. International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, pp. 763–766. doi: 10.5194/isprsarchives-XLI-B4-763-2016
- Marinkovic P., Ketelaar G., Van Leijen F., Hanssen R. (2008): InSAR quality control: Analysis of five years of corner reflector

- time series. In: European Space Agency, (Special Publication) ESA SP: 649 SP
- Parker A. L., Featherstone W. E., Penna N. T., Filmer M. S., Garthwaite M. C. (2017): Practical considerations before installing ground-based geodetic infrastructure for integrated InSAR and cGNSS monitoring of vertical land motion. *Sensors (Switzerland)*, 17/8, 1753. doi: 10.3390/s17081753.
- Polycarpou A. C., Balanis C., Tirkas P. (1995): Radar cross section of trihedral corner reflectors: theory and experiment. *Electromagnetics* 15, 457–484, doi: 10.1080/02726349508908436.
- Rosen P. A., Hensley S., Joughin I. R., Li F. K., Madsen S. N., Rodriguez E., Goldstein R. M. (2000): Synthetic aperture radar interferometry. *Proc. IEEE*, 88/3, 333–382.
- Sarabandi K., Tsen-Chieh C. (1996): Optimum corner reflectors for calibration of imaging radars. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 44/10, 1348–1361.
- Sentinel-1 User Handbook, https://sentinel.esa.int/documents/247904/685163/Sentinel-1_User_Handbook, hozzáférés dátuma: 2018. március 27.
- Zink M., Kietzmann H. (1995): Next Generation SAR – External Calibration Rep. 95–41, 45 p., German Aerospace Center (DLR).

Tudománytörténeti értékek: a budafapusztai olajmező megtalálásának története

KOVÁCS B.

E-mail: kovbela0209@t-online.hu

A *Magyar Geofizika* korábbi számaiban megjelent E. A. Robinson és S. Treitel két érdekes cikke, amelyben a MIT (Massachusetts Institute of Technology) Geofizikai Adatfeldolgozó Csoportjának történetét írták le. A cikkeket tárgyuk tudománytörténeti jelentősége miatt adtam közre magyarul.

Most egy magyar vonatkozású témát szeretnék bemutatni, nevezetesen D. C. Skeels és Vajk Raul beszámolóját a budafapusztai olajmező kutatásairól és feltárásáról. A beszámoló 1947-ben a *Geophysics* 12. kötetének 2. számában jelent meg. A cikk címe: „A magyarországi budafapusztai (lispei) olajmező kutatása és feltárása”. A cikket a szerzők előadás formájában is bemutatták az SEG éves közgyűlésén Los Angelesben 1947. március 27-én.

Ezt a cikket azért fordítottam le, mert szerintem a budafapuszta-lispei olajmező felfedezéséről ez az egyetlen, első kézből származó ismertetés, amely tartalmazza a geofizikai módszerek alkalmazásának részleteit, beleértve a cikkhez mellékelt térképeket is. Vajk Raul az 1930-as években 8 éven keresztül – mint a gravitációs módszer alkalmazásában jártas geofizikus – kulcsszerepet töltött be az Eurogasco, illetve a MAORT dunántúli kutatásaiban. A budafapuszta-lispei mező feltárásában végzett munkájáról Papp Simon a következőket írta: „1934. év nyarán Budafapuszta környékén nehézségi méréseket végeztünk Eötvös–Rybár-féle torziós mérlegekkel. A terep dombossága és széttagoltsága következtében nem volt nagyon alkalmas ezeknek a méréseknek a keresztülvitelére, de geofizikusaink, dr. Vajk Raul és Oszlaczky Szilárd kiváló elméleti és gyakorlati tapasztalata folytán mégis használható eredményeket értünk el. Megállapíthattuk, hogy ezen a vidéken Kiscsehi és Borsfa községek között egy kelet–nyugati irányban húzódó és mindkét végén záródó antiklinális földalatti szerkezet képződött ki”.

A cikk ábráin érdekes módon a szerzők az Európában csak 1884-ig használt úgynevezett Ferro meridián rendszert használják. Minden ábrán szerepel a Ferro-tól keletre eső 34° 20'-es meridián és a 36° 30'-es szélességi vonal, ezek segítségével hasonlíthatók össze az ábrák.

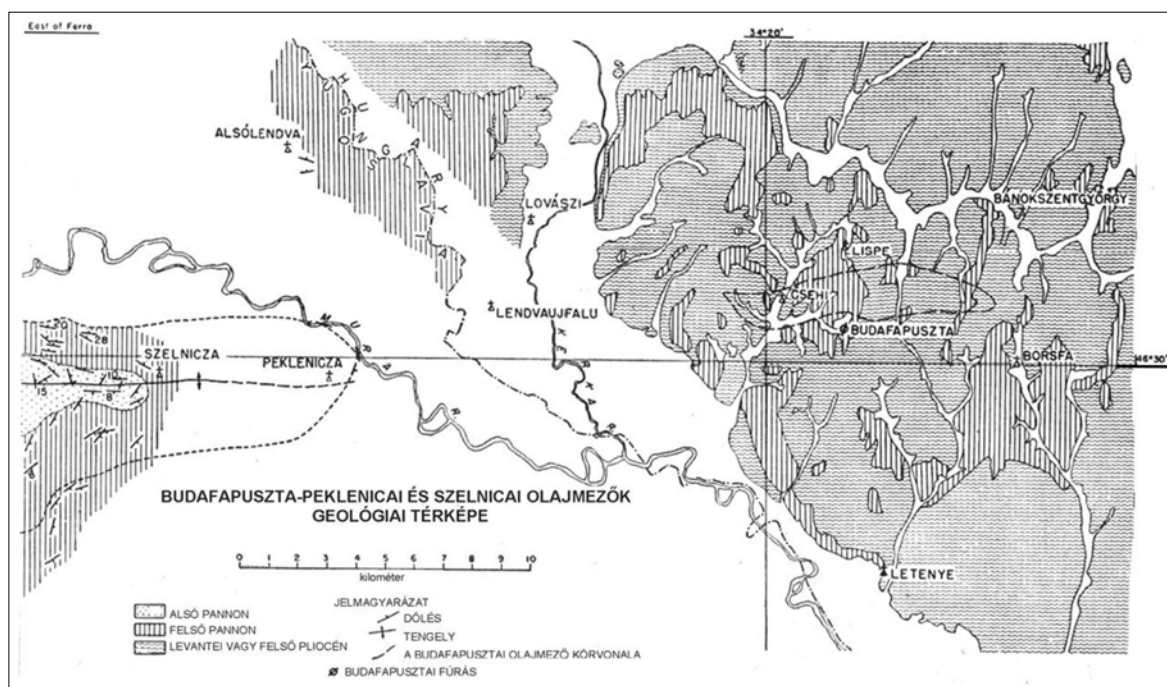
Ez után a rövid bevezető után jöjjön tehát a cikk fordítása!

Összefoglalás

A budafapusztai terület először földrajzi fekvésénél fogva keltett érdeklődést, mivel keleti irányú kiszögellése egy ismert felszíni antiklinálisnak, amely jelentéktelen mennyiségű kőolajat szolgáltatott Peklenicán és Selnicán. A próbafúrás helyét 1920-ban jelölték ki egy lehatárolt sík területen, és a fúrást, amely nem hozott eredményt 1923-ban fejezték be. Az Eurogasco mint a Standard Oil Co. (N. Y.) leányvállalata 1934-ben torziós ingával vizsgálatokat végzett, és ezek felbontozódást mutattak ki, amelynek tetőgerince a meddő fúrástól északra 1500 m-re volt. A szerkezet jelenlétét reflexiós mérések igazolták. A feltáró fúrást a torziós ingával végzett mérések adatai alapján tűzték ki, és produktív fúrásként 1937-ben fejezték be. Graviméteres

vizsgálatokat az első két termelőfúrás lemélyítése után végeztek, ezek további információt szolgáltattak a szerkezetéről, és elősegítették a mező feltárását. Az ismertetett kutatás története azt mutatja, hogy megfelelően végrehajtott torziósinga-vizsgálat nagyon hatékony és gazdaságos lehet, még dombos területen is. Mellékletként a cikkhez csatoljuk a Peklenica-Selnica antiklinális egy részének geológiai térképét, a terület topográfiai, torziósinga-, szeizmikus és graviméteres térképeit, továbbá egy szeizmikus kereszt-szelvényt és a budafapusztai szerkezet felszín alatti szintvonalas térképét.

A budafapusztai olajmező, amelynek birtokosa és üzemeltetője a Standard Oil Co. (N. Y.) leányvállalataként működő Magyar–Amerikai Olajipari Részvénytársaság



1. ábra. Geológiai térkép, amely a budafapusztai mező és a peklenicai antiklinális egymáshoz viszonyított helyzetét mutatja be

(MAORT) Magyarország délnyugati szegletében helyezkedik el, a Mura folyótól északra, nem messze a Muraköz régóta ismert peklenicai (bányavári) olajmezőjétől.

A továbbiakban röviden ismertetjük a budafapusztai olajmező feltárásának történetét mint a geofizikai kutatási módszerek olajtároló szerkezetek felfedezésére való használhatóságának jellemző példáját.

A figyelem 1919-ben, közvetlenül az első világháború után fordult először a budafapusztai terület felé, amikor az Anglo-Persian Co. olajkoncesszióhoz jutott Magyarországon, és a magyarországi olajkutatás céljára megalakította a Magyar Olajszindikátust. A peklenicai olajmező közelsége folytán reményteljesnek látszott a budafapusztai terület.

A peklenicai mező szerkezetiileg egy közel kelet–nyugati csapásirányú antiklinális, amely kelet felé lesüllyed (lásd 1. ábra). Az antiklinális tengelye mentén keletről nyugat felé és nyugat–délnyugati irányban először felső pannon, majd alsó pannon, végül (a vázlat határain túl) felső mediterrán mutatkozik a felszínen, erőteljes dőléssel észak és dél felé. Két olajmező helyezkedik el ezen az antiklinálison, az egyik Selnicánál, a másik pedig Peklenicánál (Bányavárnál). Logikus volt a feltételezés, hogy ez a redő a mélységben kelet felé folytatódik, és a Mura folyón, valamint Magyarország trianoni határán túlra is kiterjed. A terület fedője Budafapuszta szomszédságában főként levantei vagy felső pliocén és részben felső pannon.

A topográfia eléggé dombos (lásd: 2. ábra), a dombok a Mura völgyének 150 m-es szintjéről 350 m-re emelkednek, 200 m-es szintkülönbségű domborzatot képezve. A dombokat keskeny eróziós völgyek szakítják meg.

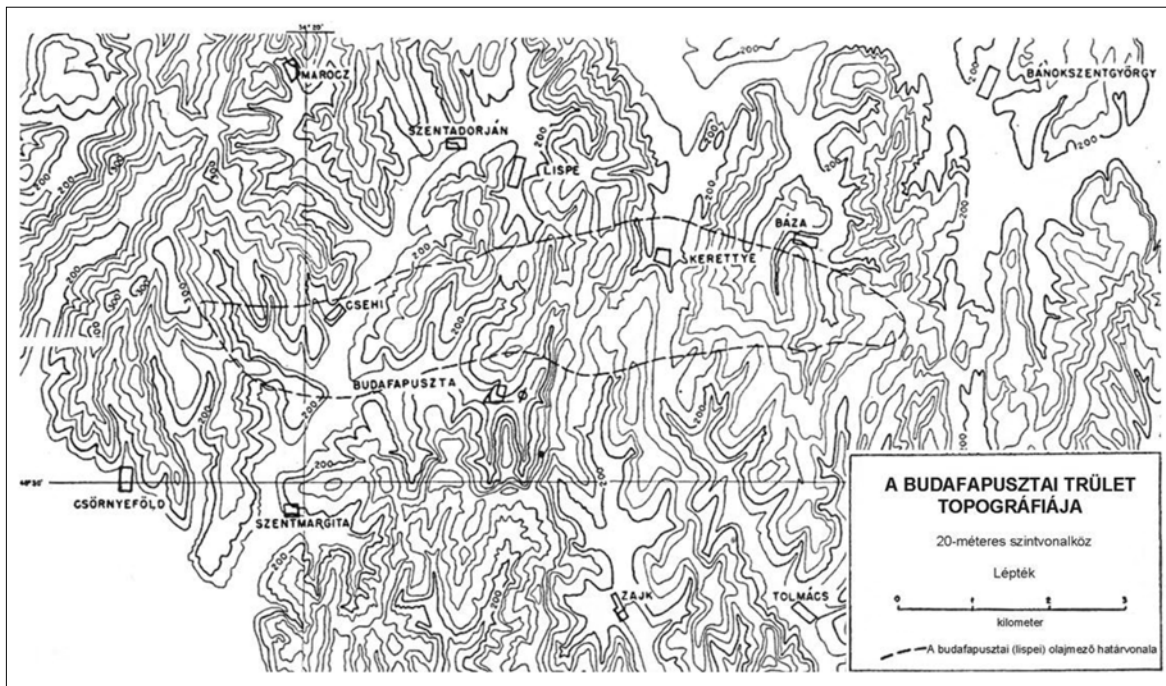
A Magyar Olajszindikátus 1919-ben geológiai vizsgálatokat végzett ezen a területen. Ennek folyamán került sor eléggé megbízhatatlan dőlésmegfigyelésekre, amelyeket a

felső pannon rétegek felszíni kibúvásein és mesterségesen létesített 2–3 m mélységű aknáknakban végeztek. A megfigyelések adatai alapján egy boltozat körvonalazódott, ennek centruma Budafapuszta településnél volt.

Az egyenetlen topográfia miatt a Magyar Olajszindikátus reménytelennek tartotta a torziósinga-mérések elvégzését ezen a területen, bár a magyar kormánnyal kötött szerződés értelmében a Magyar Királyi báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézet személyzete és berendezése rendelkezésre állt. Torziósinga-vizsgálatokat csak az Alföldön végeztek, ahol a topográfiai viszonyok ideálisak voltak. Ebben az időben a gravimétert még nem tették alkalmassá terepi használatra, így csupán egyetlen ingaállomást telepítettek Budafapusztán. A fentiekből következően csak a korlátozottan rendelkezésre álló felszíni geológiai adatokat vették figyelembe, amikor a próbafúrást E. H. Cunningham-Craig (Anglo-Persian Co.) és dr. Böck Hugó (Magyar Olajszindikátus) geológusok kitérték a felszíni geológiai adatok felhasználásával körvonalazott boltozat közepén. A fúrást Budafapusztától keletre (2. ábra) 1737,5 m mélységig folytatták, majd az alsó pannonban hagyták abba eredménytelen fúrásként. Mélyítése során csak jelentéktelen olajzagú gáznymokat észleltek.

A Magyar Olajszindikátus egy másik szerkezeten (Kurd szomszédságában) is tűzött ki fúrópontot, azonban ez sem bizonyult eredményesnek. 1924-ben, a második sikertelen próbálkozás után a vállalat feladta a magyar koncessziót.

1933-ban az European Gas and Electric Co. (röviden Eurogasco, amelyből később a MAORT jött létre) olaj- és gázkoncessziót szerzett a Dunántúlra, vagyis Magyarország délnyugati negyedére. A koncesszió a Dunától délre és nyugatra, egészen Magyarország trianoni országhatáráig terjedő területet foglalja magában.



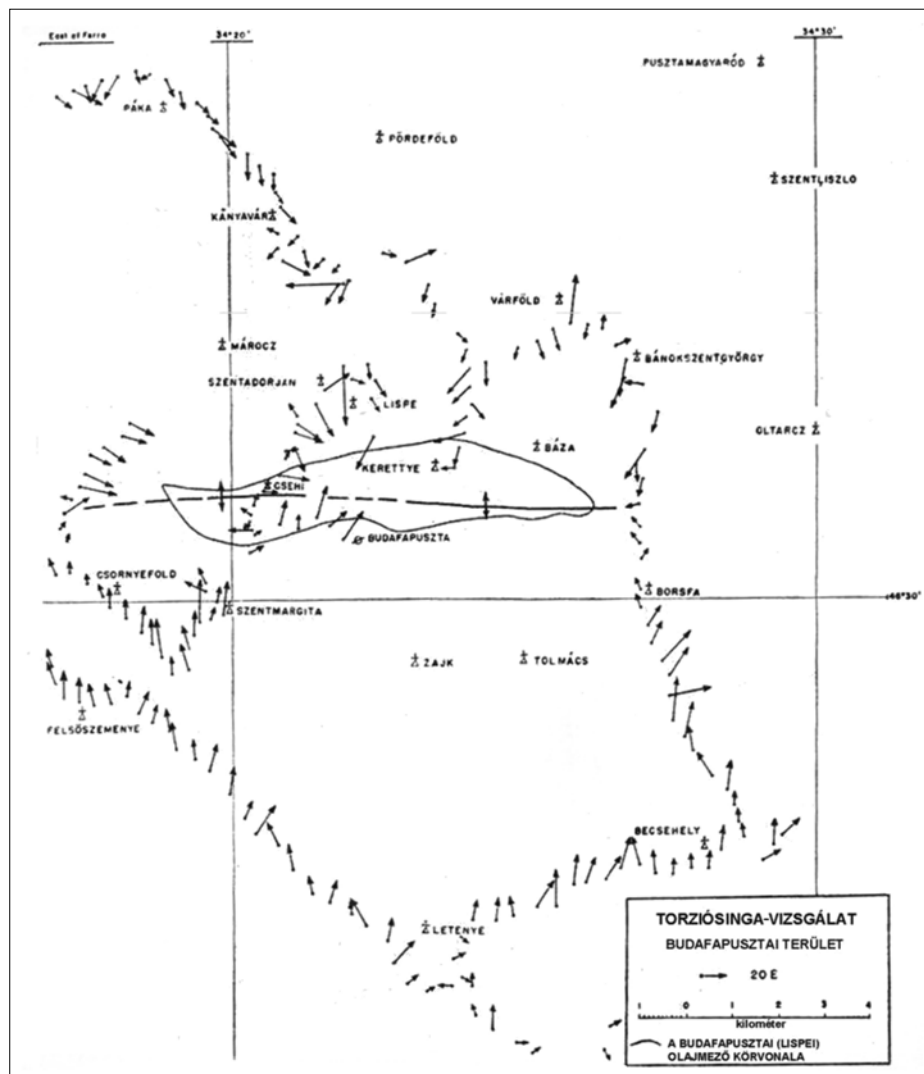
2. ábra. A budafapusztai terület topográfája

Az Eurogasco felismerte, hogy a Magyar Olajszindikátus sikertelensége annak tulajdonítható, hogy a Dunántúlon nincs külszíni adatokból nyerhető megbízható információ a felszín alatti szerkezetekről, mivel a harmadidőszaki rétegeket lefedő felső pliocén kavics-, pleisztocén agyag-, homok- és lösztakaró meggátolja, hogy a geológusok következtetni tudjanak a terciér formációk struktúrájára.

Az Eurogasco által végzett geológiai felmérés kimutatta a pliocén rétegek enyhe redőzöttségét, azonban nem volt elegendő geológiai észlelési adat a redők pontos helyzetének meghatározásához. Emiatt geofizikai módszereket alkalmaztak a szerkezetek kimutatására, továbbá kiterjedésük és pontos elhelyezkedésük meghatározására. 1933-ban, amikor az Eurogasco a Dunántúlon megkezdte működését, sem graviméter, sem szeizmikus berendezés nem volt elérhető Magyarországon, emiatt a geofizikai kutatások a torziós ingák használatára szorítkoztak. Amint már említettük, a budafapusztai terület eléggé dombos, és ez nagyon kedvezőtlen a torziós ingával végzett munkálatokhoz. Használható eredményekre csak az állomások helyének igen körültekintő megválasztása esetén lehetett számítani. A szűk völgyekben volt erre lehetőség. Ahol nem voltak meg ehhez az adottságok, ott az enyhe lejtésű dombok tetején helyezték el az állomásokat. Az észlelt gradiensértékekhez minden egyes mérőhelyen elvégezték a térről és kartografikus korrekciókat (görbületmérésekre nem törekedtek, mivel azok sokkal nagyobb mértékű korrekciókat igényeltek volna). Szintezést 100 m-es körzetben végeztek, a kartografikus korrekciókat pedig többnyire 1000 m-ig számították ki az 1:25000 léptékű katonai térképek szintvonalainak felhasználásával. Azt tapasztalták, hogy a folyóvízi üledékeket tartalmazó völgyekben telepít-

tett állomások változékony gradienseket szolgáltatottak, ha csak nem a völgy tengelyének közelében voltak a mérőhelyek. A zavart okozó hatás nyilvánvalóan a viszonylag laza jelenkori lerakódás és a völgy aljzatának kompaktabb anyaga közötti sűrűségkülönbségből adódik. Ez a hatás nem küszöbölhető ki a térről korrekcióval. A völgyek jelenléte kedvező volt a torziósinga-állomások számára, mivel sima, egyenletes területeket nyújtottak elhelyezésükhöz. A lesimított felületként megjelenő jelenkori folyóvízi lerakódások azonban letakarják az egyenetlen eredeti eróziós felszínt, és lehetetlenné teszik annak figyelembevételét a térről korrekciók számításánál. A jelenkori erózióknak kitett völgyeket persze szintén a szabálytalan topográfia jellemzi, de ha viszonylag sima helyet lehetett találni a torziós ingák felállításához, az eredmények általában kielégítőek voltak, minthogy a terep egyenletlenségeinek gravitációs hatását számításba lehetett venni, és az eredmények korrigálhatóak voltak. Hasonlóképpen, azokon a lankás dombtetőkön, ahol hiányzott a lösz, az állomások elég jó eredményeket adtak. A sűrűségértékekre többféle mintából választott átlagsűrűségeket alkalmaztak, és úgy találták, hogy jobb eredmény érhető el, ha egy bizonyos területre egyetlen átlagsűrűség-értéket használnak, mint ha minden egyes torziósinga-állomásra külön-külön határoznák meg a sűrűséget. A görbületértékeket mellőzték, mivel – különösen a szűk völgyekben – a korrekciók nem voltak elég pontosak ahhoz, hogy használható eredményeket nyerjenek.

A 3. ábra mutatja be a budafapusztai terület 186 mérőállomásán kapott gradiensértékeket. Bár vannak az összképbe nem illeszkedő gradiensek, egy határozott keletnyugati csapásirányú antiklinális északi és déli szárnyai tisztán kirajolódnak.



3. ábra. Torziósinga-gradiensek a budafapusztai területen

Látható, hogy a gravitációs tengely a Magyar Olajszindikátus által lemélyített meddő fúrástól északra mintegy 1 km-re húzódik. Ebből következően a fúrást nem a szerkezet tetején, hanem a déli szárnyon mélyítették. Fúrási adatok alapján ez a fúrás ténylegesen a dőlés mentén lefelé a termelő terület szélétől 600 m-re van. A gradiensek Borsfánál és tőle északra keleti irányú dölést mutatnak a szerkezeten, ugyanakkor Csörnyeföld északi részén határozott nyugati irányú dölést jeleznek, ami a fő antiklinális gerincen elhelyezkedő boltozatra utal. A budafapusztai antiklinálissal szomszédos szinklinálisok Letenyétől délre és Pákától északra húzódnak.

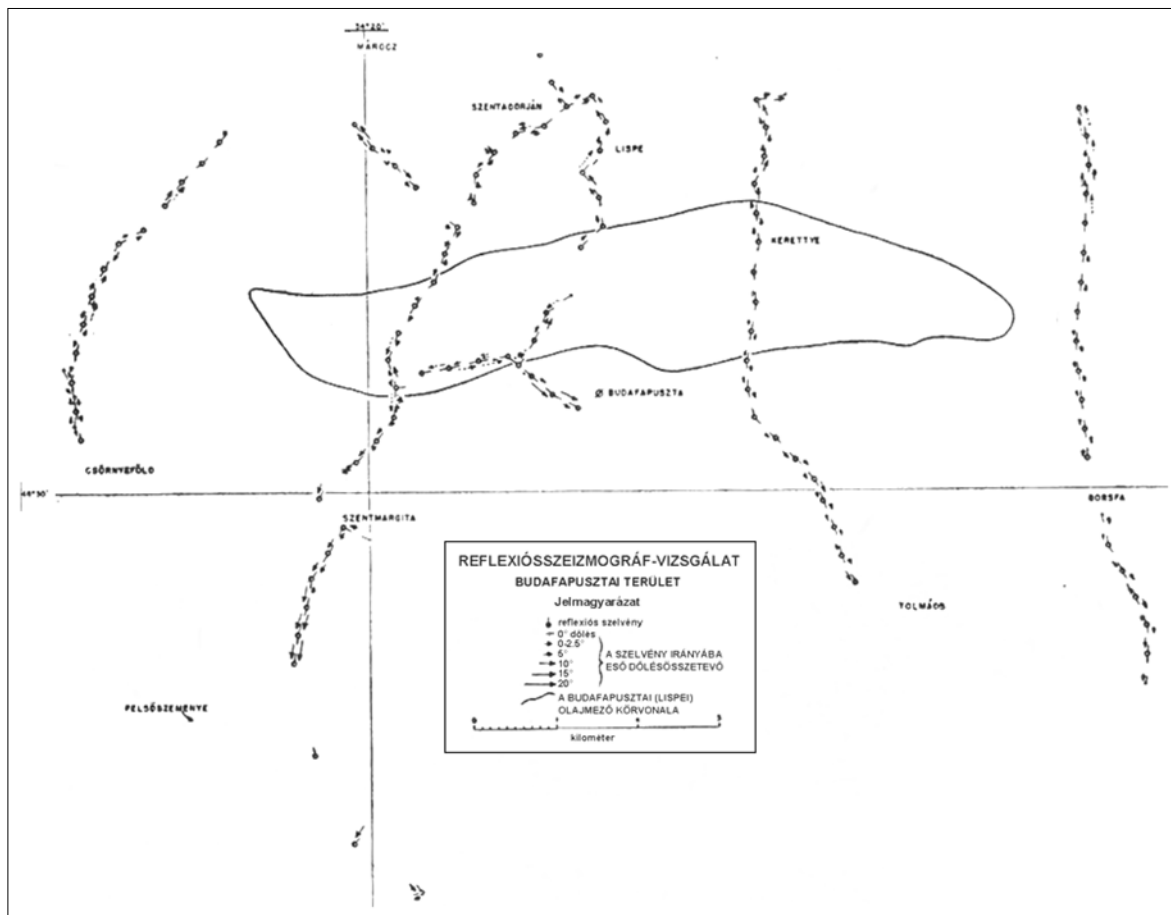
A budafapusztai terület torziósinga-vizsgálatát 1934 nyarán végezték el. A mérési adatok alapján előterjesztés született próbafúrásra, amelynek helyét a szindikátusi fúrástól északi irányban 1500 m-re jelölték ki (a 7. ábrán látható, hogy ez a fúrópont az olajtermelő terület centrumának közelében van).

Említésre érdemes, hogy a 3. ábrán bemutatott vizsgálattal egy időben Budafapuszta keleti és nyugati területét szintén vizsgálták torziósingával, és ebben a tér-

ségben mintegy 500 műszerálláson végeztek méréseket.

A munkálatok teljes költsége közel 11 000 pengőt (200 \$) tett ki. Megállapítható, hogy ez a valaha végzett legolcsóbb és leghatékonyabb kutatás, mivel az 500 torziósinga-állomás egy antiklinális szerkezeten három boltozatot körvonalazott, amelyek mindegyike bizonyított kőolajmező (Budafapuszta, Lispe, Újfalú). Az olajmezőnkénti kutatási ráfordítás kevesebb, mint 700 \$ volt.

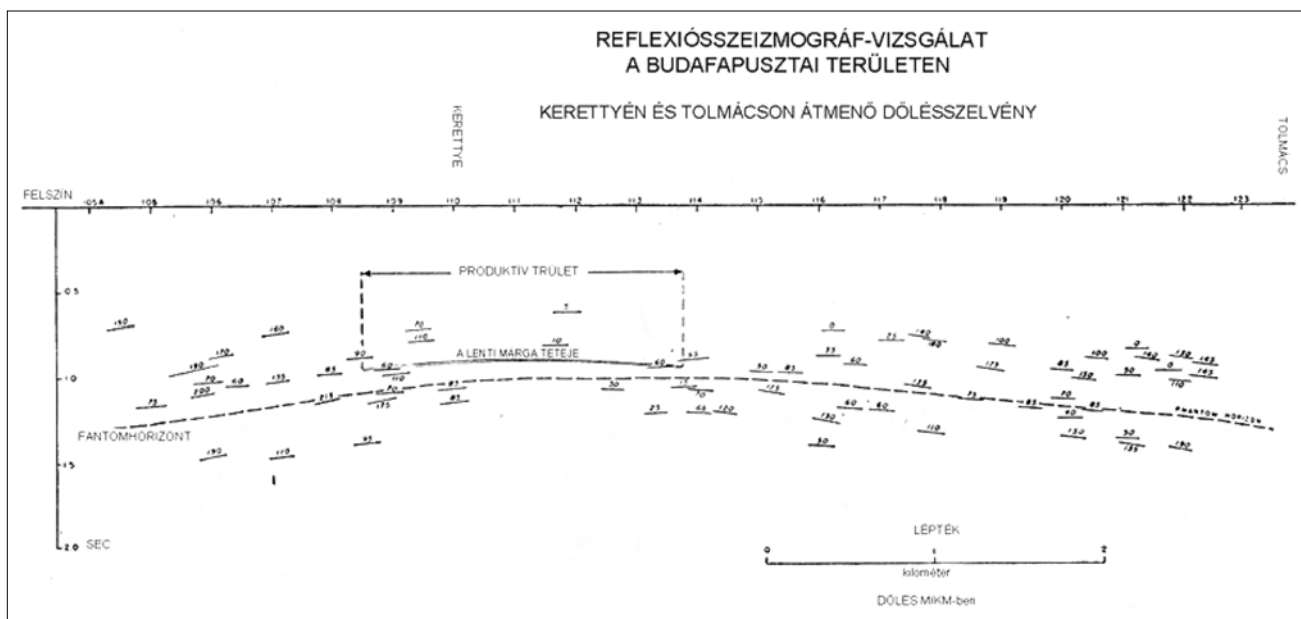
A torziósinga-vizsgálaton kívül 1935–36 telén reflexiós szeizmikus méréseket is végeztek a budafapusztai területen. Mivel a mérőcsoport csak télen állt rendelkezésre, a munkát nagyon megnehezítették az időjárási feltételek és az útviszonyok. DIP-lövéseket alkalmaztak 240 m-es (60–300 m) terítésekkel. A robbantópontok gyakorlatilag ugyanazonokon az utakon helyezkedtek el, mint a torziósinga-állomások. A kapott eredményeket a 4. ábrán mutatjuk be. A reflexiókból meghatározott dölések általában összhangban voltak a torziósinga-adatokkal. Ezek világosan mutatják a kelet–nyugati csapásirányú antiklinális északi és déli szárnyát.



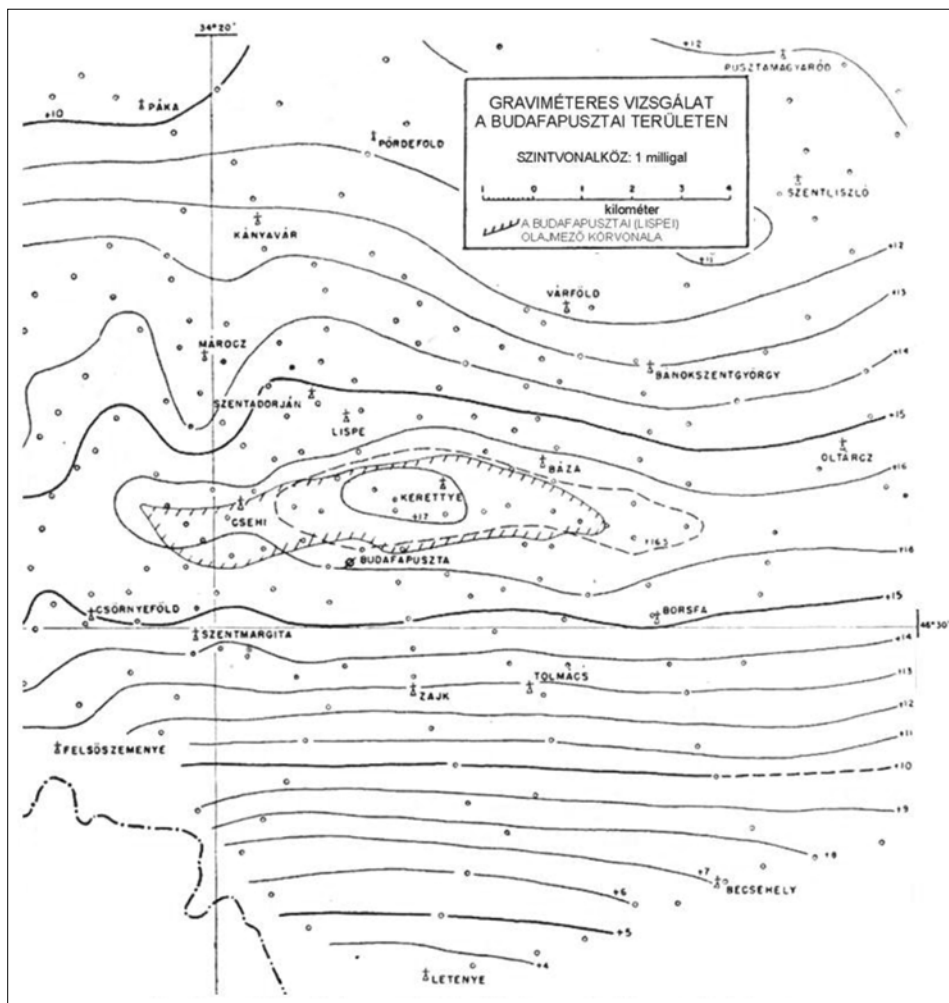
4. ábra. A DIP-lövések eredménye a budafapusztai területen

A szerkezet tengelyét azonban nem lehetett pontosan meghatározni, mivel a reflexiók az antiklinális gerince mentén eléggé gyengék voltak. Ennek ellenére – amennyire a meglehetősen bizonytalan eredményekből meg-

ítélhető – úgy tűnik, hogy a szeizmikus tengely a gravitációs tengelytől kissé északabbra van. A szeizmikus dőlésszelvény – amelyet szintén mellékelünk (5. ábra) – az észlelt döléseket mutatja, és feltüntet egy fantomhori-



5. ábra. Szelvény, amely a szeizmográffal rögzített felvételekből származó dőlésszögeket mutatja m/km-ben



6. ábra. A budafapusztai terület graviméteres térképe

zontot, amely a szerkezet keresztmetszetét hivatott érzékelteni.

A torziósinga- és szeizmográf-mérések adatai alapján ellenőrző fúrást tűztek ki a budafapusztai szerkezeten, a szindikátusi fúrástól északra, mintegy 1,8 km-re. A kitzéskor figyelembe vették az útviszonyokat és a szállítási feltételeket is. A fúrás, amely 1936 júliusában kezdődött és 1937 márciusában fejeződött be, felső és alsó pannon (pontusi), szarmata és tortonai korú rétegeket harántolt. A kút naponta több mint 280 000 m³ nedves gázt és valamennyi könnyű olajat szolgáltatott 1000 m mélységből. Később, amikor a kutat fűtésre használták, naponta mintegy 20 tonna kőolajat is nyertek.

Műszaki nehézségek miatt az alsóbb szinteket nem lehetett ellenőrizni. A 2-es számú kutat a fent említett fúrástól délkeletre mélyítették, és ez naponta mintegy 47 000 m³ kőolajat szolgáltatott egy mélyebben fekvő homokrétegből.

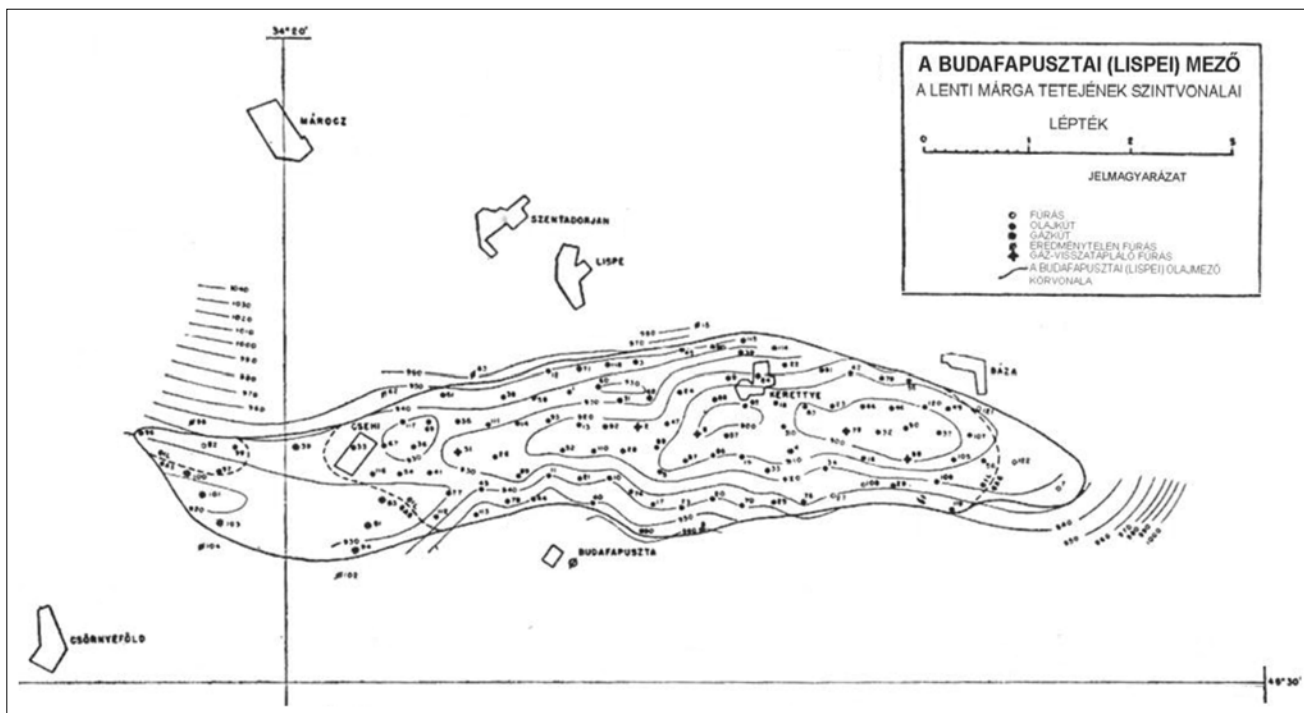
1937-ben – az első budafapusztai fúrás befejezése után – az Eurogasco számára már elérhető volt a graviméter, és az év második felében graviméteres vizsgálatokat végeztek ezen a területen, amelyek eredményei a 6. ábrán láthatóak.

A térkép az egyenlő gravitációt adó helyeket összekötő vonalak bemutatásával tiszta képet ad a budafapusztai szerkezetről. Határozott záródás figyelhető meg keleti és nyugati irányban, ami a fő antiklinális gerincén elhelyezkedő boltozatot jelöl ki. A graviméterrel és torziós ingával végzett vizsgálatok lényegében jó egyezést mutatnak.

A topográfia természetesen sokkal kisebb mértékben befolyásolja ezeket a méréseket, mint azokat, amelyek torziós ingával készültek. A graviméteres térkép megbízható útmutatónak bizonyult, amikor további fúrásokat mélyítették az olajmező feltárásához. Említést érdemel, hogy a dunántúli terület gravitációs anomáliái általában szoros összefüggésben vannak a geológiai szerkezettel.

Azok a tényezők, amelyek ezt megerősítik, a következők: 1) az üledékek sűrűsége jelentősen és folyamatosan növekszik a felszíntől a harmadidőszaki aljzatig, 2) nem jelentkezik hirtelen sűrűségváltozás az üledékekben, 3) nincsenek markáns regionális hatások.

A budafapusztai (lispei) területen 1940 végéig 51 termelőkút fúrására került sor, és az alsó pannon homokrétegekből származó teljes olajkitermelés 1 914 550 hordó volt. A kutak adatai alapján a dóm tetejének szerkezete az eléggé biztosan követhető márga ágyazat felszín alatti



7. ábra. A budafapusztai mező felszín alatti szerkezeti térképe

szintvonalainak felhasználásával jól kirajzolódik, amint azt a 7. ábra mutatja. Az ábra a gáz–olaj határfelületet és a szegélyvizet is feltünteti. A produktív terület határának bemutatása – az 1., 2., 3., 4. és 6. ábrán – megkönnyíti a tájékozódást és a különböző térképek összehasonlítását. Az antiklinális szélességére a gravitációs adatok alapján mintegy 18 km adódik, ami a szerkezet délen és északon húzódó szinklinálisainak tengelye közötti távolságot jelenti.

Befejezés

A budafapusztai olajmező feltárásának története a geofizikai módszerek használhatóságát bizonyítja egy olyan területen, ahol a felszíni geológiai vizsgálatok nem szolgáltattak

megbízható információt. Az is megállapítható továbbá, hogy a kellő gondossággal és szakértelemmel végzett torziósinga-vizsgálatok még kedvezőtlen topográfiával rendelkező területen is nagyon hatékonyak és gazdaságosak lehetnek. Dombvidéken azonban a graviméter van fölényben, amikor a felszín alatti szerkezetekről részletes információt kell szolgáltatni.

A cikk a szokásos köszönettel zárul, amelyben a szerzők megköszönik cégüknek a publikálás engedélyezését. A cikkhez irodalomjegyzék nem tartozik.

A cikk szerzője

Kovács Béla

A 2001 R mélyfúrás-geofizikai berendezés

REZSABEK N.

E-mail: nandor.rezsabek@freemail.hu

A magyar gépjárművek történetével foglalkozó szakirodalom tág teret szentel az egykori AUTÓKUT Autóipari Kutató és Fejlesztő Vállalat (valamint jogelődjei és a jelenleg is létező jogutód szervezete) tevékenységének. Az egykori kutatóintézethez e sorok íróját személyes gyökerek fűzik: édesapám, *id. Rezsabek Nándor* több évtizeden át dolgozott laboratóriumvezetőként, akárcsak egykori iskolatársa, későbbi kollégája, *Bernáth Elek* tervezőmérnöként. Ezen a szalon már gyermekkoromban találkoztam egy érdekes (a természettudományokhoz szorosan kapcsolódó!) járművel. A hazahordott műszaki rajzokon, de leginkább egy színes fényképen rendszeresen megcsodáltam ezt. Vélhetően élőben is láttam, hisz annak nem volt akadálya, hogy a nyári szünidő alatt akár napokat is eltöltsék az 1950-ben létrehozott, a magyar jármű- és hadijármű-termékek fejlesztésére és vizsgálatára létrehozott intézményben.

Az AUTÓKUT a Gamma Művek megbízásából 1978-tól vett részt a szénhidrogén-kutatásban és -feltárásban nélkülözhetetlen mélyfúrás-geofizikai berendezés fejlesztésé-

ben. 1980-ban tervezte meg az önjáró csörlőmű járműszerkezeti és gépészeti berendezéseit, majd a Gamma Művekkel és a hidraulikus berendezést szállító osztrák IPA céggel elkészítették kísérleti példányát. A jármű és geofizikai célú felépítménye hivatalosan a RÁBA-MAN U26.230 DFA-02 GAMMA 2001.00 R elnevezést kapta. Össztömege 22,5 tonna, hossza 7,84, szélessége 2,5, magassága 3,4 méter volt. A csörlőmű a nagy mélységű fúrások vizsgálatára alkalmas önjáró berendezés. Alapját egy háromtengelyű, összkerék-hajtású RÁBA-MAN tehergépkocsi-alváz adta, amely a 8000 méter hosszú kábel felcsévélésére méretezett csörlődobot, a vizsgálathoz szükséges műszereket, a kezelő, illetve a mérést végző személyeket befogadó felépítményt, valamint a mérési jelet adó szondákat hordozta.

A mélyfúrással kialakított lyukhoz telepített berendezéssel az adott mérési eljárás céljainak megfelelő, kábelhez csatlakozó szondát eresztettek le, és a mérendő geofizikai jellemzőt villamos jel formájában a kábel belsejében levő szigetelt vezetőt a felszínre, a beépített műszerekbe vezet-



1. ábra. A karotázsjármű első példánya 1982-ben

ték és regisztrálták. A mérések során megállapítható volt meghatározott mélységben a fúrást környező közetréteg összetétele, vastagsága, térbeli helyzete, tájolása, elektromos és radioaktív tulajdonsága. Speciális szondákkal mélyégi kőzetminták felhozatala is lehetségessé vált. Segítségével a termelőkutakban egy-egy réteg kitermelésének indítása, hozam- és minőségmérése is elvégezhető volt.

A 2001 R energiaellátásáról az alapjármű dízelmotorja gondoskodott. Ez hajtotta a mérések során a segédgépeket, így a hidroszivattyúkat, a klímaberendezés kompresszorait és a műszereket tápláló generátort. A csörlőművet hidromotor működtette. A hidraulikus rendszer révén mindkét csévélési irányban fokozatmentesen volt szabályozható a csörlés sebessége. A beállított kábelsebesség pontos megőrzését, a kábelterhelés regisztrálását és a mélység mérését digitális kijelzésű elektronikus berendezés, valamint írószerkezet végezte. A szonda elakadásának, megszaladásának, kábelszakadásnak esetében, illetve ezek elkerülésére elektronikus védőautomatikat építettek be, mely a hidraulikus vezérléssel állt összekötetésben.

A csörlés vezérlése a műszerfülkébe épített vezérlőpult-ról történt, ahol a dízelmotor, a hidraulikus és villamos berendezés, továbbá a segédgépek ellenőrző műszerei is helyet kaptak. A csörlőmű géptere és az alváz a különböző szondák szállítására alkalmas tárolókkal, izotóp- és generátor-aggregát-tartó szekrényekkel volt felszerelve. A mérést végzők optimális munkakörülményeinek biztosítása érdekében, illetve a műszerek védelmében a műszerfülkében fűtőberendezés és légkondicionáló üzemelt.

A korszerűen műszerezett csörlőművek műszakilag az akkori világszinthez közeli megoldást képviselték. A berendezés 1982-ben elnyerte a Budapesti Nemzetközi Vásár (BNV) Nagydíját (1. ábra). 1983-ban két további, a korábbi tapasztalatok alapján továbbfejlesztett jármű készült el az AUTÓKUT-ban. Ezek az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Dunántúli, illetve Alföldi Kőolajipari Vállalatánál álltak üzembe. Kísérleti példányát sikerrel mutatták be nemzetközi környezetben is. Az egykori Szovjetunió sikeres moszkvai kiállítására a kátyús utakon zötykölődve jutott el. Mindez azt jelentette, hogy komoly potenciál mutatkozott a több országot érintő exportra. Így 1984-ben két újabb jármű gyártását rendelte meg a Gamma Művek az AUTÓKUT-nál. Összesen öt mélyfúrás-geofizikai beren-

dezés készült. (Kereskedelmi szórólapját lásd e lapszám hátlapján.)

Széles körű elterjedését és piaci sikerét azonban megátolta a közel hasonló képességű járművek és berendezések hazai, valamint nemzetközi alkalmazása, de legfőképp a rendszerváltozásnak a fejlesztésben résztvevő szervezetekre gyakorolt radikális hatása. A szakemberek véleménye szerint a berendezés vas alváza miatt túlsúlyosnak bizonyult, hossza (azaz rövid felépítménye) miatt pedig nem minden szonda volt elhelyezhető benne.

A 2001 R berendezések későbbi sorsáról csak hiányos információk állnak rendelkezésre. Az biztos, hogy még „fénykorában” egyik példányát perforátorrá alakították át. Utóbb megindult egy Mercedes alvázra szerelt mélyfúrás-geofizikai berendezés fejlesztése, majd jellemzően amerikai gyártmányú eszközök álltak szolgálatba olajipari kutatási célokra. Mindeközben 1992-ben az Oroszországi Föderáció Baskír Köztársaságában tárgyaltak a korábbi megoldásra alapozott új, közös fejlesztésű mélyfúrás-geofizikai berendezésről. Napjainkban a *Szulyovszky Tibor* által bámulatossá tett részletességgel kidolgozott és a lap hátoldalán bemutatott 1:5-ös makett szolgál a 2001 R mementójaként a Gamma Műszaki Zrt. Gamma Ipartörténeti Szakgyűjteményében.

A cikk szerzője

Rezsabek Nándor

Fontosabb forrásmunkák

Bernáth Elek: Önjáró csörlőmű fejlesztése. In: Járművek, Mezőgazdasági Gépek 33, 1986(9–10), 359–360

RÁBA U26.230 DFA 02 GAMMA 2001 R önjáró csörlőmű. Jellegrajz. 2001.00R-0.00.0-005. Autóipari Kutató Intézet. Budapest. 1982.11.25.

2001 R. Geophysik. Selbstfahrender Kabelwagen und Meßstation für Mitteltiefbohrungen. Geophysics. Automotive hoist equipment for well-logging. Szórólap. Gamma Művek. Budapest

Геофизика 2001. Передвижной каротажный подъемник для скважин средней глубины. Szórólap. Gamma Művek. Budapest

Bernáth Elek, id. Rezsabek Nándor, Zsitnyányi Attila és a Gamma Ipartörténeti Szakgyűjtemény közlései, adatai, fényképfelvételei

EÖTVÖS LORÁND GEOFIZIKAI ALAPÍTVÁNY
1145 Budapest, Columbus u. 17–23.
Bankszámlaszám: 10200892-31410618-00000000
Adószám: 19638902-1-42

Jelentés az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány 2017. évi munkájáról

A Fővárosi Bíróság által 8.Pk.64305/2. nyilvántartási számon 1990. 11. 30-án bejegyzett *Eötvös Loránd Geofizikai Alapítványt* a Fővárosi Törvényszék 2015 februári jogerős, 83.Pk.64.305/1990/15. sz. végzésével megerősítette közhasznú jogállásában.

Alapítványunk mint kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített beszámoló és közhasznúsági melléklet elkészítésére kötelezett, melyet az Országos Bírósági Hivatalnak elektronikus úton küldünk be. Korábbi törvényi kötelezettségünknek és kialakult gyakorlatunknak megfelelően közhasznúsági jelentésünket, mérleg és eredményadatainkat a *Magyar Geofizika* folyóiratban is megjelentetjük.

Alapítványunk – az Alapító tárgyévre vonatkozó kéréseit is figyelembe vevő – éves munkaterve szerint végezte 2017. évi munkáját. Alapszabályunknak megfelelően a cél szerinti, közhasznú tevékenységekre tárgyévben összesen 1.495.657 Ft került felhasználásra, az alábbi bontásban:

- a tudományos szakmai tevékenység támogatására 870.810 Ft,
- a kulturális örökségünk megóvására 465.860 Ft,
- az oktatási, nevelési, képességfejlesztési támogatásra 158.987 Ft.

Alapítványunk részt vett Eötvös Loránd halála centenáriumáról megemlékező emlékvévre vonatkozó sikeres UNESCO előterjesztés kidolgozásában, valamint a centenáriumi év program és költségtervezet elkészítésében, a lebonyolítást koordináló Operatív Bizottság létrehozásában.

A közhasznúsági kritériumokra vonatkozóan a megfelelő erőforrások kategóriában két kritérium teljesült:

- az átlagos éves bevétel két év átlagában 1.950 eFt.
- a két évre vonatkozó tárgyévi eredmény pozitív

A közhasznúsági kritériumokra vonatkozóan a megfelelő társadalmi támogatottság kategóriában egy kritérium teljesült:

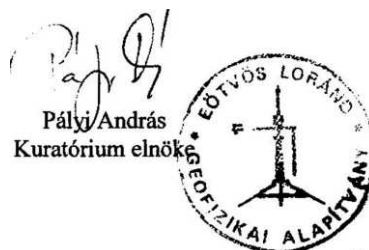
- a közhasznú tevékenység ráfordítás mutatója két év átlagában 82,6%.


A tisztségviselők nem részesültek juttatásban. Az Alapítvány tárgyévi gazdálkodása takarékos és zökkenőmentes volt. Számláit határidőre kifizette, készpénzforgalmában fennakadás nem volt. Vállalkozási tevékenységet nem folytatott. Tartozása, köztartozása nincs.

Az Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány Kuratóriuma:

- a beszámolókat 2018. május 24-i ülésén megvizsgálta, megtárgyalta és elfogadta,
- kijelenti, hogy a 2017. évi Egyszerűsített beszámolója, valamint az Alapszabályában foglaltak alapján a 2011. évi CLXXV. Tv. 32.§ (1)–(5) bekezdésében meghatározott közhasznúsági kritériumoknak megfelel, így a közhasznúsági jogállása továbbra is fennáll.

Budapest, 2018. május 24.



	A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet	PK-342
2017. év		


Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány

Az egyszerűsített éves beszámoló mérlege			
<i>(Adatok ezer forintban.)</i>			
	Előző év	Előző év helyesbítése	Tárgyév
ESZKÖZÖK (AKTÍVÁK)			
A. Befektetett eszközök	19 524		20 358
I. Immateriális javak			
II. Tárgyi eszközök			
III. Befektetett pénzügyi eszközök	19 524		20 358
B. Forgóeszközök	1 847		677
I. Készletek	1 029		569
II. Követelések	24		24
III. Értékpapírok			
IV. Pénzeszközök	794		84
C. Aktív időbeli elhatárolások	1 002		
ESZKÖZÖK ÖSSZESEN	22 373		21 035
FORRÁSOK (PASSZÍVÁK)			
D. Saját tőke	21 019		21 035
I. Induló tőke/jegyzett tőke	6 000		6 000
II. Tőkeváltozás/eredmény	14 303		15 019
III. Lekötött tartalék			
IV. Értékelési tartalék			
V. Tárgyévi eredmény alaptevékenységből (közhasznú tevékenységből)	716		16
VI. Tárgyévi eredmény vállalkozási tevékenységből			
E. Céltartalékok			
F. Kötelezettségek	1 354		0
I. Hátrasorolt kötelezettségek			
II. Hosszú lejáratú kötelezettségek			
III. Rövid lejáratú kötelezettségek	1 354		0
G. Passzív időbeli elhatárolások			
FORRÁSOK ÖSSZESEN	22 373		21 035

Ny.v.:2.2 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2018.04.26 16.41.03

	A kettős könyvvitelt vezető egyéb szervezet egyszerűsített éves beszámolója és közhasznúsági melléklet	PK-342
2017. év		

Szervezet / Jogi személy szervezeti egység neve:

Eötvös Loránd Geofizikai Alapítvány

Az egyszerűsített éves beszámoló eredménykimutatása									
<i>(Adatok ezer forintban.)</i>									
	Alaptevékenység			Vállalkozási tevékenység			Összesen		
	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév	előző év	előző év helyesbítése	tárgyév
1. Értékesítés nettó árbevétele	0		0				0		0
2. Aktivált saját teljesítmények értéke									
3. Egyéb bevételek	2 021		1 780				2 021		1 780
ebből:									
- tagdíj									
- alapítótól kapott befizetés									
- támogatások	2 021		1 780				2 021		1 780
ebből: adományok			436						436
4. Pénzügyi műveletek bevételei	60		38				60		38
A. Összes bevétel (1+-2+3+4)	2 081		1 818				2 081		1 818
ebből: közhasznú tevékenység bevételei	2 021		1 780				2 021		1 780
5. Anyagjellegű ráfordítások	1 040		1 456				1 040		1 456
6. Személyi jellegű ráfordítások	233		238				233		238
ebből: vezető tisztségviselők juttatásai									
7. Értékcsökkenési leírás	12		26				12		26
8. Egyéb ráfordítások	80		80				80		80
9. Pénzügyi műveletek ráfordításai	0		2				0		2
B. Összes ráfordítás (5+6+7+8+9)	1 365		1 802				1 365		1 802
ebből: közhasznú tevékenység ráfordításai	1 119		1 496				1 119		1 496
C. Adózás előtti eredmény (A-B)	716		16				716		16
10. Adófizetési kötelezettség	0		0				0		0
D. Tárgyévi eredmény (C-10)	716		16				716		16

Ny.v.:2.2 A nyomtatvány papír alapon nem küldhető be!

Nyomtatva: 2018.04.26 16.41.03

Redlerné dr. Tátrai Marianna

1957 – 2018

1957-ben született Budapesten. 1975-ben érettségizett az Árpád Gimnáziumban. 1980-ban szerzett geofizikusi diplomát az ELTE-n, 2005-ben pedig doktori dolgozatát megvédve PhD-fokozatot az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán.

Egyetemi hallgatóként részidős szerződéssel dolgozott az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Szeizmikus és Számítástechnikai Főosztályán, ahová az egyetem elvégzése után teljes állásba került. 1980–1982 között a szeizmikus terepi csoportnál kiértékelő geofizikusként (tudományos segédmunkatársi beosztásban), majd 1982-től a Főosztály Hegyvidéki Osztályán mint tudományos munkatárs dolgozott. Az Intézet 1993-as átszervezése óta a Kutatási Főosztály állományába tartozik, 2005-től mint tudományos főmunkatárs.

1980–1993 között a „Földtani alapszelvények” állami kutatási téma (a kainozoós medencealjzatnak és belső szerkezetének vizsgálata) szeizmikus témafelelőse volt. Ezen időszak során részletesebben foglalkozott a Kisalföld, a Dunántúli-középhegység és előterei, az Északi-középhegység és előterei, valamint a Balatontól délre eső területek földtani felépítésével. A számítógépes feldolgozás lehetőségeit az SzCSz-3 programrendszer segítségével ismerte meg. A mélyszerkezet-kutatás mellett egyéb szeizmikus feladatok tervezésében, feldolgozásában és értelmezésében is részt vett, így szilárdásvány-kutatás (szén, urán) céljából szeizmikus refrakciós mérésekkel, szénkutató feladatoknál nagy felbontású szeizmikus reflexiós, bauxitkutató célból végzett szeizmikus térbeli és transzverzális szeizmikus hullámokkal végzett mérésekkel is foglalkozott.



Redlerné dr. Tátrai Marianna
1957 – 2018

1993-tól a GEOQUEST interaktív szeizmikus értelmezőrendszer intézeti alkalmazója. 1994 és 1995 között a MÁFI-val közösen végzett „Magyarország szerkezeti elemzése: tektonika és neotektonika” kutatási témának vezetőjeként regionális tektonikai vizsgálatokban működött közre. 1995-ben bekapcsolódott a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére szolgáló telephely kiválasztására irányuló kutatásokba. 1995–1997 között 2D és 3D szeizmikus mérések szénhidrogén-kutatás szempontú újraértelmezésében vett részt. 1995–1998 között az Országos Kutatási Alap támogatását elnyerve a „Dunántúli-középhegység mélyszerkezeti felépítésének szintézise” című kutatási témán dolgozott, melynek egyben a vezetője is volt.

1997-ben a „Szeizmikus alaphálózat” projekt vezetőjeként a LANDMARK értelmező rendszeren megkezdte a szeizmikus szelvényekből álló adatbázis kialakítását. 1999-től a Kutatási Főosztály SUN munkaállomásán szeizmikus értelmezőként tevékenykedik. 2000-ben a „Litoszféra” projekt keretében szeizmikus mélyszerkezet-kutató reflexiós szelvény újrafeldolgozását végezte el PROMAX feldolgozó rendszer segítségével. 2001–2003 között a „Magyarország földtani térmodellje” projekt „Földrengések forrásterületeinek vizsgálata” kutatási témájának vezetője. 2005-től a „Állami geofizikai adatszolgáltatás, informatika, térképezés” és a „A magyarországi geotermikus energiapotenciál felmérése” témákban vesz részt mint szeizmikus értelmező. A rábízott feladatokat mindig nagy szorgalommal és alaposan végzi.

1980-óta tagja a Magyar Geofizikusok Egyesületének.

Rendezvénynaptár

2018. augusztus		
aug. 11–17.	GeoBaikal 2018 (www.eage.org)	Irkutsk, Oroszország
2018. szeptember		
szept. 3–6.	ECMOR XVI – 2018 (www.eage.org)	Barcelona, Spanyolország
szept. 9–13.	Near Surface Geoscience 2018 (www.nearsurfacegeoscience2018.org)	Porto, Portugália
szept. 10–14.	Geomodel 2018 (www.eage.org)	Gelendzsik, Oroszország
2018. november		
nov. 8–9.	First EAGE/IGA/DMGK Joint Workshop on Deep Geothermal Energy (www.eage.org)	Strasbourg, Franciaország
2019. május		
máj. 23–25.	Az MFT és az MGE közös vándorgyűlése A Magyar Királyi/Állami Földtani Intézet jubileumának és Eötvös Loránd centenáriumának alkalmából	Balatonfüred
2019. június		
jún. 3–6.	81. EAGE évi kongresszus és műszerkiállítás (www.eage.org)	London, Anglia

További részletek, referenciák a honlapról (www.mageof.hu) érhetők el.

Kakas Kristóf

1982



Még jelentős a világpiacon is jelen lévő magyar geofizikai műszerfejlesztés és -gyártás



A 2001 R mélyfúrás-geofizikai berendezés makettje – ma mementóként – a Gamma Műszaki Zrt. Gamma Ipartörténeti Szakgyűjteményében



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