

MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

A MAGYAR
GEOFIZIKUSOK
EGYESÜLETÉNEK
FOLYÓIRATA



JOURNAL OF THE
ASSOCIATION
OF HUNGARIAN
GEOPHYSICISTS

Balkan Geophysical Society 11th Congress,
Románia, Bukarest, 2021. október 11–15.

Eltemetett vulkáni kitörési központ(ok) nyomában ÉK-Magyarországon

Mérnökgeofizikai szondázási adatok
hiperparaméter-becsléssel támogatott inverziója

Megjegyzések Takács et al.: Rugalmassági paraméterek AVO-inverzióval történő becslése
a Moho környezetében – PGT-4 szeizmikus szelvény c. dolgozatához

Megemlékezés Rybár Istvánról halálának 50. évfordulóján

A Kínai–Magyar Kőolajkutató Expedíció első fél éve

Hirdetmény a Földtudományos forgatag nyilvános anyagairól

Felhívás részvételre egy jövőre várható rendezvényen

Beszámoló az I. Kárpát-medencei Földrajzi és Földtudományi Versenyről

Geofizikus hallgatók sikerei az ELTE-TTK Tudományos Diákköri Konferenciáin

In Memoriam:

Polcz Iván

Czeglédi István

Dank Viktor



MAGYAR GEOFIZIKUSOK
EGYESÜLETE

MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

62. évfolyam (2021) 3. szám



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

TARTALOM • CONTENTS

MGE HÍREK • NEWS OF ASSOCIATION OF HUNGARIAN GEOPHYSICISTS (AHG)

147 Balkan Geophysical Society 11th Congress, Románia, Bukarest, 2021. október 11–15. – *Szerkesztőség*

TANULMÁNY • PAPER

150 Eltemetett vulkáni kitörési központ(ok) nyomában ÉK-Magyarországon (In search of buried volcanic eruption centres in North-Eastern Hungary) – *Kiss J.*

170 Mérnökgeofizikai szondázási adatok hiperparaméter-becsléssel támogatott inverziója (Inversion of direct-push logs supported by hyperparameter estimation) – *Szabó N. P.*

180 Megjegyzések Takács et al.: Rugalmassági paraméterek AVO-inverzióval történő becslése a Moho környezetében – PGT-4 szeizmikus szelvény c. dolgozatához – *Kilényi É.*

TUDOMÁNYTÖRTÉNET • SCIENCE HISTORY

181 Megemlékezés Rybár Istvánról halálának 50. évfordulóján – *Szabó Z.*

185 A Kínai–Magyar Kőolajkutató Expedíció első fél éve – *Szabó Z.*

HÍREK • NEWS

196 Hirdetmény a Földtudományos forgatag nyilvános anyagairól – *Magyarhoni Földtani Társulat*

196 Felhívás részvételre egy jövőre várható rendezvényen – *Kovács A. Cs.*

197 Beszámoló az I. Kárpát-medencei Földrajzi és Földtudományi Versenyről – *Zelei G.*

200 Geofizikus hallgatók sikerei az ELTE-TTK Tudományos Diákköri Konferenciáin – *Szijártó M.*

IN MEMORIAM

202 Polcz Iván – *Bodoky T.*

203 Czeglédi István – *Pályi A.*

204 Dank Viktor – *Szerkesztőség*

MAGYAR GEOFIZIKA

HUNGARIAN GEOPHYSICS

62. évfolyam (2021) 3. szám

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

Főszerkesztő • Editor-in-Chief

DR. BODOKY TAMÁS

E-mail: mageofedit@gmail.com

Szerkesztőbizottság • Editorial Board

DR. BARÁTH ISTVÁN, DR. GALSA ATTILA, DR. KISS JÁNOS,

DR. PETHŐ GÁBOR, DR. SZABÓ NORBERT PÉTER

Technikai szerkesztő • Technical Editor

HOCK GÁBOR

E-mail: mageoftechn@gmail.com

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: Kovács Attila Csaba

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

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

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

Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél
(1371 Budapest, Pf. 433, Telefon/Fax: (1) 201-9815)
egyesületi tagoknak tagdíj ellenében
Megjelenik évente négyszer
INDEX: 26 507
HU ISSN 0025-0120 (print)
HU ISSN 2677-1497 (online)

Balkan Geophysical Society 11th Congress

Románia, Bukarest, 2021. október 11–15.

A Balkán Geofizikai Társulat 11. kongresszusát 2021 októberének közepén rendezték meg Bukarestben. Ezúttal a rendező egyesület a Román Alkalmazott Geofizikai Társulat (Romanian Society of Applied Geophysics) volt. A Társulat és egyben a Szervezőbizottság elnöke pedig *Florina Tuluca* professzor asszony, a Bukarest Egyetem Geológia-Geofizika Tanszékének geofizika-tanára volt.



Florina Tuluca professzor asszony az elnöki megnyitó beszédét tartja

A járványhelyzet miatt a Kongresszust az EAGE segítségével online bonyolították le sikeresen. (Így az utazási költségek és a szállásköltség nem terhelte a részvételt.)

A regisztrációs díj 95 euró volt, ezért gyakorlatilag minden járt. Nem bontották párhuzamos szekciókra a progra-

mot elkerülve ezzel, hogy – valaki egyszerre két helyen nem lehet – kimaradjon valamiből.

Az egész kongresszus anyagát felvették, így a sokszor csak kivonatos „absztrakt book” helyett továbbra is hozzáférhető maradt annak minden részlete a résztvevők számára a világhálón. A Kongresszus nyelve angol volt.

A program a következőképpen alakult:

Október 10-én vasárnap előkészítő napot tartottak.

Október 11-én Kongresszus megnyitóján (Opening Ceremony) *Florina Tuluca* elnök asszony, *Dirk Orlowsky*, az EAGE elnöke, *Marcel van Loon*, az EAGE ügyvezetője, *George Garbacea*, a román Környezetvédelmi Minisztérium képviselője és *Anna Saughnessy*, az SEG elnök asszonya mondtak beszédet. Ezeket ugyanúgy, mint a szakmai előadásokat is, előre elkészített videókon rögzítették, és a megnyitó idején sorban lejátszották ezeket, miáltal a képernyő előtt ülve a részvétel illúziója tulajdonképpen teljes volt.

A megnyitó után szakmai előadások következtek, majd a napot a társulati kitüntetések kiosztása (Award Ceremony), valamint egy azt követő élőben zajló beszélgetés zárta.

Az Award Ceremony során a társulat tagországainak a következő 7 képviselője kapott tiszteleti tagságot (Honorary Membership):

- *Prof. dr. Ahmet T. Başokur*, Törökország
- *Prof. dr. Stefan Shanov*, Bulgária
- *Prof. dr. Dumitru Ioane*, Románia



A „virtuális előcsarnok”

- Prof. dr. George Apostolopoulos, Görögország
- Prof. dr. Gregory N. Tsokas, Görögország
- Prof. dr. Vafeidis Antonios, Görögország
- Dr. Bodoky Tamás, Magyarország

Október 12-től 14-ig minden nap szakmai előadásokra került sor, két szekció között sokszor egy-egy felkért nevesebb előadó hosszabb előadása vagy egy műhely-összejövetel zajlott. Október 14-én este rendezték meg a kongresszus záró összejövetelét, 15-én pedig csak a BGS elnöksége ülésezett.

A kongresszusra történő belépés egy a résztvevőknek megküldött link segítségével, az úgynevezett Virtuális Lobbyn keresztül volt lehetséges. Ebből az „előcsarnokból” azután szabadon lehetett tetszés szerint továbbmenni az éppen folyó, vagy a már elhangzott előadásokra. A program szerint zajló előadások után viszont általában lehetőség volt élőben (online) hozzászólni vagy kérdezni – ez természetesen a korábban elhangzott előadásokra már nem volt lehetséges. Mindig rendelkezésre állt a jelenlevők névsora, akikkel beszélgetés is lehetett kezdeni. Az egész kongresszus online működését a legjobb értelemben vett profizmus jellemezte.

A szakmai programban a következő fő témacsoportok szerepeltek (zárójelben a témában elhangzott előadások száma):

- Near Surface Geophysical Investigations (14)
- Archeo-Geophysics (4)
- Earthphysics, Geodynamics, Seismicity (14)
- Satellite-based Technologies and GIS for Earth Surface Study and Monitoring (12)
- Active Tectonics and Geohazards in the Carpathian – Balkan – Black Sea – Eastern Mediterranean Area (8)
- Climate Change (4)

- Pollution Assessment and Monitoring and Climate Change (4)
- Geophysics in Engineering Geology and Geo-Technical Investigations (3)
- Geomagnetism (3)
- Marine and River-Delta Investigation and Monitoring (4)
- Energy and Resources (8)
- Regional Geophysics and Tectonics (5)
- Geoscience and Society – Education and Environment (8)
- Setting the Scene: European Research Infrastructures for a Resilient Future (7)

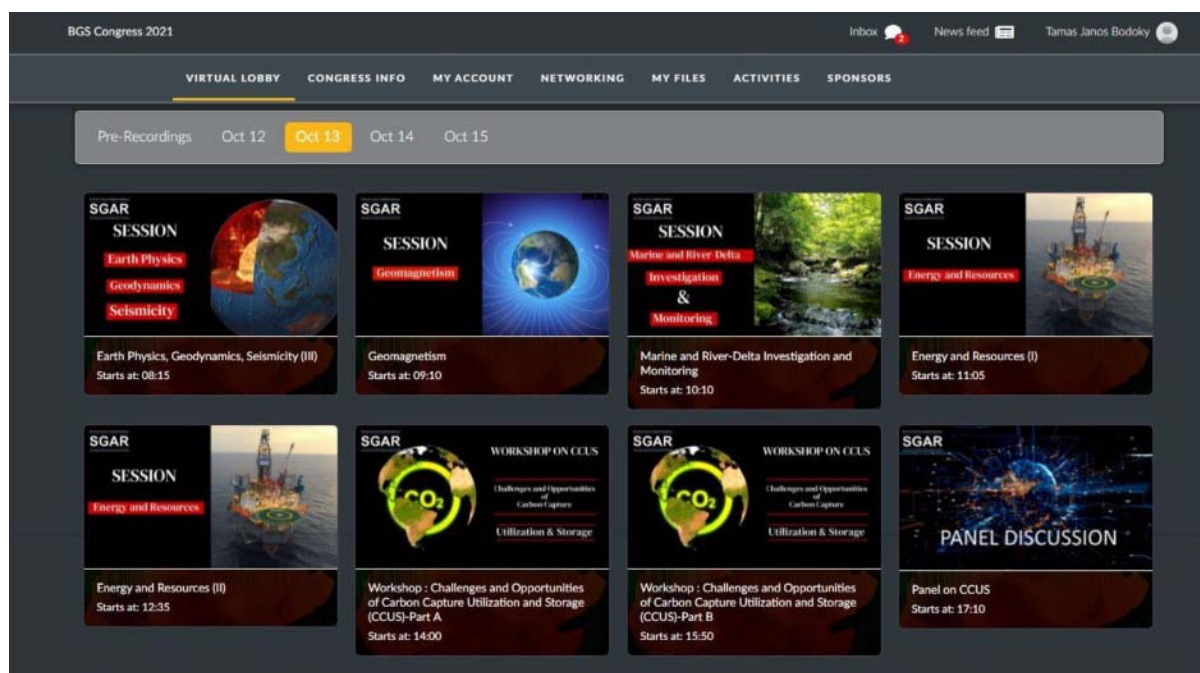
A meghívott előadások száma 3 volt:

- Deep resistivity and Induced Polarisation tomography – A key role in mining exploration
- Recent advances in mapping the geosciences to the 17 United Nations sustainability goals
- A magnetic investigation of the scuttled, German Danube flotilla and of the risks it poses

A kongresszuson a meghívott előadásokkal együtt 101 előadás hangzott el. Poszterek kiállítására nem volt mód, bár valószínűleg az is megoldható lett volna online.

A workshopok száma négy volt:

- IP and applications in mining and Hydrogeology. Airborne IP and new trends on airborne potential methods for mining
- Challenges and opportunities of carbon capture utilization and storage
- Training of the analysis of earth science data and data products using dedicated tools and platforms
- Vrancea Near Fault Observatory data analysis and products using Phyton and Jupiter Notebook



Október 13-a szekciói, amelyekre rákattintva megjelent az adott szekció részletes programja

A Balkán Geofizikai Társulat bukaresti kongresszusa minden dicséretet megérdemel, megszervezése mintaszerű volt. Témaiban pedig jól láthatóan jelentős eltolódás jelentkezik a korábbi alkalmazott geofizikai, főleg a nyersanyagkutatással foglalkozó témák felől korunk problémáit egyre inkább meghatározó környezetvédelmi és klímatudományi témák felé.

Sajnálatos módon mindössze 6 magyar résztvevőt lehetett felfedezni a kb. 160 fős kongresszuson, és mindössze

egy magyar előadás hangzott el. Igaz, kicsit későn és nem túl feltűnően hirdették meg a kongresszust.

A Balkán Geofizikai Társulat következő, 12. kongresszusát 2023-ban Belgrádban rendezik meg. Reméljük, hogy oda már személyesen is el lehet majd menni, és mi magyarok is nagyobb számban leszünk képviselve.

Szerkesztőség

Eltemetett vulkáni kitörési központ(ok) nyomában ÉK-Magyarországon

Kiss J.

Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ),
1145 Budapest, Columbus u. 17–23.
E-mail: kiss.janos@mbfsz.gov.hu

Egy OTKA-pályázatban, a gravitációs lineamentek kimutatása során, az Alföld területén (több kilométer vastag laza törmeléken üledék felett) érdekes ellipszis formájú gravitációs minimumot azonosítottunk (Kiss 2006, Kiss et al. 2007). Akkoriban sekély-geofizikai feladataink voltak, elsősorban a Dunántúlon, így sem az Alföld, sem a Nyírség földtani felépítésével nem voltunk naprakészek, de mégis a nyírségi eltemetett vulkanizmusának nyomait láttunk megjelenni már akkor is. Évekkel később a geofizikai alapszervek témakörben, majd a mélyföldtani kutatások keretében ismét a Nyírségben találtuk magunkat, ahol az eltemetett vulkanitok miatt máig keveset tudunk a földtani felépítésről, vagy a prekainozoos medencealjzat mélységéről.

Cikkünkben az ellipszis formájú gravitációs minimumok földtani okait keressük, felvértézve a térségben korábban végzett kutatások eredményeivel és tapasztalataival (pl. Zelenka et al. 2004, 2012, Bodoky et al. 1977, Nemesi et al. 1981, Székely-Fux et al. 2007, Krassay 2010, Kiss et al. 2019, Kiss 2021), valamint a hazai és nemzetközi szakirodalomban talált, vulkanizmussal kapcsolatos információkkal (pl. Gyarmati 1977, Acocella 2007, Keresztúri 2010, Harangi 2018, Souza 2019, Corradino et al. 2021).

Mivel a vulkanizmus nyomait a mért (geo)fizikai paraméterek alapján csak ritkán lehet egyértelműen megfogni, így elsősorban a vulkánmorfológiai elemekre koncentráltunk – a kutatás e fázisában a kimutatás a legfontosabb cél.

Kiss, J.: In search of buried volcanic eruption centres in North-Eastern Hungary

In an OTKA project, an interesting ellipsoidal gravity minimum was identified in the Great Plain region (over several kilometres of loose debris sediment) during the detection of gravity lineaments (Kiss 2006, Kiss et al. 2007). At that time, we were working on shallow geophysics, mainly in the Transdanubian region, so we were not up to date with the geology of either the Great Plain or the Nyírség, but we still saw traces of buried volcanism in the Nyírség already then. Years later, in the field of basic geophysical profiles and then in the field of exploration of deep geology of the country, we found ourselves again in the Nyírség, where, because of the buried volcanics, we still know little about the geological structure or about the depth of the Pre-cenozoic basement.

In this article, we look for the geological causes of the ellipsoidal gravity minima, based on the results and experience of previous research in the region (e.g. Zelenka et al. 2004, 2012, Bodoky et al. 1977, Nemesi et al. 1981, Székely-Fux et al. 2007, Krassay 2010, Kiss et al. 2019, Kiss 2021), as well as information on volcanism found in the national and international literature (e.g. Gyarmati 1977, Acocella 2007, Keresztúri 2010, Harangi 2018, Souza 2019, Corradino et al. 2021).

Since traces of volcanism can rarely be clearly identified on the basis of measured (geo)physical parameters alone, we have focused primarily on volcanic morphology – detection is the most important objective at this stage of the research.

Beérkezett: 2021. november 17.; *elfogadva:* 2021. december 4.

Bevezetés

„A vulkánok alakja függ a kémiai összetételtől, a gáztartalomtól, a láva típusától (hőmérséklet) és a felszíni környezettől. A víz alatti vulkanizmus esetén a vízoszlop nyomása nem teszi lehetővé a gőzképződését és tágulást, a felszínhez érve azonban ezek a körülmények megváltoznak. A víz gyorsabban lehűti a lávát, mint a levegő, ezért más lesz a víz alatti és a szárazföldi vulkáni működés eredménye.

Egyes vulkánok kúpot képeznek (ez a piroklasztit anyag felhalmozódása, amely általában kúp alakját veszi fel). Más vulkánok esetében a láva nyomul fel a talaj repedésein át (hasadékvulkánok), anélkül, hogy önmagában vulkánt (kúpot) képeznének.

A kráter kifejezés a görög „Krater” szóból származik, amely „széles szájút” jelent. A kráter az a hely, ahonnan vulkánkitörés következtében minden vulkáni anyag eltűnt (pl. kirobbant). A krátert általában egy vagy több magmacsatorna köti össze a mélyebben elhelyezkedő magmakamrával.

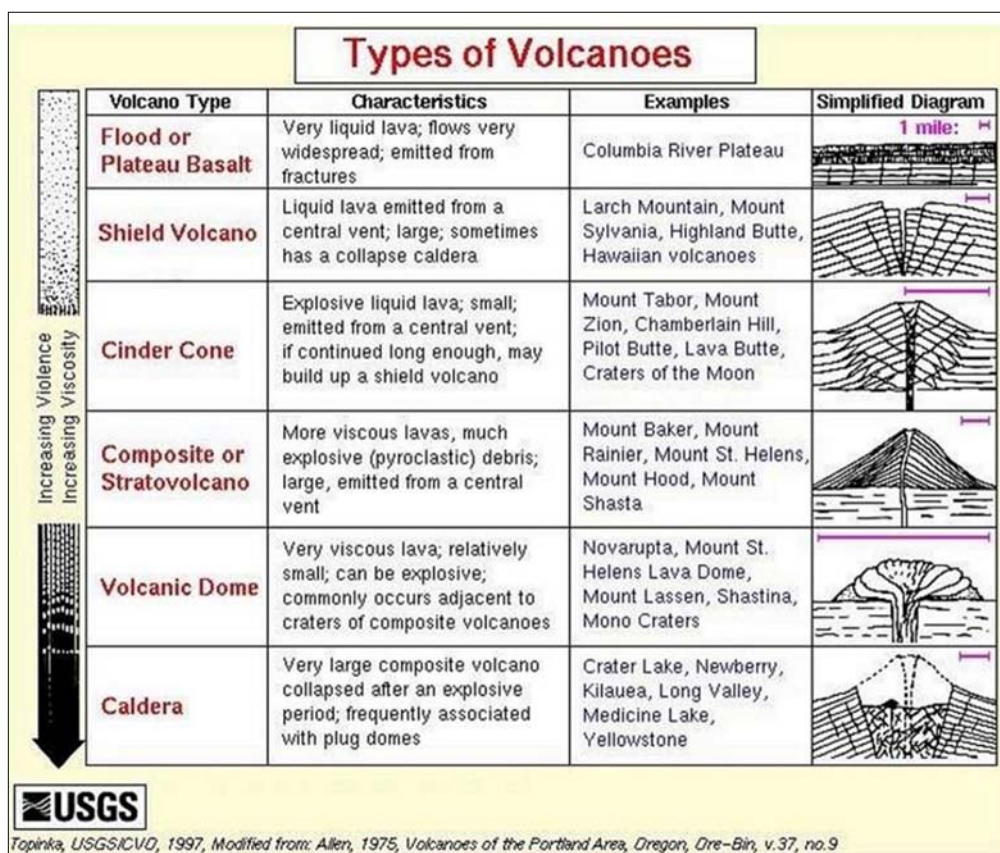
Egy vulkán összeomlásakor kaldera keletkezik és hasadékok. A kaldera átmérője változó. A kalderák katasztrofális vulkáni kitörésekhez kapcsolódnak különösen, ha vizes környezetben omlanak össze, mert a magma (ami kiömléskor általában ~2000 °F,¹⁾ azaz ~1100 °C hőmérsékletű) vízzel érintkezve egyfajta gőzbombát hoz létre. A megmaradó víz egy részéből később tó képződhet a kal-

derában, amelyből csak a vulkán peremi részei lógnak ki.” (Daniele Souza: A vulkánok morfológiája²⁾)

Ez a rövid, tömör leírás nagy segítséget jelent az eltemetett formák vizsgálata során. Mindannyiunknak van elképzelése felszíni magmás tevékenységnek, a vulkanizmusnak igen szerteágazó formavilágáról (1. ábra). Ezek között van olyan, amelyik geometriájában jelentősen eltér a környezetétől (vulkáni kúpok, sztratovulkánok, vulkáni dómok továbbá kalderák és kürtők), másik részük belesimul a környezetbe, s így nehezen azonosíthatók (platóbazaltok, pajzsvulkánok). Az eltemetett magmás testek esetében külön kérdés, hogy az intrúzív (mélységi), extrúzív (kiömlési) vagy szubvulkáni (átmeneti) eredetű.

A Föld mélyének anyaga (folyékony lávák, azokat kísérő gázok vagy félig szilárd vulkáni törmelékek) a felszínre kerülve építhetnek például nagy kúpok (konstruktív tevékenység), vagy rombolhatnak, létrehozva krátereket és kalderákat (destruktív tevékenység), és lehetnek csendben működő, morfológiai egyenlőtlenségeket kitöltő hasadékvulkáni tevékenységek, vagy nagy területet lefedő pajzsvulkáni működések, és persze mindezek keveréke is, például kürtősoros rétegvulkánok – és akkor a vulkáni utótevékenységek hatásáról még nem is beszéltünk.

Ezt a változatos formavilágot kellene felismerni a geofizikai mérések alapján úgy, hogy a vulkanitok helyenként 1000 m-t meghaladó mélységben eltemetve vannak. Fel kellene ismerni, be kellene azonosítani, pontosan lehatá-



1. ábra Vulkánok morfológiai osztályozása (USGS,1977)

Figure 1 Types of volcanoes based on morphology (USGS, 1977)

rolni, és még azt is megmondani, hogy miből van. A feladat világos, egyszerű (-nek nem mondható)!

Jelen cikkben a vulkanizmus megjelenésének földtani okaival (genetikai eredetével) nem foglalkozunk, csak a különböző eltemetett vulkánokat a morfológiájuk alapján próbáljuk megfogni a geofizika segítségével a Nyírségben. Elsősorban a nagy vulkáni anyagot kilövellő helyeket keressük, azaz krátereket és kalderákat, amelyek felelősek lehetnek a Magyarországon széles körben elterjedt miocén tufaszintekért.

A Kárpát-medence területe ilyen szempontból ideális kutatási terep, mert a felszíni vulkánmorfológiától (vulkáni hegységeink) az eltemetett vulkányszerkezetekig (pl. Nyírség) szinte minden megtalálható, még ha nem is tudunk róla teljes részletességében. Ezt példázza a magyar vulkanológusnak, Harangi Szabolcsnak szavai is.

„Az MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoportjának vezetője elárulta: eredményeik szerint az elmúlt 20 millió évben, Európában, a Pannon-medencében fordultak elő a legnagyobb vulkánkitörések valamikor 14,4 és 18,2 millió évvel ezelőtt (miocénben). Ezek olyan nagyok voltak, hogy több mint ezer kilométer távolságban is hullott a vulkáni hamu, és jelentősen befolyásolták a környezetüket.

Harangi Szabolcs azt is elmondta, a vulkánok pontos helyei nem ismertek. Ennek oka, hogy a vulkáni működés után egy erős süllyedési időszak volt a térségben, majd az így keletkezett medencéket az üledékek feltöltötték, és ezek az egykori vulkáni centrumokat is elfedték.

Azt gondoljuk, hogy valahol a közép-magyarországi vonal, egy délnyugati-északkeleti irányú tektonikai zóna

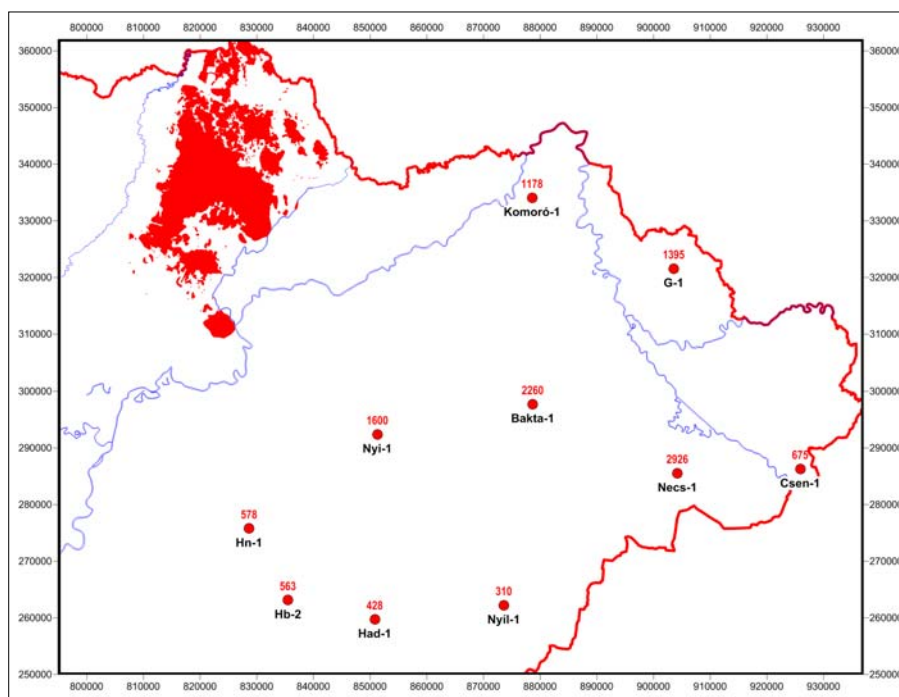
mentén lehettek ezek a kitörések – magyarázta a kutatás vezetője.

Az ilyen nagy vulkánkitörések általában nem magas vulkánokat építenek, hanem hatalmas süllyedékeket hoznak létre, amiket kaldera vulkánoknak neveznek. Amikor ugyanis több tíz vagy száz köbkilométer mennyiségű vulkáni anyag távozik, akkor a magmakamra teteje berogyik, és egy széles, akár tíz-tizenöt kilométer széles süllyedés, vagyis kaldera jön létre – és ilyenekből egész láncolatok keletkezhetnek.

Az emlékezetes Eyjafjallajökull vulkán 2010-es kitörése gyenge-közepes erejűnek számított, és jöllehet, még a majd 3000 kilométerre lévő Budapest levegőjéből is ki lehetett mutatni az izlandi vulkáni hamu maradványait, a miocén korban kitört vulkánok ereje, ennél jóval nagyobb volt. Az akkori kitörések esetén 1000 kilométeres távolságban is masszívan hullott a vulkáni hamu, aminek nagy mennyiségét jól mutatja, hogy a Pannon-medencében történt nagy kitörések maradványai a tavi üledékekben is lerakódtak, és Ausztria, Svájc, Németország térségében is fellelhetők.” (https://infostart.hu/belfold/2018/03/11/europa_legnagyobb_vulkankitoresei_a_annon-medenceben_voltak/)

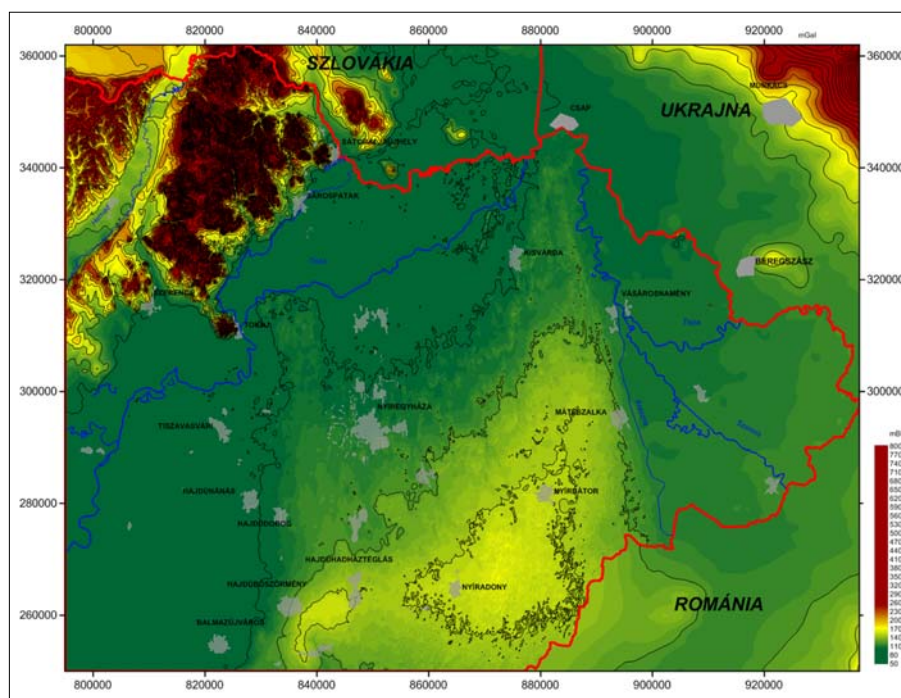
A kutatási terület adott, a Kárpát-medence (~700 × 500 km), illetve annak az ÉK-i csücske, ezen belül a Nyírség (~150 × 100 km). A méretek azért érdekesek, mert rámutatnak arra, hogy a medence belsejében működő vulkánok tufaszórásai az országhatáron is túlterjedhettek!

Morfológiai és földtani információk alapján a vulkánműködés elsődleges termékei az országhatáron belül az is-



2. ábra A Nyírség jelentősebb vastagságú vulkanitot harántoló mélyfúrásai és a Tokaji-hegység felszíni vulkanitjai (mélyfúrás nevével és a megfúrt, de nem teljes vulkanitvastagsággal)

Figure 2 Deep boreholes in the Nyírség region, which have drilled deeper volcanic deposits of greater thickness, and the surface volcanites of the Tokaj Mountains (with the name of the borehole and the thickness of the drilled but not complete the whole volcanites)



3. ábra A Nyírség domborzata (DEM100, a határon túli területeken európai domborzati adatok, forrás: WGM2). A térkép ÉNy-i részén megjelennek a Tokaji-hegység felszíni vulkanitjai, meghatározva terület domborzati jellegét. Ettől DK-re tulajdonképpen egy hasonló vulkáni felépítésű területet találunk, csak az egész a medence közepén lesüllyedve 1000–1500 m mélységbe.

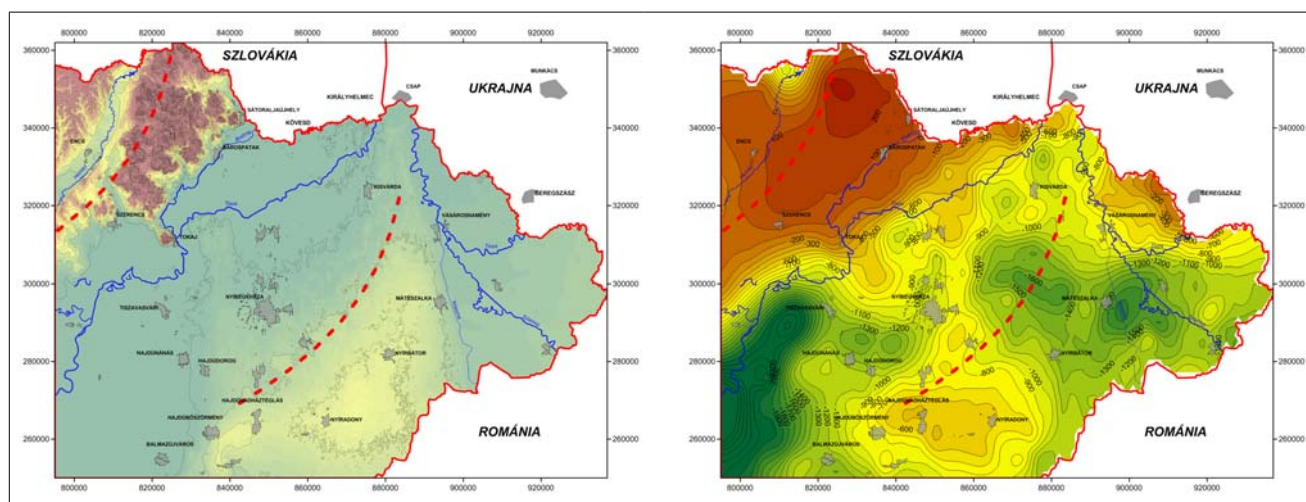
Figure 3 The topography of the Nyírség (DEM100, European topography data for areas beyond the border, source: WGM2). In the north-western part of the map, the surface volcanic rocks of the Tokaj Mountains are visible, defining the relief of the area. To the SE of this, there is in fact a similar volcanic structure, only the whole area, in the middle of the basin, descends to a depth of 1000–1500 m

mert vulkáni hegységeink (Dunazug, Börzsöny, Cserhát, Mátra, Tokaji-hegység) területén közvetlenül tanulmányozhatók. Ezek a hegységek pozitív domborzati elemként (vulkáni kúp) jól azonosíthatók, de vulkanizmus 4 millió éve alatt valószínűleg hasadékvulkánok, kráterek és kalderák is képződhettek a kárpát-medencei vulkánmezőn, ezekről azonban sokkal kevesebbet tudunk, legin-

kább azért, mert a medence intenzív süllyedése miatt ezek nagy része eltemetett helyzetben található.

Vulkáni összletek vastagsága Nyírségben

A Nyírségben – a mélyfúrások (2. ábra, 1. táblázat, vagy pl. Székelye-Fux et al. 2007) alapján – a miocén vulkanitok



4. ábra Nyírség domborzati térképe és a Tokaj-Eperjesi hegylánc íve, amely visszaköszön a homokkúp É-i oldalának lefutásában (balra) és a 2020. évi értelmezésünk szerint a pannon képződmények alja kiemelkedésként jelentkezik a nyírségi homokkúp alatt (jobbra)

Figure 4 Topographic map of Nyírség and the curve of the Tokaj-Eperjes mountain range, which is reflected in the slope of the north side of the sand cone (left) and the bottom of the Pannonian formations is a dome under the Nyírség sand cone (right) based on our interpretation in

I. táblázat | A Nyírség jelentősebb vastagságú vulkanitot harántoló mélyfúrásai (helyszínrajz – 2. ábra)
Table 1 | Deep drillings of the Nyírség region (locations in Fig. 2)

Fúrás	Település	x	y	Kor	Mélységtől (m)	Mélységig (m)	Vastagság (m)	Talp (m)	Képződmény
Necs-1	Nagyecsed	904221,04	285538,68	Mi	1074	3760	2926	4000	Tokaji Vulkanit Formáció (későszarmata-korapannon): andezit , dácit , riolit és tufák; kovaföld, diatomit, limnokvarcit, bentonit kréta diorit
Bakta-1	Baktalórántháza	878698,16	297719,64	Mi	1766	1805	2260	4000	Vízolyi Riolitufa Formáció, Tokaji Vulkanit Formáció (késő szarmata – kora pannon) riolit lavinatufa, hullott és áthalmazott tufa, tuft, gyakori a fumarolás kifűvés, kovasodás, agyagásványosodás) Baskói Andezit Formáció (koraszarmata): savanyú piroxénandezit , ritkán amfibolos, alárendelten piroklasztit Szerencsi Riolitufa Formáció (koraszarmata): savanyú piroklasztitok, ritkán riolit lávafolyás és dóm Sátoraljai helyi Riolitufa Formáció (későbadeni): riolitufa, tuft, szórványosan riolit lávafolyam, lávadóm Tari Dácitufa Formáció (kárpáti): biotitos, horzsaköves dácitufa
Nyi-1	Nyíregyháza	851291,68	292392,35	Mi	979	1600	1600	2579	Vízolyi Riolitufa Formáció, Tokaji Vulkanit Formáció (későszarmata-korapannon) riolit lavinatufa, hullott és áthalmazott tufa, tuft, gyakori a fumarolás kifűvés, kovasodás, agyagásványosodás) Baskói Andezit Formáció (koraszarmata): savanyú piroxénandezit , ritkán amfibolos, alárendelten piroklasztit Szerencsi Riolitufa Formáció (koraszarmata): savanyú piroklasztitok, ritkán riolit lávafolyás és dóm Sátoraljai helyi Riolitufa Formáció (későbadeni): riolitufa, tuft, szórványosan riolit lávafolyam, lávadóm Tari Dácitufa Formáció (kárpáti): biotitos, horzsaköves dácitufa Végardói Riolit Tagozat (későbadeni): riolit, perlites riolit, néha zeolitosodott

I. táblázat (folyt.)
Table 1 (cont'ed)

Fúrás	Település	x	y	Kor	Mélységtől (m)	Mélység (m)	Vastagság (m)	Talp (m)	Képződmény
Komoró-1	Komoró	878582,80	334050,42	Mi	1678	1871	1178	3446	Vízolyi Rioltutfa Formáció, Tokaji Vulkanit Formáció (későszarmata-korapannon) riolit lavinatufa, hullott és áthalmazott tufa, tuffit, gyakori a fumarolás kifúvás, kovásodás, agyagásványosodás)
					1678	1871	1178	3446	Baskói Andezit Formáció (koraszarmata): savanyú piroxénandezit , alárendelten piroklasztit
					1871	2325			Hollóházi Dácit Tagozat (koraszarmata): piroxéndácit, amfibol-piroxéndácit
					2325	2506			Sátorajlajhelyi Rioltutfa Formáció (későbadeni): rioltutfa, tuffit, szórványosan riolit lávafolyam, lávadóm
Hn-1	Hajdúnánás	828654,82	275770,18	Mi	1211	1789	578	2000	márga, rioltutfa (miocén)
Csen-1	Csenger	925890,84	286286,06	Mi	1475	1695	675	2150	Sátorajlajhelyi Rioltutfa Formáció (későbadeni): rioltutfa, tuffit, szórványosan riolit lávafolyam, lávadóm
					1695	2150			Bádai Andezit (bádai)
Hb-2	Hajdúböszörmény	835511,55	263131,48	Mi	994	1557	563	1557	tufa/lávaközet (középsőmiocén)
Had-1	Hajdúhadház	850825,76	259721,04	Mi	693	1121	428	1884	rioltutfa anatektit (miocén)
Nyl-1	Nyírlugos	873592,02	262222,43	Mi	846	1156	310	1899	rioltutfa/homokos mészkő/riolit (miocén)
G-1	Gelén	903571,07	321545,51	Mi	887	1216	1395	2003	Vízolyi Rioltutfa Formáció, Tokaji Vulkanit Formáció (későszarmata-korapannon) riolit lavinatufa, hullott és áthalmazott tufa, tuffit, gyakori a fumarolás kifúvás, kovásodás, agyagásványosodás)
					887	1216	1395	2003	Szerencsi Rioltutfa Formáció (koraszarmata): savanyú piroklasztitok, ritkán riolit lávafolyam és dóm
					1216	1230			Sátorajlajhelyi Rioltutfa Formáció (későbadeni): rioltutfa, tuffit, szórványosan riolit lávafolyam, lávadóm
					1394	2003			Tari Dácittufa Formáció (kárpati): biotitos, horzsaköves dácittufa

nagy területen 1000 m-nél nagyobb vastagságban vannak jelen (Necs-1 átfúrt vastagság ~2926 m, Bakta-1 harántolt vastagság ~2260 m, Nyi-1 harántolt vastagság ~1600 m, míg a többi fúrás elérve a vulkanitot, szinte rögtön leállt, így ezeknél jelentéktelen vastagsági ada-

taink vannak). Az általános elképzelések szerint a vulkáni törmelékek szórási udvara a kitörési központok környezetében, a lávaképződményeknél messzebb, de néhányszor 10 km-nél nem nagyobb távolságban határozható meg.



5. ábra A Bodrogköz látványa – előtérben a tokaji Kopasz-hegy, háttérben a kövesdi vulkáni kúp és a királyhalmeci kaldera és kúp mint pozitív domborzati elemek jelennek meg a Bodrog és a Tisza által határolt síkságon (látvány DNY-ról)

Figure 5 View of the Bodrogköz – Kopasz Hill in Tokaj in the foreground, the volcanic cone of Kövesd in the background and the caldera and cone of Királyhalmec as positive relief features on the plain bounded by the Bodrog and the Tisza (view from SW)



6. ábra Előtérben a kövesdi vulkáni kúp a háromdimenziós Google Earth-felvételen (háttérben a szlovákiai Zempléni-hegység)

Figure 6 In the foreground, the volcanic cone of Kövesd in a three-dimensional Google Earth image (the Zemplén Mountains in Slovakia in the background)



7. ábra | A királyhalmeci kalderagyűrű (szaggatott vonal) és központi vulkáni kúp (háttérben a Kárpátok vonulata)

Figure 7 | The Királyhalmec caldera ring (dashed line) and central volcanic cone (Carpathian Range in the background)

A Nyírségben van tehát egy nagy területre kiterjedő, 1000–3000 m vastag vulkáni törmelékes összletünk, amelyhez kitörési központ(oka)t keresünk. Feltételezhető, hogy minél közelebb vagyunk a kitörés helyéhez, annál vastagabb a vulkáni összlet, ebből adódóan Nagyecsed–Baktalórántháza–Nyíregyháza tengely környezete a legperspektivikusabb.

A Nyírség területén a pannon talp 1000–1500 m mélyen van, tehát elsődleges felszíni vulkánmorfológiai elemeket – mint amilyenek a vulkáni eredetű Tokaji-hegység (3. ábra) területén megjelennek – valószínűleg nem azonosíthatunk, de a másodlagos, közvetett elemek azért nem zárhatók ki. Ilyen lehet például a Nyírség homokkúpja Nyíradony környékén (3., 4. ábra), amelynek a kiemelkedése esetleg kapcsolatba hozható a nyírségi vulkanizmussal. Erre utalhat a Tokaj-Eperjes hegylánc mentének megfelelő rajzolat megismétlődése a homokkúp É-i oldalának lefutásában, vagy a pannon talp kiemelkedése a homokkúp alatt, ami miocén eredetre utal (3. ábra).

Itt meg kell említeni az országhatáron túl található, de domborzati térképen is azonosítható (4. ábra) relatív kiemelkedéseket (vulkanikus dombokat, hegyeket), például a szlovákiai Kövesd (853345; 339852), illetve Királyhalmec

(866027; 345980) vagy éppen a kárpátaljai Beregszász melletti dombságot (921747; 323321).

Háromdimenziós Google Earth-adatok

A morfológiai térkép (3. ábra) alapján a Bodrogek folytatásában, amint korábban említettük, kiemelkedik két pozitív domborzati elem (5. ábra), az egyik a kövesdi vulkáni kúp (6. ábra) a szlovákiai Zempléni-hegységtől D–DK-re (Zempléntől ÉK-re van egy kisebb, alig észlelhető, a szomatori vulkáni kúp) és a királyhalmeci kalderagyűrű (7. ábra), a hegység D-i peremétől K-re. Vulkáni képződmények jelenlétét és a morfológia kapcsolatát nem terepbejárással, hanem a Bouguer-anomália- (maximumok) és a mágneses térkép (nagyfrekvenciás anomáliái) alapján állapítottuk meg. Ezek a vulkáni eredetű kiemelkedések a Bodrogekben már szerepelnek Böckh János 1986-os földtani térképén (https://map.mbfz.gov.hu/terkepek-amultbol/Bockh_1896/). Ezt utólag igazolta a Google Earth háromdimenziós űrfelvétele is, amelyen a vulkáni eredetű domborzati elemek jól azonosíthatóan megjelennek (5–7. ábra).

A határon túli adatokkal a vizsgálódásainkat kiterjesztjük a határon túlra, ezzel a határ mentén jelentkező

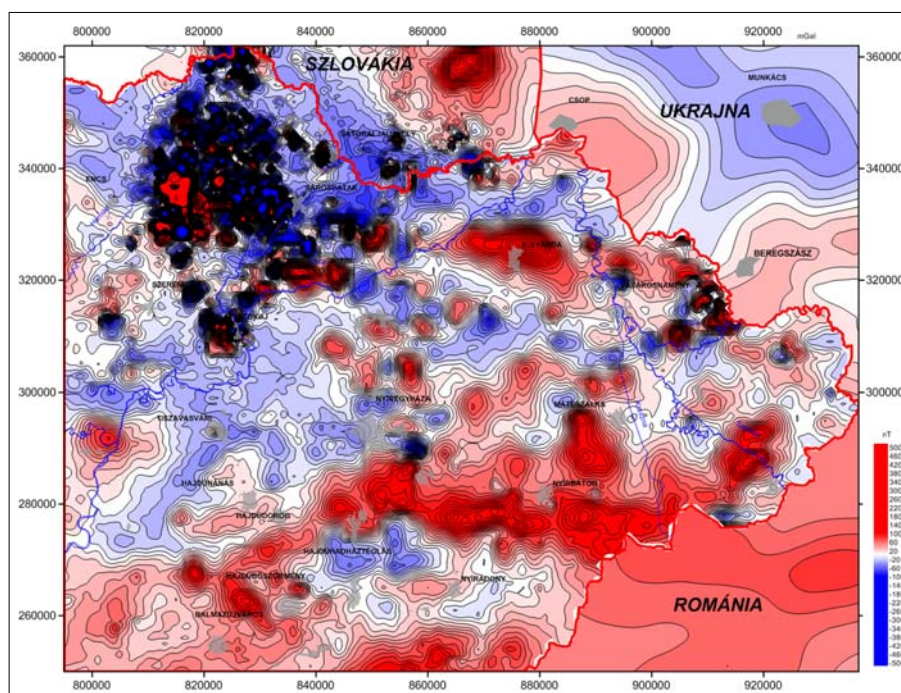


8. ábra	A Beregszászi-dombság (a településtől K-re) vulkáni kúpjai Kárpátalján. A Google Earth-képen a Beregszászi-dombság a D-i pereme egy 20 km átmérőjű gyűrűs szerkezetnek (erdővel borított kisebb domborzati kiemelkedések – eltemetett vulkáni kalderagyűrű (?), közepén lecsapolt, lápos területtel)
---------	--

Figure 8 Some volcanic cones, the Beregszász Hills (east of the settlement) in Transcarpathia. On the Google Earth image, the Beregszász Hills are the south edge of a 20 km diameter ring structure (forested small relief outcrops – buried volcanic caldera ring (?) with a drained wetland area in the middle)

anomáliák folytatásáról, lehetséges eredetéről kapunk pontosabb képet. Noha ezeket az adatokat a részletes digitális adatfeldolgozásba nem tudjuk bevonni, de a tá-

jékozóóó, regionális jellegű vizuális értelmezés szempontjából fontosak.



9. ábra | Mágneses ΔT -anomália-térkép a Nyírség területén (magyar és szlovák mérési adatok és a WDMAM adata Ukrajna és Románia területére)

Figure 9 Magnetic ΔT anomaly map of the Nyírség region (Hungarian and Slovak measurements and WDMAM data for Ukraine and Romania)

Az európai földtani adatok alapján a miocén vulkanizmus jelen van például a Kárpátalján, Beregszász körzetében is (8. ábra). Ezek ismerete szerkezetföldtani és regionális földtani szempontból is fontosak.

„A Beregszászi-dombvidék és a Beregszász–Csop közötti sztrатовulkánok sora – alsó szarmata riolitkupolák, lapos tetejű vulkanikus dombok, feldarabolódott felszínlejtők. A dombvidék kiterjedése északnyugat–délkeleti irányban 12–18 km, szélessége 3–10 km. A Beregszászi-dombvidék bazaltos andezitjei riolit (liparit) tufával, néhol argillával vannak fedve. Ennek alapján a Beregszász környéki bázisos képződményeket a felső bádenihez sorolják. A felső bádeni üledékekre és bázisos vulkánitokra két szintben települt riolittufa illetve riolit dóm. A tufában helyenként szemmel láthatóan görgeteg terrigén üledékek, metamorfpalák és kvarc, Nagymuzsaly környékén az aljzat törmelékei találhatóak. A felső tufahorizont első sorban a Beregszászi-dombvidék központi részén fejlődött ki, vastagsága 170–250 m között váltakozik, de Nagybégány környékén még ezt is meghaladja. A beregszászi Nagy-hegy területén szarmata tengeri fauna jelenik meg ebben a tufarétegben, vagyis a tufa lerakódása tengeri közegben ment végbe.” (<https://hu.wikipedia.org/wiki/Beregszászi-dombvidék>)

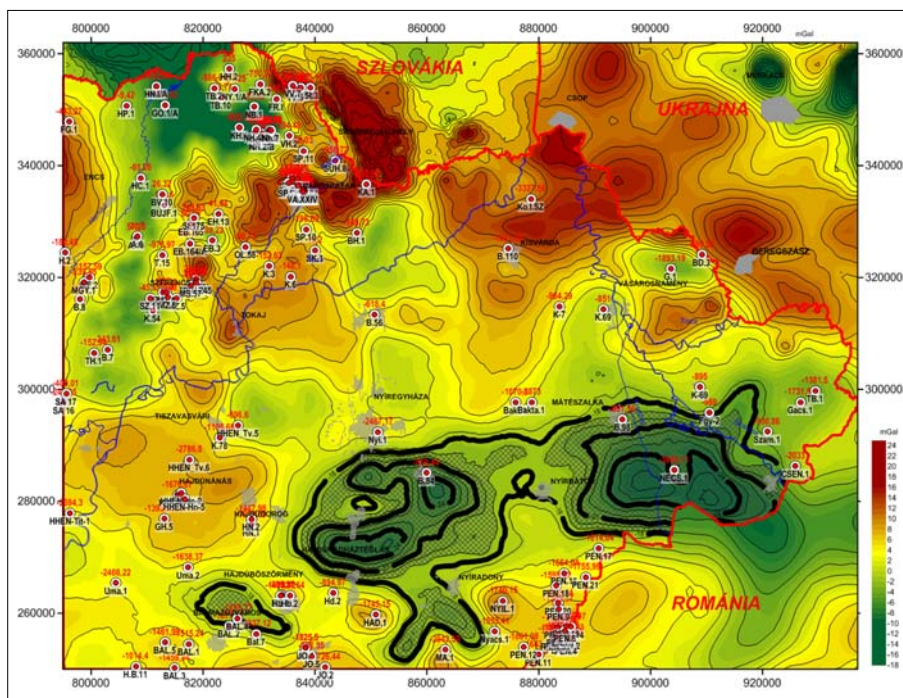
Eltemetett vulkánszerkezetek kimutatása

A mélyfúrások egy része csak a vulkáni képződményekig fúrt, aztán leállt, ezek fúrások biztos pontok a vulkáni mező leképzéséhez, de nem elegendők a kitérési központ(ok)

azonosításához, illetve a vulkanikus összlet vastagságának meghatározásához. A területen viszonylag sűrű szeizmikus mérési szelvényhálózat van, de szeizmikus szempontból a vulkanitok (összesült tufák, piroklasztitok, lávák) felszíne sebességugrást (akusztikus impedancia ugrást) jelent a pannon összletek alatt, viszont e határfelület alatt a réteg-határok nem síkok, hanem kaotikusan változó belső szerkezetűk van, így szanaszéjjel szórják a beeső hullámfrontot. Tehát nem az a gond, hogy a vulkanitok nem engedik át a hullámjelet, hanem sokkal inkább az, hogy szétszórják hullámfrontot, és kaotikus beérkezéseket eredményeznek. Az utolsó jól beazonosítható és követhető sebesség-határfelület többnyire a pannon talp, esetleg a miocén üledékek alja, a miocén vulkanitokkal való kontaktus esetén. Ez utóbbi felület azonban már adhat némi információt a vulkanikus képződmények felszínéről.

A mágneses területi mérések csak a bázisos, intermedier lávaképződményeket tudják azonosítani megnövekedett mágnesezettségüknek köszönhetően. Ezek rajzolata nem mutat nagyobb kitörési központot, inkább hasadékvulkánokra („frissure”) jellemző irányítottságot és lokális intrúziókat, vulkáni kúpokot (9. ábra) – arról nem is beszélve, hogy a nagy volumenű törmelék kilövellés és tufaszórás inkább a víz alatti savanyú kemizmusú vulkanizmusra jellemző (lásd bevezető idézet).

Mágneses adatokból (9. ábra) kiindulva, a nyírségi több kilométer vastag vulkáni törmelékéért csak a Tokaji-hegységet mint nagy kitérési központot lehetne felelőssé tenni (Zelenka et al. 2010), esetleg a határon túli, kevésbé ismert területek vulkánjait.



10. ábra Gravitációs Bouguer-anomália-térkép a Nyírség területén, a főbb mélyfúrásokkal (név és talpmélység), az ellipszis formájú minimumok izovonalai kivastagítva, a határon túli gravitációs adatok forrása TIBREG és WGM2 adatrendszer

Figure 10 Gravity Bouguer anomaly map of the Nyírség area, with the main deep boreholes (name and bottom depth), isolines of ellipsoidal minima are struck out; the source of the gravity data beyond the boundary TIBREG and WGM2 data system

2. táblázat | Nyírségi miocén vulkanizmus termékei és koruk a Tokaji-hegység analógiája alapján
 Table 2 | Products of the Nyírség Miocene volcanism and their age based on the analogy of the Tokaj Mountains

No.	Képződmény	Kor (Ma)
1	bázisos olivinbazalt	9,4
2	felső szarmata, alsó pannon intermedier lávafolyások	9–10
3	legfiatalabb piroklasztitok és riodácit	10
4	felső szarmata intermedier lávafolyások	10–11
5	közbetelepülő riolit piroklasztitok	10–11
6	szarmata andezites és dácitos vulkáni működés	10–11
7	alsó szarmata riolit lávadómok és lávák	10–11
8	alsó szarmata piroklasztitszint félsós brakkvizi üledék betelepülésekkel	11–13
9	felső bádeni tengeralatti és szubvulkáni intermedier vulkanizmus	13–15
10	felső bádeni piroklasztitszint tengeri üledék betelepülésekkel	14–15

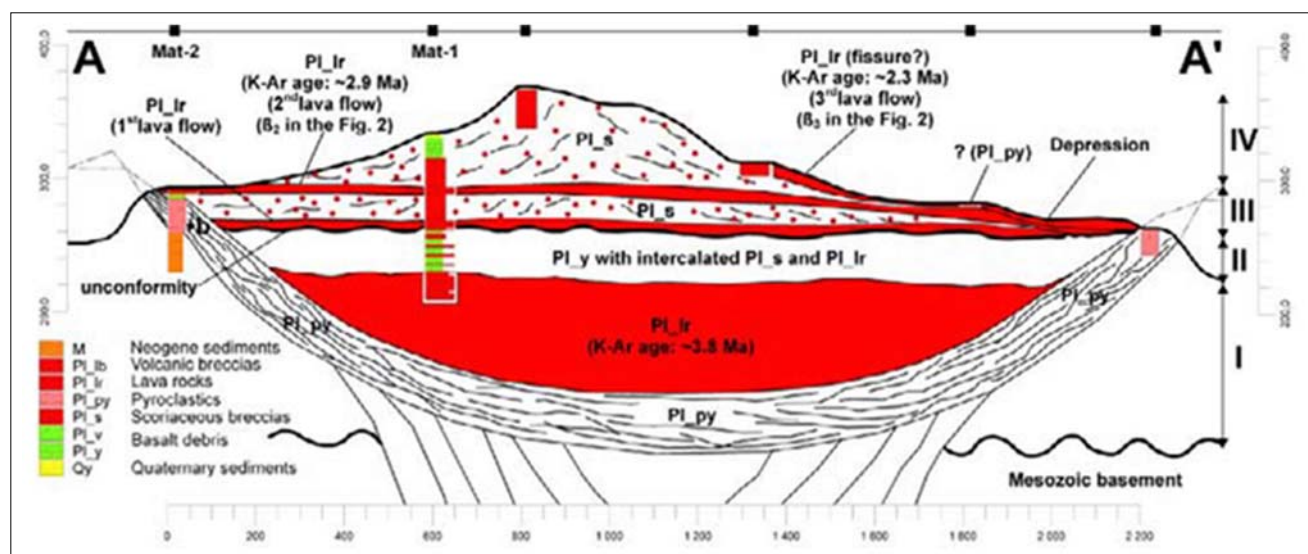
A Nyírség eltemetett vulkánmezeje 0–70 km távolságban, D–DK-re található a Tokaji-hegységtől és helyenként 3000 m vastagú vulkanitos összletet rejt. A vulkanitos összletek kivastagodása jelzi, hogy valahol a közelben kitörési központnak kell lennie. Kérdés, hogy a felszín alá „látó” geofizikai mérések jeleznek-e erre utaló nyomokat?

A Nyírség területén talán a gravitációs anomália-térkép (10. ábra) alkalmas lehet egy nagyobb vulkánkitörési központ azonosítására. A térkép alapján beazonosíthatunk ellipszis formájú gravitációs minimumokat, amelyek formája kalderamorfológiára emlékeztet, átmérője 10–30 km között van. (A gravitációs anomáliák vízszintes kiterjedése általában túlnyúlik a hatók valós méretén, így a szerkezet valószínűleg ennél kisebb.)

A Nyírségben a vulkáni képződmények teteje 1000–1500 m mélységben található, és ez alatt, például Nagy-

ecsed környékén, az egyik gravitációs minimum közepén, a mélyfúrási adatok alapján a 3000 m-es vastagságot is eléri a vulkáni összletek. A vastag vulkáni anyag jelzi, hogy nem lehetünk messze a kitörési központtól. Meglehetősen nagy méretű szerkezetnek tűnnek, feltételezve persze, hogy a gravitációs adatok valóban vulkánmorfológiát írnak le. A Necs–1 mélyfúrás alapján a vulkanitos összlet többnyire tufa és inkább riolitos, azaz savanyú összetételű. Így a tömeghiány (gravitációs minimum), a forma és az összetétel is savanyú kemizmusú vulkanizmusra utal, a kalderaképződés feltételeihez hozzátartozik a vizes környezet, amit a vulkanitok mellett leülepedett tengeri/beltengeri/tavi üledékek igazolnak (2. táblázat).

2019. évi cikkünkben (Kiss et al. 2019) már utaltunk a nyírségi savanyú vulkáni működés vélt mechanizmusára, a geofizikai alapadatainkat, és az ezzel kapcsolatos véleményünket is bemutattuk. Érdekes azonban megvizsgálni



11. ábra | A balatonfelvidéki Bondoró bazaltos tanúhegy földtani rekonstrukciója (Keresztúri et al. 2010). I – bazalttufa gyűrű látatával; II – áthalmozott vulkanitos egységek; III – effúzív egységek; III – effúzív egységek, tufa breccsák; IV – fedő tufa breccsák)

Figure 11 | Geological reconstruction of the Bondoró basaltic witness hill in the Lake Balaton uplands (Keresztúri et al. 2010). I – basaltic tuff ring with lava flows; II – overlying volcanic units; III – effusive units; III – effusive units, tuff breccias; IV – overlying tuff breccias)

a Nyírséget más vulkánmezők (még ha azok eltérő genetikájúak) adataival való összevetésben is!

Példa a Balatonfelvidékről (11. ábra)

Keresztúri Gábor és társai publikálták a balatonfelvidéki Bondoró-hegy földtani vizsgálatait, többek között a bazaltos tanúhegy keresztmetszetét, amelyet mélyfúrási adatok alapján határoztak meg. A metszeten a bazaltos tanúhegy feltételezett felépítése látszik, az ismétlődő vulkáni kitörések láva- és törmelékanyagával. A neogén (miocén) összletekben egy kisebb kalderaszerkezet látszik, amelyet több rétegben láva- és vulkáni törmelék tölt meg (sztratovulkáni sorozat), majd felette a törmelék és tufaszórás eredményeként egy vulkáni kúp rajzolódik ki, amelynek alapvető tömege vulkáni törmelék. A földtani szelvény szerkesztői a mezozoos aljzatban is jelezték a szerkezetileg fellazult zónát a vulkáni anyag felfelé mozgásának feltételezett útvonalaiban.

A vulkáni csatorna és a kalderaforma is csökkent sűrűségű hatásként jelentkezik, ha úgy tetszik, negatív gravitációs anomáliaként, ugyanakkor a kalderaszerkezetet kitöltő láva, illetve az alapszintből kiemelkedő vulkáni kúp plusztömeget jelent. A két ellentétes hatás küzdelmét alapvetően a kőzettömegek térfogati aránya (kisebb részben a sűrűségkontrasztok nagysága) fogja eldönteni, és ettől függően gravitációs minimumként vagy maximumként jelentkezik a bazaltos tanúhegy.

Példa Olaszországból (Campi Flegrei, Nápolyi-öböl)

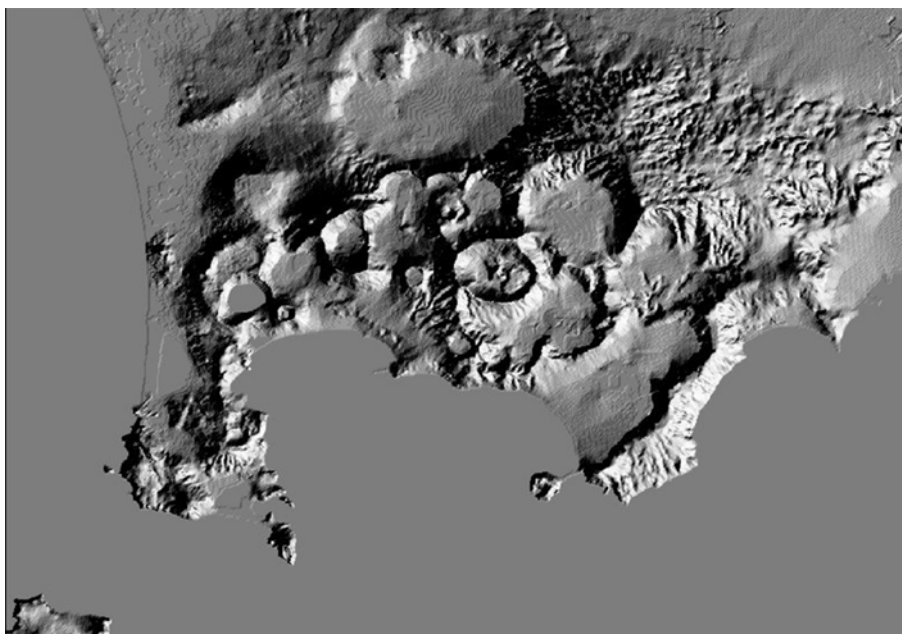
Nézzünk szét a nagyvilág szakirodalmában is (Marianelli et al. 2006)! A Kárpát-Pannon régióhoz legközelebb található

vulkánok Olaszországban vannak. A Nápolyi-öböl bővelkedik vulkánmorfológiai elemekben, amelyek gyakorlatilag a felszínen vannak (12–14. ábra). A sajtóban ezt a vulkáni mezőt előszeretettel szupervulkánnak hívják méretei és egy lehetséges kitörés következményei miatt (mivel Nápoly városa a vulkánmezőn található).

A Campi Flegrei a Nápolyi-öböl vulkánja (13. ábra), bár kevésbé híres a déli szomszéd Vezúvnál, ez pusztán annak köszönhető, hogy nem a történelmi időkre időzítette a nagy kitöréseit. A Campi Flegrei hatalmas kaldera, vagyis nem a magasba nyúló ormot kell keresnünk a térképen vagy a nápolyi tájban, bár kisebb kitöréseiből apróbb salak- és tufakúpok fennmaradtak. Az életjeleit manapság a Solfatara turistacsalogató geológiai csodái jelentik, illetve környezetének felszínemelkedése, illetve -süllyedése is arról tanúskodik, hogy távolról sem halott a vulkán. Ennek köszönhetően rémhírek is rendszeresen jelennek meg róla.

Európában az elmúlt 200 000 év során a legnagyobb kitörést a Campi Flegrei produkálta 40 000 évvel ezelőtt (300 km³ kidobott anyaggal), a vulkán legutóbbi ismert nagy kitörése 15 000 éve volt (40 km³ anyaggal), ám azóta is számtalan kisebbről van tudomásunk, utoljára 1538-ból.

Egy nemzetközi kutatócsoport legutóbbi vizsgálatai alapján azonban a hírhedt vulkán 29 000 éve is igencsak jelentős kitöréssel lepte meg Európa korabeli lakóit. A mediterrán térségben az 1970-es években találtak rá egy 29 000 évvel ezelőtt képződött vulkáni eredetű rétegre, az üledékekben talált lerakódások eredetéről azonban nem volt bizonyíték a Földközi-tenger környezetében. A hamuréteg Görögországban is 1 cm vastag volt, így lehet talán arról fogalmunk, hogy mekkora hatású volt. Bár logikus-



12. ábra A Nápolyi-öbölben található Campi Flegrei vulkánmező domborzati képe (a sima felület a tengerszintet jelzi)

Figure 12 Topographic view of the Campi Flegrei volcanic field in the Gulf of Naples (the flat surface indicates sea level)



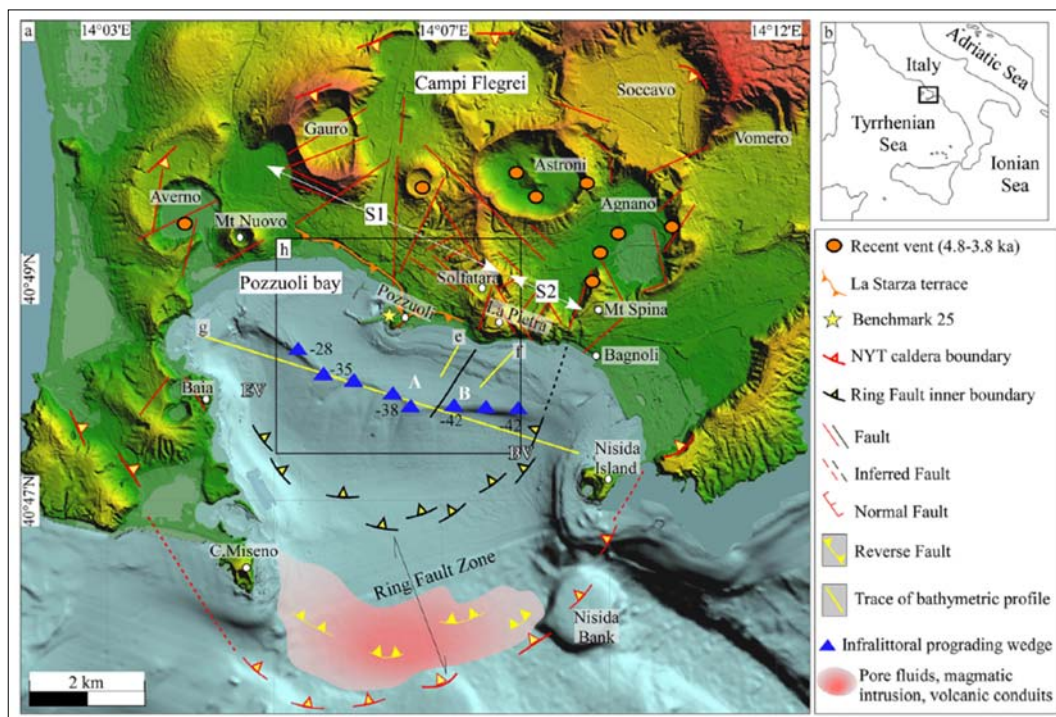
13. ábra A Nápolyi-öbölben található Campi Flegrei vulkánmező az űrfelvételen

Figure 13 Space image of the Campi Flegrei volcanic field in the Gulf of Naples

nek tűnt, hogy a környék nagy kitörése miatt felelős Campi Flegrei lehet a tettes, a hamuminták kémiai összetétele nem egyezett azzal, amit e vulkán produkálni szokott. Egy kutatócsoport a Campi Flegrei kalderájától néhány kilométer távolságban vett mintát két helyen is, és kiderült az elemzések alapján, hogy azonos a több ezer kilométerre is megtalált lerakódásokkal. A Campi Flegrei tehát igen je-

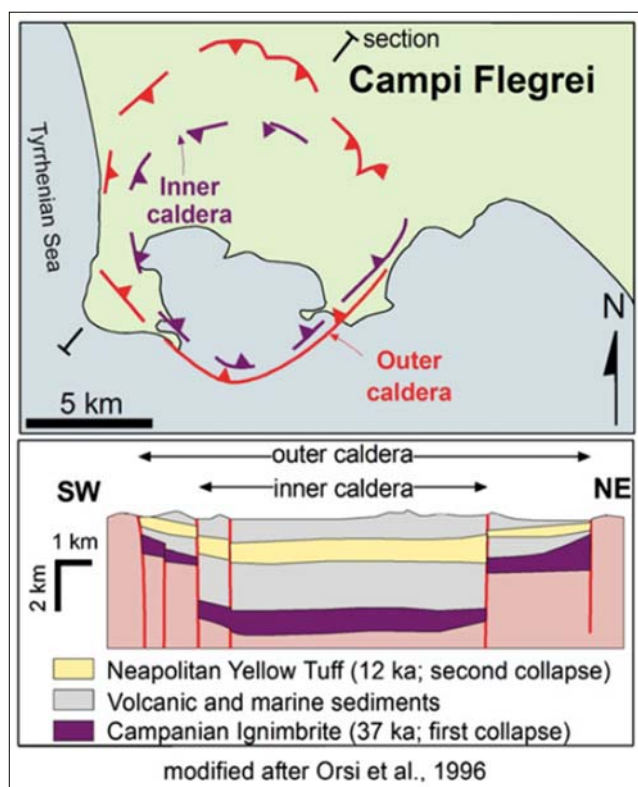
lentős mennyiségű vulkáni tufát juttatott a közeli és távoli környezetébe is.

A radar- és az űrfelvétel segítségével felszíni, elsődleges vulkánmorfológiai elemeket azonosíthatunk. A radarkép (12. ábra) és a morfológiai térkép (14. ábra) alapján látszik, hogy a vulkánmező alapvetően kiemelt domborzati helyzetben van, ahol a kalderák kirobbanása, vagy a mag-



14. ábra Színes szerkezeti, morfológiai térkép, Nápolyi-öböl, Campi Flegrei vulkánmező (Corradino et al. 2021)

Figure 14 Colour structural morphological map, Gulf of Naples, Campi Flegrei volcanic field (Corradino et al. 2021)



15. ábra A Nápolyi-öbölben található Campi Flegrei kalderagyűrűje és -metszete (Orsi et al. 1996)

Figure 15 Ring and section of the Campi Flegrei caldera in the Gulf of Naples (Orsi et al. 1996)

ma kihűlése miatt történt beszakadások hozták létre a negatív domborzati formákat (tömeghiányt), kiálló peremi részekkel.

A Nyírség esetén egy eltemetett helyzetű, mély kaldera szerkezet gravitációs összhatását látjuk és nem a kaldera tetejének hullámzó felszínét. Acocella 2007-es cikkében bemutatja a Campi Flegrei vulkáni mező várható mélyszerkezeti kontúrját is.

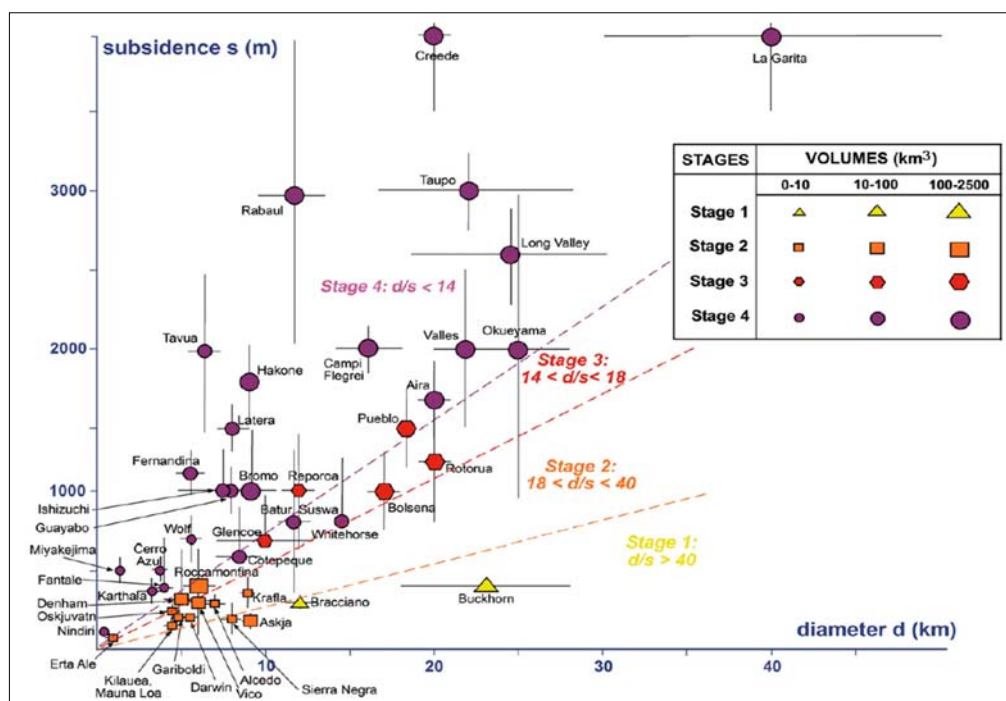
Rengeteg kisebb-nagyobb vulkáni parazitakúp, beszakadt vagy kirobbant kaldera nyomát lehet azonosítani a felszínen a terület domborzata alapján (12–14. ábra), amelyek egy nagy közös kalderát jeleznek (15. ábra).

Orsi és társai (1996) által kijelölt mélyszerkezet, a belső kaldera 10 km átmérőjű, a külső kaldera pedig, 15 km körüli (15. ábra). Ez méreteiben megfelel a nyírségi két gyűrűs szerkezet méretének, a különbség csak annyi, hogy a nyírségi kalderaszerkezet 1500 m vastag fiatal pannonkvarter üledékekkel le van fedve.

Acocella 2007-es cikkében elemzi az ismert kalderák szerkezetét és a kifejlődésüknek menetét. Érdekes néhány ábráját és eredményét tanulmányozni, illetve átvenni.

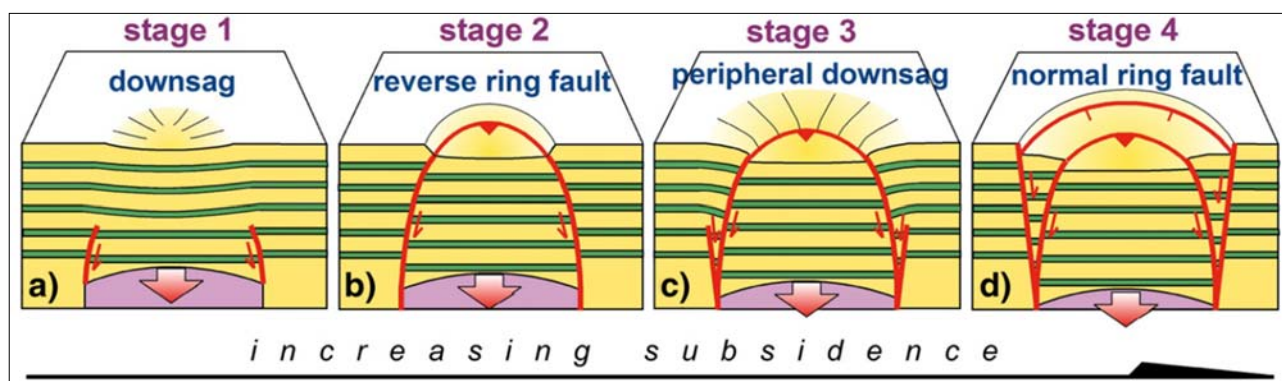
Az 16. ábra mutatja, hogy a süllyedés mértéke, illetve a kitörés közben kilövellt anyag és a kaldera mérete között milyen összefüggés mutatható ki a gyakorlati tapasztalatok alapján.

Az ábra alapján megállapítható, hogy minél nagyobb a kaldera vízszintes mérete, annál nagyobb mértékű lesz a süllyedése, és nagy valószínűséggel – bár ez nem olyan egyértelmű – a kilövellt vulkáni anyag mennyisége is annál több.



16. ábra A süllyedés mértéke különböző kalderaátmérők esetén az ismert kalderaszerkezeteknél (Valerio Acocella 2007). (x tengely a kaldera átmérője, y tengely a süllyedés mértéke, a szimbólum nagysága a kilövellt anyag mennyiségével arányos)

Figure 16 Variation of subsidence (s) with the diameter (d) of the natural calderas. The calderas are classified accordingly with the 4 experimental stages. Dashed lines define specific d/s ratios for each caldera stage. The size of the symbols is proportional to the DRE volume of erupted magma during the formation of the caldera (inset)



17. ábra | Kalderabeszakadás négy fázisa és a hozzá kapcsolódó süllyedés, illetve átmérőnövekedés (Acocella 2007)

Figure 17 | Schematic representation of the four stages of evolution of caldera collapse, obtained in all the under pressure experiments, as a function of the amount of subsidence (Acocella 2007)

A nyírségi kalderák méretéből adódóan körülbelül 2000–3000 m-es süllyedés valószínűsíthető, ami rögtön egy lehetséges magyarázatot is ad a Tokaji-hegység és Nyírség durván azonos korú vulkanitjainak a magassági elhelyezkedésében lévő eltérésre, ismerte persze, hogy szinte az egész Alföld területe süllyedő tendenciát mutat az azóta eltelt időszakban. Jelezheti továbbá azt is, hogy a Tokaji-hegység vulkánmezeje alapvetően intermedier (andezites, konstruktív vulkán), míg a nyírségi vulkánmező döntően savanyú (riolitos, destruktív vulkán) kőzetekből, illetve az azokra jellemző szórt tufákból áll.

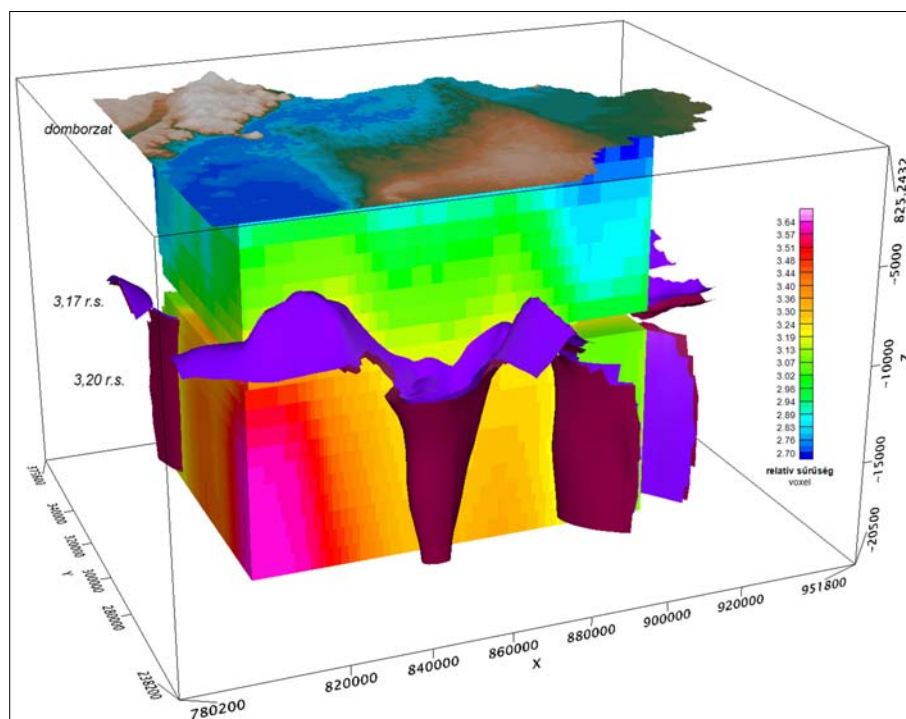
Megállapítható Acocello (2207) tanulmánya alapján, hogy a vulkáni kaldera fejlődésének négy fázisa különíthető el, amit az átmérőnek és a süllyedés mértékének az arányával lehet jellemezni. A kalderatípusok formájuk

alapján süllyedő, dugó alakú, tölcser alakú, darabos (vetős szerkezetű), csapóajtószerű (aszimmetrikus) csoportokba sorolhatók.

A Nyírség háromdimenziós sűrűségmodellje

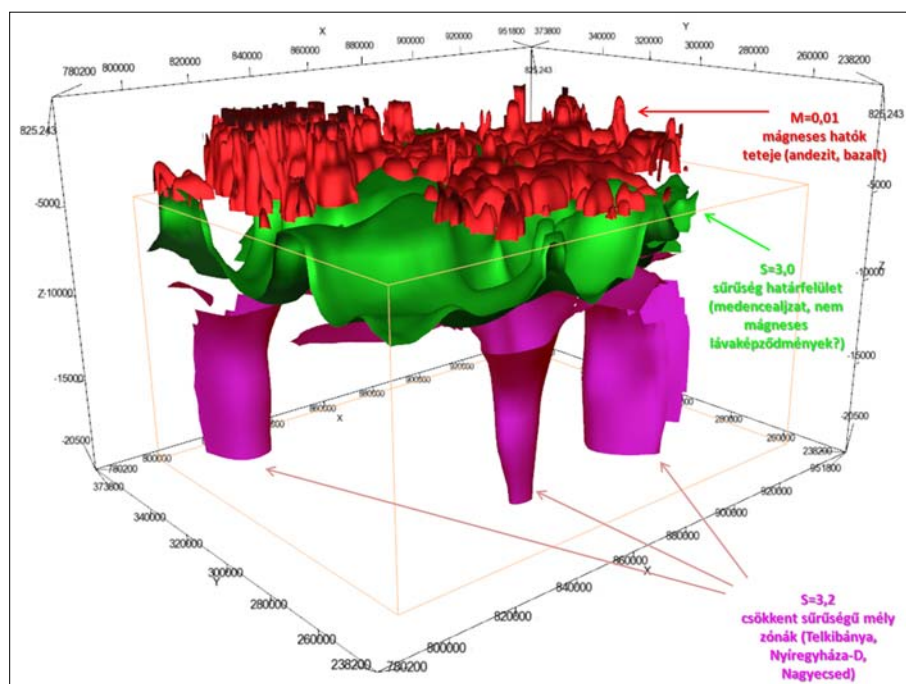
A nyírségi gravitációs minimumokat a tölcser vagy dugó alakú, süllyedő kategóriába lehetne besorolni, a formára a relatív térfelt sűrűségmetszet alapján következtethetünk (18., 19. ábra), de felismerhetők ezek a jellegzetességek a szűrt gravitációsanomália-térképeken is (20. ábra).

Nyírség és a Tokaji-hegység területén (~11 000 km²) változó 500–3000 m vastagságú miocén összlet azonosítható Székely-Fux et al. (2007) alapján, ezért összességében olyan



18. ábra | Háromdimenziós relatív sűrűség-térmodell (voxel) és az abból kapott két relatív sűrűség szint felülete

Figure 18 | Three-dimensional relative density model (voxel) and the surface of the two relative density levels obtained from it

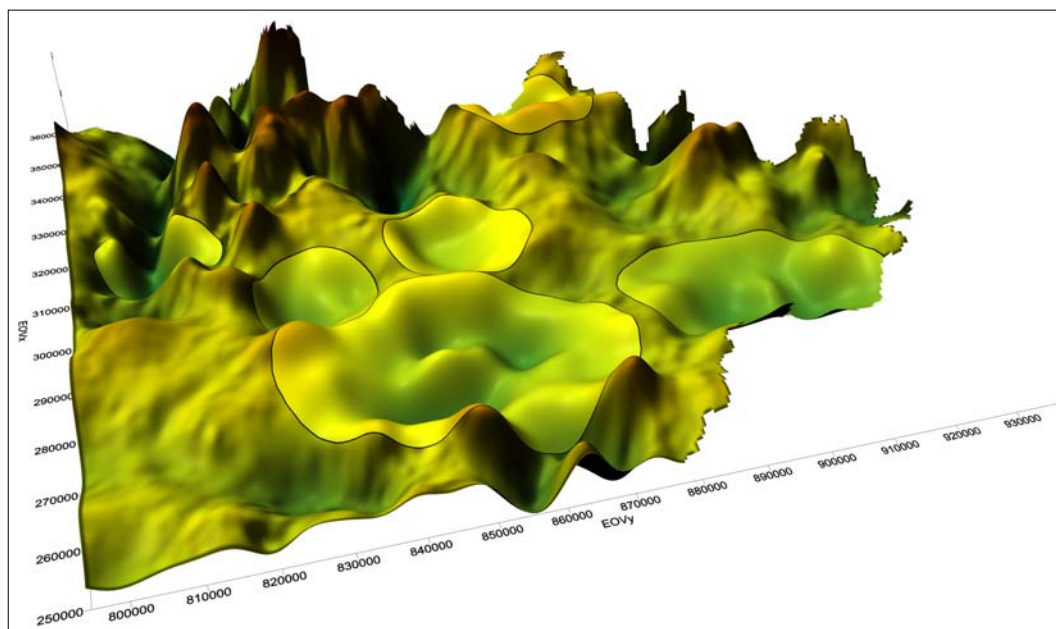


19. ábra Háromdimenziós relatív sűrűség- és mágnesezettségi határfelületek (három tölcsérszerű formát lehet azonosítani a 3,2-es relatív sűrűségű határfelület alapján, a telkibányait, a nyíregyházait és a nagyecsedit)

Figure 19 Three-dimensional relative density voxel (three funnel-shaped forms can be identified, the Telkibánya, the Nyíregyháza and the Nagyecséd)

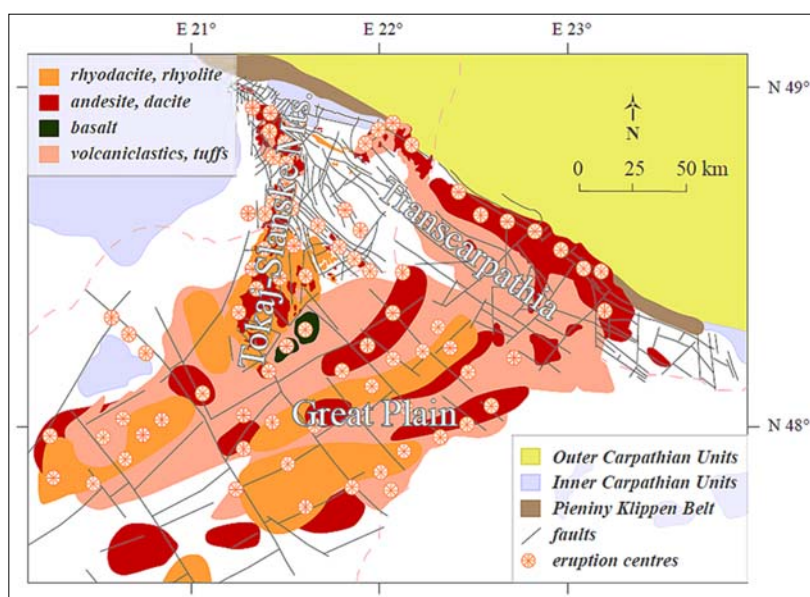
15 000 km³ miocén kőzetanyag lehet. Ennek jelentős része vulkanit. Ha csak a térfogat egyharmadával számolunk (5000 km³), akkor is legalább egy nagyságrenddel több anyagot jelent, mint a Campi Flegrei egyes kitörésénél becsült vulkáni törmelék mennyisége, ami magyarázható az

időben hosszabb, elnyúló magmás tevékenységgel, illetve azzal, hogy több, nyírségi és tokaji kitörési központ is működött a térségben, szinte azonos időben. A vulkánok tufaszórásai nyomait a Nyírségnél sokkal nagyobb területen (távolságban) is észlelték. Ezek nyilván a nagyon finom-



20. ábra Az eltemetett „magyar Campi-Flegrei” vulkánmező, azaz a Nyírségben található gravitációs minimumok (kiemelve) mint lehetséges savanyú magmás kitörési központok (4500 m spektrális mélység gravitációs hatása megárnýékolva az 1300 m-es spektrális mélység gravitációs hatásával, nézet DDNY felől)

Figure 20 The buried “Hungarian Campi-Flegrei” volcanic field, i.e. the gravity minima (highlighted) in the Nyírség as possible eruption centres of felsic magma (Gravity effect of 4500 m spectral depth overshadowed by the gravity effect of 1300 m spectral depth, view from SSW)



21. ábra Vulkáni képződmények elterjedése ÉK-Magyarországon, kürtősorok (Krassay 2010)

Figure 21 Distribution of volcanic formations in North-Eastern Hungary, volcanic pipe rows (Krassay 2010)

szemcsés tufa és vulkáni hamu előfordulások formájában jelentkeztek.

A robbanásos kitörések (kalderák) eddigi ismereteink alapján a savanyú, sok szilícium-dioxidot tartalmazó viszkózusabb, illetve az intermedier magmákra jellemző, és ezek a képződmények, illetve származékaik töltik ki az ismert kalderák belsejét is. A robbanásos kitörés során a kéreg nagy mélységig fellazul, majd a kirobbant anyag helye vulkáni hamuval és törmelékkel töltődik fel, ez utóbbi képződmények az illóanyagok miatt sokszor porózusak (pl. horzsakő, vagy habkő) és ebből adódóan kisebb sűrűségűek. Például a horzsakő olyankor keletkezik, amikor a magmás robbanásos vulkáni működés során a nagyon forró, nagy nyomású anyag hirtelen kirepül a tűzhányóból. A habkő szokatlanul likacsos szerkezete azért alakul ki, mert egyidejű volt a felszínre jutó anyag gyors lehűtése és a gyors nyomáscsökkenés. A túlnyomás csökkenésének következtében gázbuborékok jönnek létre azáltal, hogy csökken a lávában a gázok oldhatósága, így a gázok gyorsan kiszabadulnak. A hirtelen hűlés a megszilárduló lávába zárja a nyomáscsökkenés miatt keletkezett gázbuborékokat, és kialakul a likacsos szerkezetű kőzet.

A kárpát-medencei vulkanizmussal Krassay Zita is foglalkozott doktori dolgozatában, amelyben különböző szerzők publikációi és saját kutatási eredményei alapján készítette el a terület vulkanitelterjedési térképét (21. ábra). A térképen rengeteg kitörési központot is feltüntetett, aminek olyan szempontból természetes van létjogosultsága, hogy a felszínen is tanulmányozható Tokaji-hegységet „kürtősoros rétegvulkán” néven szokták emlegetni. Krassay Zita ábráján, a Nyírség területén, a szerkezeti vonalak mentén megjelenő savanyú riolitos és bázisosabb andezites „kürtősoros” elrendeződés figyelhető meg. Kérdés csak az, hogy a gyakorlatban mi bizonyítja ezeknek a kürtőknek a létét, ugyanis felmerül a gyanú, hogy a 21.

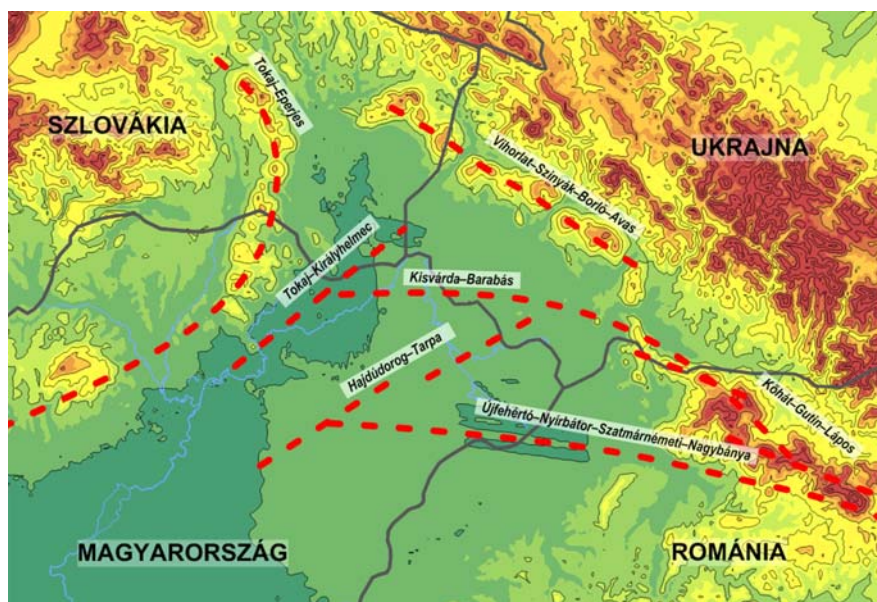
ábra kürtősorai valójában hasadékvulkánok. A mágneses adatok alapján a szerkezeti kapcsolat valóban fennállhat, sőt még az is belefér, hogy a vonulatok mentén hasadékvulkáni működés is folyt a miocénben. Ezek azonban nagy tufaszórást talán nem eredményezhettek, ahhoz inkább egy vagy több nagyobb robbanásos kitörési központ kellett.

A fúrások mennyisége nem elegendő ennek a földtani elképzelésnek a bizonyításához. Hazai vulkanológusok is inkább a felszíni vulkanitokra fókuszálnak, mert csak onnan tudnak többlet információhoz jutni (azt tudják tanulmányozni). Így a Nyírség néhány hazai publikációtól, kutatási jelentéstől eltekintve szűz területnek számít mind a mai napig. Eltemetett helyzetű vulkánmező megkutatása a bizonytalanságok ellenére is marad a geofizika feladata.

Nagyszerkezeti kép

Krassay Zita földtani vázlata és a mágneses anomáliák elhelyezkedése is szerkezeti kapcsolatokat jelez, ez viszont geodinamikai mozgások lenyomatára utal. Megjelenítve a felszíni vulkanitokat, illetve a mágneses anomáliák alapján azonosítható bázisos hasadékvulkáni zónákat (22. ábra) a következő állapítható meg:

A „Pannon szegmens” KÉK-i mozgása során eléri a TESZ (Trans-European Suture Zone) vonalát, abba beleütközve tölcészerűen szétnyílik. Ezt mutatják a nyírási, szerkezeti zónák, a Tokaj–Eperjesi vonulat valamint az Újfehértó–Nyírbátor–Nagybánya vonulat (vagy Kisvárda–Barabás–Beregszász–Saján vonulat), miközben a K–Kárpátok előterében, a közzetorlódásoknak (ehhez kapcsolódó delaminációnak) köszönhetően megjelenik a Vihorlat–Szinyák–Borló–Avas–Kőhát–Gutin–Lápos miocén vulkáni előhegység-vonulat (22. ábra).



22. ábra Domborzati térkép, rajta az ismert és eltemetett miocén vulkáni képződmények vonulatai (piros szaggatott vonal). A vonulatot a mágneses anomália-térkép (Tokaj–Eperjes, Tokaj–Királyhalmec, Kisvárdá–Barabás³⁾, Hajdúdorog–Tarpa⁴⁾, Újfehértó–Nagykálló–Nyírbátor–Sztarmárnémeti–Nagybánya mágneses anomália vonulatok) és a domborzati adatok alapján lehet beazonosítani

Figure 22 Topographic map showing the outlines of known and buried Miocene volcanic formations (red dashed line). The lineation can be identified from the magnetic anomaly map (Tokaj–Eperjes, Tokaj–Királyhalmec, Kisvárdá–Barabás³⁾, Hajdúdorog–Tarpa⁴⁾, Újfehértó–Nagykálló–Nyírbátor–Sztarmárnémeti–Nagybánya magnetic anomaly lineations) and the topographic data

Pantó Gábor kőzettani alapon felismert bizonyos a jellegzetességeket a Tokaji-hegységben, de akkor még nem tudta nagyszerkezeti szempontból értelmezni:

„A riolitfeltörések pályája uralkodóan »középhegységi« csapású, a kárpáti orogént radiálisan metsző, míg a fő andezit-utánpótlás az orogén belső ívével párhuzamos töréseket követ...”

...A teljes Kárpátokon belüli »vulkánkoszorú« területén nem találunk még egy példát, melynél e kétféle vulkánosság ilyen – közel egyenlő – arányú, térben és időben hasonló szorosan összefonódott lenne.” (Pantó G. 1966)

Próbáljuk meg értelmezni Pantó Gábor sorait geodinamikai szempontból. A kétféle – geodinamikai és kőzettani – elképzelés alapja az lehet, hogy a „középhegységi” irányok nyírási irányok, amely tektonikai vonalak mentén a blokkok egymáshoz képest vízszintesen eltérő sebességgel elmozdulnak. A folyamat időben ismétlődő jellegű, ezért nem szerkezeti vonal, hanem szerkezeti zóna alakul ki, fellazult, felaprózódott kőzetmátrixszal. Ebbe a széles zónába a bázisos magma a lassú felemelkedése során fokozatosan beolvasztja a környezete SiAl típusú felaprózódott kőzetanyagát, és ennek eredményeként savanyúbb összetételű anyagként (pl. riolit) éri el a felszínt. Ha mindez vizes környezetben történik, akkor nagy az esély a robbanásokkal kísért savanyú vulkánkitörésekre, aminek végeredménye kirobbanásos vagy beszakadásos kalderák (destruktív vulkáni forma) lesznek a nyírási zóna mentén. Ilyen lehet a Tokaj-Eperjesi hegyvonulatban (Szamosvonallal metszésben) a telkibányai kaldera, a Nyíregyházától D-re található tölcsér formájú kaldera (Hajdúdorog–Tarpa és az Újfehértó–Nagykálló–Nyírbátor–Sztarmárnémeti–Nagybánya vonalak találkozása) és a nagy-

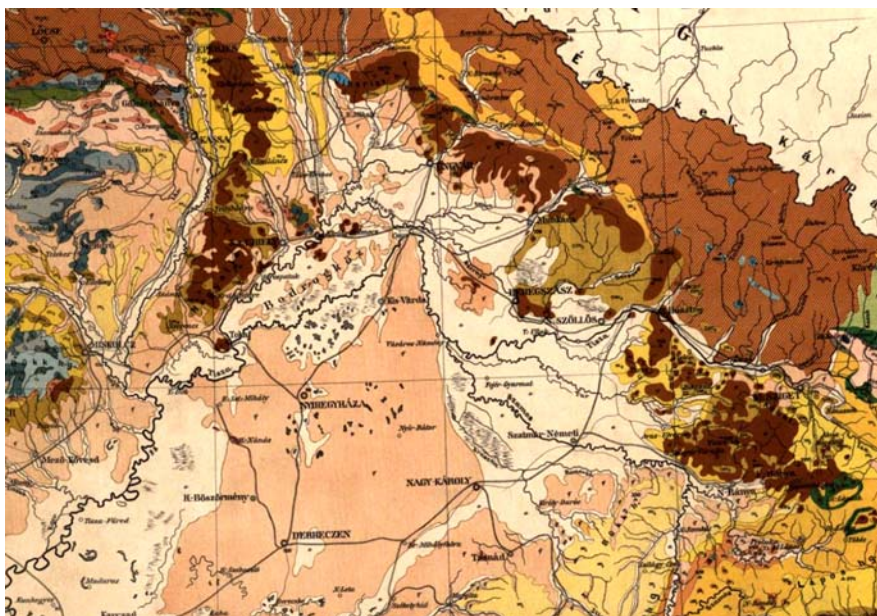
ecsed kaldera közel 3 km vastag riolitos vulkáni anyaggal (19., 22. ábra).

A „belső orogén íve” viszont nem egy nyírási zóna, hanem sokkal inkább a fő feszültség irányára merőlegesen jelentkező frontvonal, tömör kristályos kőzetmátrixszal, gyűrődésekkel és ideiglenes mélytörésekkel, ahol a magma a folyamat közben felnyíló repedésekben gyorsan, szinte akadálymentesen éri el a felszínt, kevesebb SiAl anyagot oldva fel, így megőrizve bázisos kémiai összetételét (dácit, andezit, bazalt és konstruktív vulkáni formák). Ilyen típusú például a belső-kárpáti vulkáni ív is.

Ez csak egy robusztus megközelítése a valóságnak (Pantó Gábor gondolatának), a meglévő adatok, információk alapján azonban a földtani kép a Nyírségben ennél sokkal bonyolultabb. Bázisos hasadékvulkánok jelennek meg a nyírási zónák mentén is – a mágneses adatok alapján, viszont a savanyúbb összetételű vulkanitokat geofizikai alapon nem lehet detektálni, vagy elkülöníteni a környezetétől.

Összefoglalás

A „Mélyföldtani kutatások geofizikai módszerekkel” téma⁵⁾ keretében a Nyírség földtani kutatásával foglalkoztunk. A 70-es évek után (Bodoky et al. 1977) leporoltuk az adatokat, és az új eszközökkel ismét vallatni kezdtük azokat. A terület földtani vizsgálatának a fő feladata az eltemetett vulkanitok azonosítása és kimutatása volt. A vulkáni képződmények kifejlődése, a vulkanizmus menete, a vulkáni összetek térbeli helyzete kapcsolatban van a Kárpát-Pannon régió geodinamikai folyamataival, így ezek megismerése nyersanyag- és geotermikus kutatások szempontjából is fontosak.



23. ábra Nagy-Magyarország földtani térképe (Böckh 1896, Nyírség)

Figure 23 Geological Map of Hungary (Böckh, 1896, Nyírség area)

A cikkben elsődlegesen a geofizika alapján keressük az azonosítható vulkánmorfológiai jeleket, azaz az eltemetett vulkáni objektumok kimutatása a fő cél. Nem vizsgáljuk a vulkanitokat genetikai szempontból, mert ehhez előbb meg kell találni, le kell határolni őket. A genetikai elemzés az eltemetett vulkanitok esetében csak a magfúrások alapján lehetséges, de csak korlátozott számú fúrás adott, és azok is többnyire csak a vulkanitok tetejét érték el, amiből nehéz általános genetikai véleményt alkotni egy kiterjedt vulkánmező esetén.

Munkánk során összegyűjtöttük a Nyírségről a hazai és annak határon túl eső részéről a domborzati, geológiai és geofizikai adatokat. Az adatok egy részét 2019-ban (Kiss et al. 2019) és 2021-ben (Kiss 2021) már publikáltuk. Ebben a tanulmányban a terület peremén található, nem általánosan ismert felszíni és/vagy eltemetett vulkanitok helyzetére is koncentráltunk a területi szerkezeti kép kialakítása céljából.

A Bodroghözben a tokaji Kopasz-hegytől KÉK-re az eltemetett hasadékvulkáni vonulat vonalában Kövesden és Királyhelmeceken (ma Szlovákia) is találtunk miocén vulkanitokat a felszínen (pozitív domborzati elemként). A Kisvárdá–Barabás mágneses anomáliatengely vonalában pedig a Beregszászi-dombság (ma Ukrajna) azonosítható a határon túlról, szintén miocén vulkanitokkal (23. ábra). Az Újfehértó–Nagykálló–Nyírbátor–Sztármárnémeti–Nagybánya mágneses vonulat pedig, összeköti a Nyírséget a színesércbányászatáról híres Nagybányával.

A mágneses anomáliakép alapján szerkezeti vonalakat azonosítottunk, amelyek belefutnak, esetenként belesimulnak a Kelet-Kárpátok vulkáni előhegységi vonulatába, módosítva annak menetét. A vonalak találkozási zónájában nagyobb méretű, ellipszis formájú minimumok – a Nagyecsed–1 fúrással feltárva – több kilométer, főképp savanyú

vulkáni anyagot tartalmaznak, tengeri, beltengeri üledékkel keveredve. A minimumok helyzete, mérete, formája és háromdimenziós relatívsűrűség-eloszlása alapján jelentős vulkáni kitörési központokat feltételezünk, amelyek robbanásos vagy beszakadásos úton képződtek, majd a vulkanizmus megszűnése után a terület általános süllyedése miatt eltemetődtek. Ennek az elképzelésnek a megtámogatására a nápolyi Campi-Flegrei vulkán adatai vizsgáltuk meg, és néhány szakirodalmi háttér-információt is összegyűjtöttünk. Ezek a háttér adatok nem zárták ki, sőt megerősítették azt a feltételezéseket, hogy Nyíregyháza-D és a Nagyecsed környéki gravitációs anomáliák valószínűleg eltemetett kalderaszerkezetektől származnak, amelyek nagyrészt felelősek lehetnek az ország K-i felében széles körben elterjedt, nagy vastagságú tufaképződményekért.

A tanulmány szerzője

Kiss János

Jegyzetek

¹⁾ °C = (°F – 32) × 0,5556

²⁾ <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=english&infoid=1274&sid=43>

³⁾ Barabás mellett riolittufa kőfejtő van

⁴⁾ Tarpa mellett dácit kőfejtő van

⁵⁾ MBFSZ alapkutatói projekt

Hivatkozások

Acocella V. (2007): Understanding caldera structure and development: An overview of analogue models compared to natural calderas. *Earth-Science Reviews* 85, 125–160. DOI: 10.1016/j.earscirev.2007.08.004

- Bodoky T., Jánvári J., Nemesi L., Polcz I., Szeidovitz Győzőné (1977): Komplex geofizikai kutatások eredményei a Nyírségben. *Általános Földtani Szemle*, 10, 5–44.
- Corradino M., Pepe F., Sacchi M., Solaro G., Duarte H., Ferranti L., Zinno I. (2021): Resurgent uplift at large calderas and relationship to caldera-forming faults and the magma reservoir: New insights from the Neapolitan Yellow Tuff caldera (Italy). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 411.107183.
- Harangi Sz. (2018): Tudta, hogy Európa legnagyobb vulkánkitörései a Pannon-medencében voltak? https://infostart.hu/belfold/2018/03/11/europa_legnagyobb_vulkankitoresei_a_annon-medenceben_voltak/
- Keresztúri G., Csillag G., Németh K., Sebe K., Balogh K., Jäger V. (2010): Volcanic architecture, eruption mechanism and landform evolution of a Plio/Pleistocene intracontinental basaltic polycyclic monogenetic volcano from the Bakony–Balaton Highland Volcanic Field, Hungary. *Central European Journal of Geosciences*, 2/3, 362–384. DOI: 10.2478/v10085-010-0019-2
- Kiss J. (2006): Magyarország gravitációs lineamentstérképe – első eredmények. *Magyar Geofizika*, 47/2, 1001–1010.
- Kiss J., Bodoky T., Gulyás Á., Vértessy L., Prácser E. (2007): Magyarország gravitációs lineamentstérképe, OTKA T-043100, Zárójelentés, ELGI 2007, Kézirat, ELGI Adattár
- Kiss J., Vértessy L., Zilahy-Sebess L., Takács E., Gulyás Á. (2019): A Nyírség geofizikai kutatása. *Magyar Geofizika*, 60/3, 103–130.
- Krassay Z., (2010): Large-scale Miocene igneous activity at the NE part of the Carpathian-Pannonian Region, Central Europe, Geochemical implications for tectonic processes. PhD Dissertation, Graduate School of Science and Technology, Chiba University, Japan
- Marianelli P., Sbrana A., Proto M. (2006): Magma chamber of the Campi Flegrei supervolcano at the time of eruption of the Campanian Ignimbrite. *Geology*, 34/11, 937–940. <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/geology/article-abstract/34/11/937/129431/Magma-chamber-of-the-Campi-Flegrei-supervolcano-at>
- Nemesi L., Hobot J. (1981): A Tiszavidék és a Tiszántúl mélyszerkezeti viszonyai és földtani-geoelektromos modellje. *Geofizikai Közlemények*, 27, 7–105.
- Pantó G. (1966): A tokaji-hegység és előtere szerkezeti-vulkanológiai kapcsolata. M. Áll. Földtani Intézet Évi Jelentése az 1966. évről, pp. 215–223.
- Souza D. (2019): A vulkánok morfológiája. <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=english&infoid=1274&sid=43>
- Széky-Fux V., Kozák M., Püspöki Z. (2007): Covered Neogene magmatism in eastern Hungary [Kelet-Magyarország fedett neogén magmatizmusa]. *Acta GGM Debrecina – Geology, Geomorphology, Physical Geography Series*, 2, 79–104.
- Zelenka T., Balogh K., Kozák M., Pécskay Z., Ravasz Cs., Újfalussy A., Balázs E., Kiss J., Nemesi L., Püspöki Z., Széky-Fux V. (2004): Buried Neogen volcanic structures in Hungary. *Acta Geologica Hungarica*, 47/2–3, 177–219.
- Zelenka T., Gyarmati P., Kiss J. (2012): Paleovolcanic reconstruction in the Tokaj Mountains. *Central European Geology*, 55/1, 49–84. DOI: 10.1556/CEuGeol.55.2012.1.4

Mérnökgeofizikai szondázási adatok hiperparaméter-becsléssel támogatott inverziója

SZABÓ N. P.^{1,2}

¹Miskolci Egyetem, Geofizikai Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros

²MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport, 3515 Miskolc-Egyetemváros

@E-mail: gfnmail@uni-miskolc.hu

Az ismertetett módszer keretében felszínközeli telítetlen üledékek jellemzőit mérnökgeofizikai szondázási adatok inverziójával határozzuk meg. Az elméleti szondaválaszfüggvényekben szereplő zónaparamétereket (kőzetmátrix- és fluidumjellemzők) és a térfogatjellemző kőzetfizikai mennyiségeket (víztartalom, kvarcartalom, agyagtartalom) közös inverziós eljárásban becsüljük. Az újonnan kifejlesztett metaalgoritmikus inverziós eljárás kétszintű, beágyazott algoritmust alkalmaz, amely a zónaparaméterek és a térfogatjellemző mennyiségek szukcesszív becslésén alapul. A belső ciklusban állandónak rögzített zónaparaméterek mellett keressük a mélységpontbeli jellemzők optimális értékeit, majd a külső ciklusban a zónaparaméterek változtatásával javítjuk a mélységpontbeli jellemzőket. Ezt a beágyazott technikát a gépi tanulás viszonylatában hiperparaméter-becslésnek nevezzük, ahol a zónaparaméterek felelnek meg a hiperparamétereknek. A térfogatjellemző mennyiségeket linearizált inverzióval finomítjuk, míg a zónális jellemzőket a differenciális evolúció módszerével becsüljük. Mindkét optimalizációs technika lehetővé teszi a modellparaméterek becslési pontosságának jellemzését. A tanulmány bemutatja a kétféle módszer egyesítésével kifejlesztett genetikusan metaalgoritmikus inverziós eljárást egy-, ill. kétdimenziós változatát. Az előbbi a fúrás teljes hossza mentén, míg az utóbbi több szomszédos fúrásban mért valamennyi szelvényadat együttes feldolgozásával önműködően szolgáltatja a térfogatjellemzők keresztselejteit és a releváns mélységtartományra vonatkozó zónaparaméterek állandó értékét. Mivel a zónaparamétereket hagyományosan labormérések alapján adjuk meg, így azoknak a fúrólukselejtekből történő kinyerésével jelentősen csökkenthető a kőzetmintavétel- és a laboratóriumi mérések költségei.

Szabó, N. P.: Inversion of direct-push logs supported by hyperparameter estimation

In this study, the petrophysical characteristics of shallow unsaturated sediments are determined by inversion of engineering geophysical sounding data. The zone parameters (i.e., rock matrix and fluid properties) and the volume-characteristic petrophysical quantities (e.g., water content, quartz content, clay content etc.) in the sonde response functions are estimated in a joint inversion procedure. The newly developed meta-algorithmic inversion method uses a two-level, embedded algorithm based on the successive estimation of zone parameters and volume-characteristic quantities. In addition to the zone parameters fixed as constant in the inner loop, we search for the optimal values of the depth-point characteristics, and then we improve the depth-point characteristics by changing the zone parameters in the outer loop. This embedded technique is called hyperparameter estimation in the terminology of machine learning, where the zone parameters correspond to the hyperparameters. Volumetric parameters are refined by linearized inversion, while zonal characteristics are estimated by the method of differential evolution. Both optimization techniques allow the characterization of the estimation accuracy of the model parameters. The study presents both the 1D and 2D variants of the genetic meta-algorithmic inversion method developed by combining the two methods. The former estimates the well logs of volume characteristics and constant values of zone parameters along a borehole automatically, while the latter automatically processes all well logging data measured in several adjacent wells to give the cross sections of the same petrophysical properties, and the zone parameters. Since zone parameters are traditionally given on the basis of laboratory measurements, the costs of rock sampling and laboratory measurements can be significantly reduced by extracting them directly from the well logs.

Beérkezett: 2021. november 12.; *elfogadva:* 2021. december 6.

Bevezetés

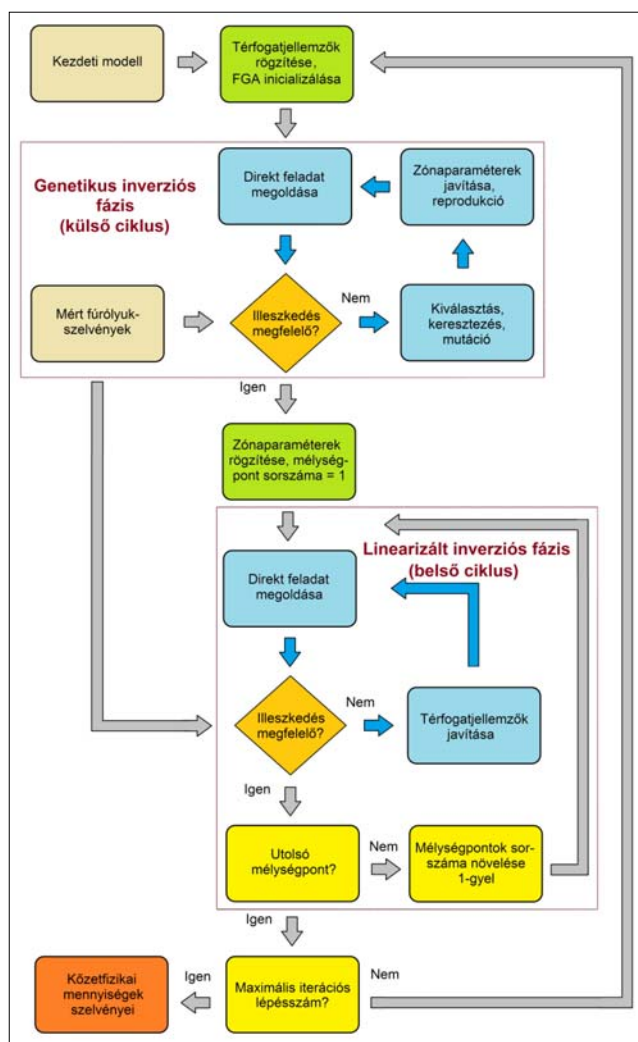
Felszínközeli üledékek víztartalmának, porozitásának, mátrixterfogatának és agyagtartalmának meghatározására a mérnökgeofizikai szondázási (MGSZ) adatok együttes inverziója kínál lehetőséget. Drahos (2005) a fenti közetfizikai jellemzők számítására súlyozott legkisebb négyzetek módszerén alapuló mélységpontenkénti inverziós eljárást javasolt. A lokális inverziós megközelítés előnye, hogy a becsült közetfizikai paraméterek pontosságát és megbízhatóságát számszerűen jellemzi, viszont hátrányaként említhető, hogy az inverz feladat kismértékű túlhatározottsága (adat/ismeretlen arány) a zónaparaméterek kényszerű rögzítését vonja maga után. A Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszékén kifejlesztett intervalluminverziós módszerrel a fenti probléma hatékonyan kiküszöbölhető (Dobróka és szerzőtársai 2016). Az inverziós eljárással egy tetszőlegesen választott mélységintervallum adatrendszerét együttesen dolgozzuk fel, ahol a modellparaméterek mélységfüggvényét sorfejtéssel diszkretizáljuk. A becslési pontosság szignifikáns javulása a pontonkénti inverzióhoz képest az inverz feladat nagymértékű túlhatározottságának biztosításával érhető el. Abban az esetben, amikor a mérési adatok számához képest sokkal kevesebb sorfejtési együtthatót határozunk meg, akkor az utóbbiak megbízhatósága jelentősen javítható. További előnye, hogy stabil inverziós eljárás keretében a hagyományos közetfizikai mennyiségeken kívül további ismeretlenek is bevonhatók az inverziós eljárásba (pl. a rétegvastagságok vagy a zónaparaméterek). A modelljellemzők minél részletesebb térbeli felbontása a sorfejtési együtthatók számának növelését (a túlhatározottság csökkenését) vonja maga után, ami korlátozza az intervalluminverziós módszer hatékonyságát.

A zónaparaméterek inverziós eljárásban történő (önműködő) meghatározására eddig kevesen tettek kísérletet. Narayan és Yadav (2006) egy új, korlátozott számú zónaparaméter becslésére alkalmas (a legkisebb négyzetek elvén alapuló) linearizált inverziós módszert közölt, melynek keretében a mért és a számított adatok hosszabb víztároló szakaszra vonatkozó átlagértékeit (és nem az egyedi adatokat) hasonlították össze. A kvarcmátrix és a rétegvíz fizikai (zonális) jellemzőit az optimalizációs eljárás során állandónak tekintik, miközben a többi mátrixjellemzőt (ha több ásványtípusból épül fel a kőzet) az eredeti érték maximum $\pm 20\%$ -ával engedik megváltoztatni. Emellett a kezdeti zónaparaméter értékek megállapítását hagyományos keresztdiagram-technikákra alapozzák. A zónaparaméterek inverziós meghatározását ugyancsak nehezíti, hogy a kérdéses mennyiségek sok esetben erősen korrelálnak egymással és a térfogatjellemző közetfizikai mennyiségekkel. Balázs (2015) elméleti úton kimutatta, hogy linearizált inverziós eljárás alkalmazása esetén a fenti mennyiségek közötti korreláció mértéke az ismeretlenek számával növekszik. Másrészt a paraméterérzékenységi vizsgálatok azt mutatják, hogy némelyik zónaparaméter csak alig vagy egyáltalán nem befolyásolja a mérési változókat. Például víztároló kőzetekben a telítettség kitevőre vonat-

kozó kis érzékenység a linearizált inverziós eljárás stabilitását erősen veszélyezteti (Dobróka, Szabó 2011). Mivel az inverz feladat (zónaparaméterek által befolyásolt) célfüggvénye számos helyi minimummal rendelkezik, ezért a linearizált szélsőérték-keresés helyett globális optimalizációs eljárás használata indokolt.

A globális optimumkeresés hatékony módszere az evolúciós számítási módszerek családjába tartozó genetikusan algoritmus (GA) (Holland 1975). A kiváló adaptációs képességgel rendelkező optimalizációs eljárás az élő szervezetek természetes kiválasztódási mechanizmusának hasonlóságán alapul. Az egyedekből (esetünkben az inverziós modellekből) felépített populációt a véletlenkereső eljárás generációról generációra tökéletesíti. A modellparaméterek értékeit a kromoszómánc tartalmazza, melyek alapelemeit, a géneket véletlenszerűen módosítjuk, illetve kicseréljük az egyedek között. A genetikusan információcseré közben felhasználjuk az egyedek alkalmasságára vonatkozó információt. A darwini elmélet szerint a legalkalmasabb egyedek képesek hosszú távon túlélni és szaporodni, míg az alkalmatlanok elpusztulnak. A modellek – mint az optimalizációs feladat lehetséges megoldásai – túlélési képességét az alkalmassági (fitness-) függvény számszerűsíti, melyet a természetes szelekció elvének megfelelően maximalizálunk. A GA célja a populáció átlagos alkalmasságának folyamatos növelése, és a „hasznos” gének átadása az egymást követő generációk számára. A klasszikus genetikusan algoritmus a modellparamétereket bináris séma szerint kódolja, ami jelentősen korlátozza a modellter felbontását és a becslési eredmények pontosságát. Mivel valós értékű modellparaméterek esetén nem szükséges kódolást és dekódolást végrehajtani, a Michalewicz (1992) által javasolt valós kódolású genetikusan algoritmus (Float-Encoded Genetic Algorithm, FGA) a bináris algoritmusnál lényegesen gyorsabb optimumkeresést tesz lehetővé, és megfelelő felbontást biztosít a tanulmányban szereplő inverz feladat számára.

A mérnökgeofizikai szondaválaszfüggvényekben szereplő térfogatjellemző közetfizikai mennyiségek és a zónaparaméterek egyidejű meghatározására új, hiperparaméter-becsléssel támogatott inverziós eljárást javasolunk. Az inverziós eljárás első lépésében kezdeti modellt veszünk fel, majd a külső ciklusban valós kódolású genetikusan algoritmuson alapuló véletlenkereséssel határozzuk meg a zónaparaméterek tetszőleges intervallumra vonatkozó állandó értékét. Ezt követően a belső ciklusban, az újonnan kapott zónaparaméterek rögzített értékeivel mélységpontenkénti inverziós eljárások sorozatát hajtjuk végre a térfogatjellemző mennyiségek számítása céljából. Az iteratív eljárás keretében a becsült térfogatjellemzők állandó értéke mellett globális optimalizációval újra kiszámítjuk a zónaparamétereket (külső ciklus), amivel a belső ciklusban tovább finomítjuk a térfogatjellemző modellparamétereket. A fenti inverziós stratégián alapuló keresést megállási feltétel teljesüléséig folytatjuk (1. ábra). Az inverziós metaalgoritmus felhasználásával – a korábban önkényesen vagy tapasztalati úton választott állandók



1. ábra A genetikus metaalgoritmikus inverziós eljárás folyamat-
ábrája

Figure 1 The flowchart of the genetic meta-algorithmic inversion
procedure

alkalmazása helyett – a zónaparaméterek automatikusan meghatározhatók, és egyben a direkt feladat megoldása is javítható. Az előremodellezés ily módon történő optimalizálása kedvező hatással van az inverz feladat megoldására. A gépi tanulás és intelligens optimalizáció területén hasonló műszaki feladatok megoldására alkalmazott metaalgoritmikus eljárások alapján (Nell és szerzőtársai 2011), a fenti inverziós módszert valós kódolású genetikus metaalgoritmus-alapú inverziós eljárásnak, röviden genetikus metaalgoritmikus inverzióknak (GMI) nevezzük.

A GMI eljárás hatékonyan alkalmazható a felszínközeli telítetlen zóna vizsgálatára. Az inverziós eljárás belső ciklusában a víz, a levegő, a közetmátrix és az agyag térfogatát mélységről mélységre (gyors) pontonkénti linearizált inverzióval becsüljük, míg az ismeretlennek választott zónaparamétereket evolúciós számítással (külső ciklus) optimalizáljuk. Az FGA alkalmazása a mért és a számított szelvényadatok legmegfelelőbb illeszkedését biztosítja, továbbá startmodellfüggetlen megoldást szolgáltat (Szabó, Dobróka 2019). Ez utóbbi azt jelenti, hogy a mérési

adatok kiértékelésének inverziós folyamata során nem szükséges az előzetes (magvizsgálati vagy egyéb laboratóriumi) információk ismerete. A GMI eljárást egyetlen vagy akár több szomszédos fúrás adatrendszerének egyidejű feldolgozására is felhasználhatjuk. Az előzőt egydimenziós, az utóbbit két- (vagy három-) dimenziós GMI eljárásnak nevezzük.

Mérnökgeofizikai szondázási adatok 1-D inverziója

Az 1-D GMI eljárás (belső ciklusa) keretében a felszínközeli telítetlen üledékek térfogatjellemzőit pontonkénti linearizált inverzióval határozzuk meg. A jelenleg rendelkezésre álló mérnökgeofizikai szondaválaszték mellett az inverziós feldolgozásba bevonható adatok vektora az adott mélységben a következő

$$\mathbf{d}^{(m)} = [GR^{(m)}, \rho_b^{(m)}, \Phi_N^{(m)}, R^{(m)}]^T, \quad (1)$$

ahol $GR^{(m)}$ a természetes-gamma-intenzitás, $\rho_b^{(m)}$ a közet-sűrűség, $\Phi_N^{(m)}$ a neutronporozitás és $R^{(m)}$ a fajlagos ellenállás mért értéke (T a transzponált jelölése). A mért adatvektor elemeiből kismértékben túlhatározott inverz feladat keretében három ismeretlent határozunk meg, melyek modellvektora ugyanabban a mélységben

$$\mathbf{m} = [V_w, V_{cl}, V_{ma}]^T, \quad (2)$$

ahol V_w jelöli a víztartalmat, V_{cl} az agyagtartalmat és V_{ma} a mátrixtérfogatot. A gáz (levegő) térfogata a $V_l = 1 - V_w - V_{cl} - V_{ma}$ anyagmérleg-egyenlet alapján számítható. Az s -edik elméleti szondaadat az ismeretlenekkel a következőképpen fejezhető ki

$$d_s^{(sz)} = g_s(V_w, V_{cl}, V_{ma}, c_1, \dots, c_r, \dots, c_R) \quad (3)$$

ahol g_s az s -edik (pontbeli) válaszfüggvény ($s = 1, 2, \dots, S$, ahol S az alkalmazott szondák száma), c_r az r -edik zónaparaméter (R az inverzióval becsült zónaparaméterek száma). A térfogatjellemző mennyiségek linearizált inverzióval történő meghatározását a zónaparaméterek rögzített értékei mellett hajtjuk végre. A mérnökgeofizikai szondázás direkt feladatának megoldására a Drahos (2005) által javasolt válaszgegyenleteket használjuk fel:

$$GR = V_{cl}GR_{cl} + V_{ma}GR_{ma}, \quad (4)$$

$$\rho_b = V_w\rho_w + V_l\rho_l + V_{cl}\rho_{cl} + V_{ma}\rho_{ma}, \quad (5)$$

$$\Phi_N = V_w\Phi_{N,w} + V_l\Phi_{N,l} + V_{cl}\Phi_{N,cl} + V_{ma}\Phi_{N,ma}, \quad (6)$$

$$R = (V_w + V_l + V_{cl})^{-m} \times \left(\frac{V_{cl}/(V_w + V_{cl}) + 1 - [V_{cl}/(V_w + V_{cl})]}{R_{cl}} \right)^{-1} \times \left(\frac{V_w + V_{cl}}{V_w + V_l + V_{cl}} \right)^{-2}. \quad (7)$$

1. táblázat A (4)–(7) szondaválaszfüggvényekben szereplő zónaparaméterek választott értékei a Bábaapáti területen (az „ismeretleneket” inverzióval határozzuk meg)

Table 1 Selected values of the zone parameters in probe response functions (4)–(7) in the Bábaapáti area (“unknowns” are determined by inversion)

Szelvény	Zónaparaméter	Szimbólum	Érték	Mértékegység
Természetes- γ -intenzitás	Mátrix	GR_{ma}	ismeretlen	kcpm
	Agyag	GR_{cl}	ismeretlen	
Közetsűrűség	Mátrix	ρ_{ma}	ismeretlen	g/cm ³
	Agyag	ρ_{cl}	ismeretlen	
	Rétegvíz	ρ_w	1,0	
	Levegő	ρ_l	0	
Neutronporozitás	Mátrix	$\Phi_{N,ma}$	0	v/v
	Agyag	$\Phi_{N,cl}$	ismeretlen	
	Rétegvíz	$\Phi_{N,w}$	1,0	
	Levegő	$\Phi_{N,l}$	0	
Fajlagos ellenállás	Agyag	R_{cl}	ismeretlen	ohmm
	Rétegvíz	R_w	12	
	Cementációs kitevő	m	1,7	

ahol a zónális jellemzők jelentését és választott értékét az 1. táblázat tartalmazza.

A GMI módszer globális optimalizációs (evolúciós) fázisában a zónaparaméterek becslésére heurisztikus keresést alkalmazunk (külső ciklus). Az FGA eljárással kizárólag a zónaparaméterek értékét javítjuk, miközben a térfogatjellemzők aktuális értékét állandónak rögzítjük. Az előzetes inverziós kísérletek és korrelációs számítás alapján a zónaparaméterek közül a mátrix- és agyagjellemző fizikai mennyiségeket választjuk ismeretlennek, melyek értékét a mérnökgeofizikai szondázás teljes szakaszán állandónak tekintjük. Ennek alapján az FGA eljárás modellvektora

$$\mathbf{c} = [GR_{cl}, GR_{ma}, R_{cl}, \rho_{cl}, \rho_{ma}, \Phi_{N,cl}]^T, \quad (8)$$

ahol a „cl” és „ma” indexek az agyagra és a közetmátrixra vonatkozó zónaparamétereket azonosítják. A (8) oszlopvektorban szereplő állandó értékű zónaparaméterek meghatározása érdekében a fúrásban mért összes adatot az $N \times S$ méretű $D^{(m)}$ adatmátrixba gyűjtjük, ahol N a vizsgált mélységpontok száma, S az alkalmazott szondák száma. Az inverziós eljárás nem engedi meg a pontbeli adathiányt, így az invertált adatok teljes száma a vizsgált mélységtartományban $N' = N \cdot S$ (ahol N a fúrásban megfigyelt összes mélységpont száma).

Az FGA eljárást a zónaparaméterek becslésére a következőképpen alkalmazzuk. A kezdeti populáció egyedeit a (8) véletlen modellvektorokkal képezzük. Jelöljük a modellpopuláció j -edik egyedét a \mathbf{c}_j vektorral ($j = 1, 2, \dots, J$, ahol J a populáció mérete), melynek alkalmassága az alábbi (fitness-) függvénnyel adható meg:

$$F(\mathbf{c}_j) = - \left[(NS)^{-1} \sum_{n=1}^N \sum_{s=1}^S \left(\frac{D_{ns}^{(m)} - g_s(\mathbf{m}_n, \mathbf{c}_j)}{D_{ns}^{(m)}} \right)^2 \right]^{1/2}, \quad (9)$$

ahol $D_{ns}^{(m)}$ az n -edik mélységben az s -edik szelvényezési eszközzel mért adatot jelöli, míg az \mathbf{m}_n vektor ugyanabban a mélységben (a belső ciklusban) becsült és állandónak rögzített térfogatjellemző mennyiségeket tartalmazza. Az $F(\mathbf{c}) = \max$ optimalizációs feladat megoldása érdekében valós genetikus műveleteket alkalmazunk (Houck és szerzőtársai 1995). Az egyedek párosítását ún. versenyszelekcióval végezzük, melynek keretében bizonyos számú, véletlenszerűen kiválasztott egyed közül a legalkalmasabbakat az átmeneti populációba soroljuk. Ezt az eljárást (ugyanazon kiinduló egyedek ismételt kiválasztásának lehetősége mellett) addig folytatjuk, míg J számú egyed kiválasztása megtörténik. A versenyek számát mint folyamatjellemző paramétert előzetesen adjuk meg, ami nagymértékben befolyásolja az FGA eljárás konvergenciáját. Abban az esetben, amikor a versenyek számát viszonylag nagy értékre állítjuk, akkor a kisebb alkalmasságú egyedeknek kevesebb esélyük van a túlélésre. A következő lépésben az átmeneti populáció egyedeit keresztezzük. A heurisztikus keresztezés művelete a kiinduló \mathbf{c}_1 és \mathbf{c}_2 zónaparaméter-vektorokat a következőképpen módosítja:

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{c}_1^* &= \mathbf{c}_1 + \gamma(\mathbf{c}_1 - \mathbf{c}_2) \\ \mathbf{c}_2^* &= \mathbf{c}_1 \end{aligned} \right\}, \quad (10)$$

ahol \mathbf{c}_1^* és \mathbf{c}_2^* a keresztezésen átesett (új) egyedeket, míg γ a $[0,1]$ tartományból egyenletes valószínűséggel generált számot jelöli. A (10) egyenletrendszer alkalmazása sikeres, hogy ha a keresztezés előtt fennáll az $F(\mathbf{c}_2) < F(\mathbf{c}_1)$ egyenlőtlenség. Ha a \mathbf{c}_1^* zónaparaméter-vektor valamely eleme az előírt értéktartományon kívül esik, akkor a heurisztikus keresztezést megismételjük. A harmadik genetikus operátorral, az egyenletes mutációval a zónaparaméter-vektor ν -edik elemét egy valós véletlen számra (η) cseréljük:

$$c_{1,r}^{**} = \begin{cases} \eta, & \text{ha } r = \nu \\ c_{1,r}^*, & \text{egyébként} \end{cases}, \quad (11)$$

ahol $c_{1,r}^{**}$ a mutált egyed r -edik zónaparamétere ($r = 1, 2, \dots, R$). A fenti genetikus alpműveletek ismételt alkalmazásával a modellpopuláció összetételét folyamatosan változtatjuk, és az egymást követő generációk átlagos alkalmaságát iteratív úton javítjuk. A fenti lépéseket, valamint a sokszorosítás (reprodukción) műveletét egy meghatározott megállási kritérium teljesüléséig folytatjuk. A zónaparaméterek becslési hibáját az utolsó generációban előállított egyedek aktuális zónaparaméter-értékeinek szórásával adjuk meg.

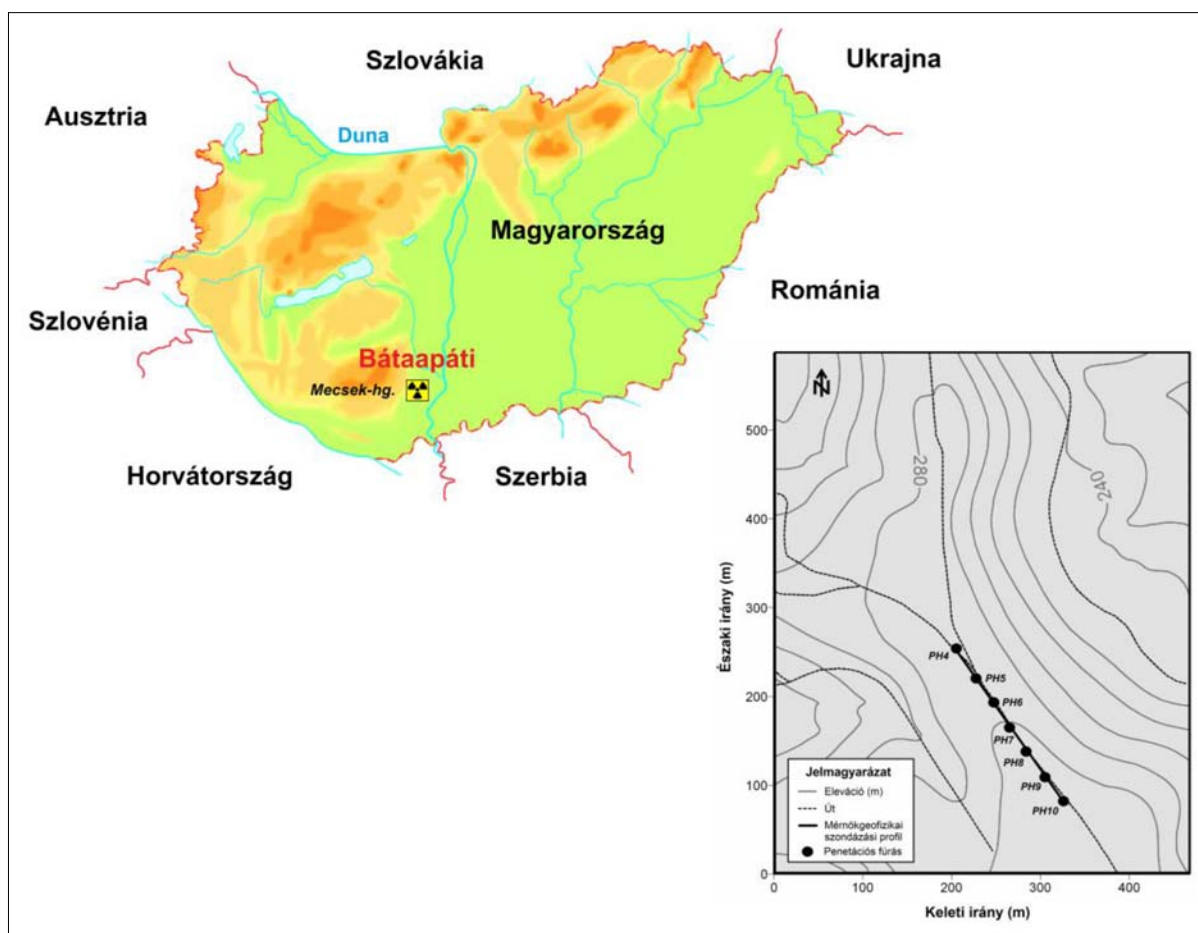
Mérnökgeofizikai szondázási adatok 2-D inverziója

A többdimenziós genetikus metaalgoritmikus inverziós módszerrel a szomszédos fúrások szelvényadatait közös inverziós eljárásban dolgozzuk fel a térfogatjellemző mennyiségek horizontális és vertikális irányú változásának meghatározása céljából. Az inverziós módszer mérnökgeofizikai szondázási adatokon történő alkalmazása során

azt feltételezzük, hogy a zónaparaméterek nem változnak számottevően (oldalirányban sem) a felszínközeli telítetlen közegben. A kétdimenziós GMI módszer felhasználásával a térfogatjellemző mennyiségeket linearizált pontonkénti inverzióval fúrásról fúrásra becsüljük, míg a zónaparamétereknek a szondázás teljes tartományára vonatkozó állandó értékét az FGA módszerrel határozzuk meg. A j -edik zónaparaméter-vektor alkalmaságát valamennyi fúrásban mért és számított adat eltérése ismeretében adjuk meg:

$$F^*(\mathbf{c}_j) = - \left[(N^*S)^{-1} \sum_{h=1}^H \sum_{n=1}^{N_h} \sum_{s=1}^S \left(\frac{D_{hns}^{(m)} - g_s(\mathbf{m}_{hn}, \mathbf{c}_j)}{D_{hns}^{(m)}} \right)^2 \right]^{1/2}, \quad (12)$$

ahol \mathbf{m}_{hn} jelöli a h -adik fúrás n -edik mélységpontjában becsült térfogatjellemző paraméterek vektorát, míg $D_{hns}^{(m)}$ képviseli a h -adik fúrás n -edik pontjában az s -edik szelvényezési eszközzel mért adatot (H a vizsgált fúrások száma, N_h a h -adik fúrásban feldolgozott mélységpontok száma, $N^* = N_1 + N_2 + \dots + N_H$ valamennyi fúrás összes mélységpontjának száma, S a mért paraméterek száma).



2. ábra | A teszterület Bataapati térségében és az MGSZ fúrások által meghatározott szelvény
Figure 2 | The investigation site near Bataapati and the line of the penetration holes

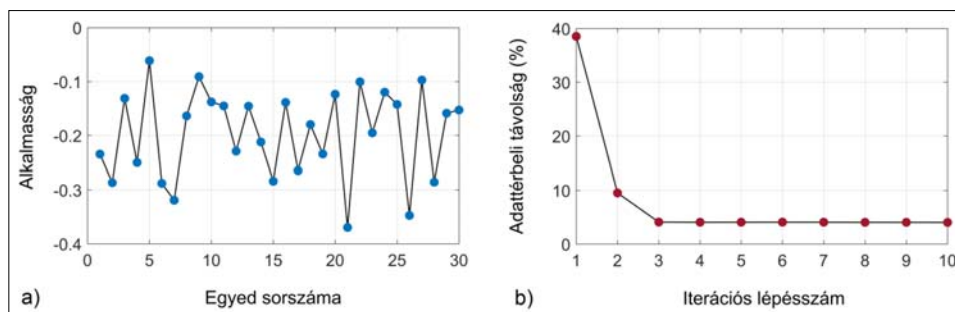
Az $F^*(c) = \max$ optimalizációs feladatot a kiválasztás és a (10)–(11) műveletek ismételt alkalmazásával oldjuk meg.

A GMI módszer terepi alkalmazása

Az inverziós módszer alkalmazását a Bátaapáti (Üvegkút) területen az Elgoscár-2000 Környezettechnológiai és Vízgazdálkodási Kft. által mélyített 7 sekély mélységű fúrásban (PH 4–PH 10) mutatjuk be (2. ábra). A fúrások egy 550 m hosszúságú mérési vonal mentén, közelítőleg 50 m távolságra helyezkednek el egymástól. Az inverziós vizsgálatokba bevont első fúrás (PH 4) az $x = 150$ m szelvény menti távolságnál található. A mérnökgeofizikai szondázások fő célja a paleotalajok tagolása, alapparaméterek meghatározása és a vízföldtani viszonyok megismerése volt. A felszínközeli *in situ* mérések egy komplex geofizikai kutatás részét képezték, mely a Bátaapáti kis és közepes aktivitású radioaktív hulladék-tároló telephely részletes jellemzését tűzte ki célul (Vértessy és szerzőtársai 2004). A szondázásokat a gránitra települt löszös képződményben, a talajvízszint feletti régióban (~0–27 m mélységben) végezték. A felszínközeli üledékek közetfizikai paramétereit korábban Drahos (2005) mélységpontonkénti inverzióval határozta meg, ennek eredményét felhasználhatjuk az inverziós startmodell megadásánál.

Először tekintsük az egydimenziós esetet! A PH 4 fúrásban adottak az (1) vektorban szereplő szelvényadatok, míg a (2) modellvektor és a (8) zónaparaméter-vektor

elemeit ismeretlennek tekintjük. A (4)–(7) szondaválaszfüggvényekben ismert állandónak tekintett zónaparamétereket az 1. táblázat tartalmazza. A térfogatjellemzők becslési hibája (modellkovariancia-mátrix) a bemenő adatok hibája (adatkovariancia-mátrix) ismeretében számíthatók (Menke 1984). A mért mennyiségek varianciáját az alábbiak választottuk: $\sigma_{GR}^2 = 0,05 \text{ kcpm}^2$, $\sigma_{\rho_b}^2 = 0,01 \text{ g}^2/\text{cm}^6$, $\sigma_{\Phi_N}^2 = 2,5 \cdot 10^{-3}$, $\sigma_R^2 = 0,05 \text{ ohm}^2/\text{m}^2$ (Drahos 2005). A mért szelvények átlagos korrelációja közepes mértékű (a Pearson-féle korrelációs együttható: $\rho = 0,55$). Az 1-D GMI eljárás linerizált inverziós fázisában (belső ciklus) a (2) modellvektorban szereplő térfogatjellemző paramétereket javítjuk, melyek kiindulási értéke valamennyi mélységpontban: $V_{w,0} = 0,30 \text{ v/v}$, $V_{ma,0} = 0,40 \text{ v/v}$, $V_{cl,0} = 0,15 \text{ v/v}$. A linearizált optimumkeresés (Marquardt-inverzió) 10 iterációs lépést vesz igénybe, ahol a csillapítási tényező zérus értéke mellett stabil inverziós eljárást kapunk. A linearizált inverziós fázis befejezése után a (8) vektorban megadott zónaparamétereket az FGA eljárással határozzuk meg (külső ciklus). A kezdeti populáció 30 egyedének alkalmassági értékét a 3a. ábra mutatja, ahol a (9) formula alapján számított F értékét –100-zal szorozva a mért és a számított mérnökgeofizikai szondázási szelvények relatív adattávolságát kapjuk. A zónaparaméterek keresési tartományát a 2. táblázat tartalmazza. Az evolúciós számítás vezérlőparaméterei: versenyszelekciós kísérletek száma (200), keresztezési kísérletek száma (100) és a mutáció valószínűsége (0,05). A reprodukció során a legjobb modellek megtartása érdekében az elitizmus szabályát alkal-



3. ábra A genetikus metaalgoritmikus inverziós eljárás kiinduló populációja egyedei fitnessértékei (a), az 1-D GMI eljárás konvergenciája (b)

Figure 3 Fitness values of individuals in the initial population of the genetic meta-algorithmic inversion procedure (a), development of convergence of the 1-D GMI method (b)

2. táblázat Az ismeretlen zónaparaméterek keresési tartománya és az 1-D GMI eljárással becsült értékei és hibája
Table 2 Searching range for unknown zone parameters and their values and errors estimated by 1D GMI procedure

Zónaparaméter	Keresési tartomány	Inverzióval becsült érték	Paraméterbecslés hibája	Mértékegység
GR_{cl}	8,0–12,0	8,86	0,01	kcpm
GR_{ma}	0–2,0	1,83	0,01	
ρ_{cl}	1,9–2,3	2,07	0,02	g/cm^3
ρ_{ma}	2,3–2,7	2,41	0,01	
$\Phi_{N,cl}$	0,2–0,5	0,43	0,05	v/v
R_{cl}	1,0–6,0	4,56	0,61	ohmm

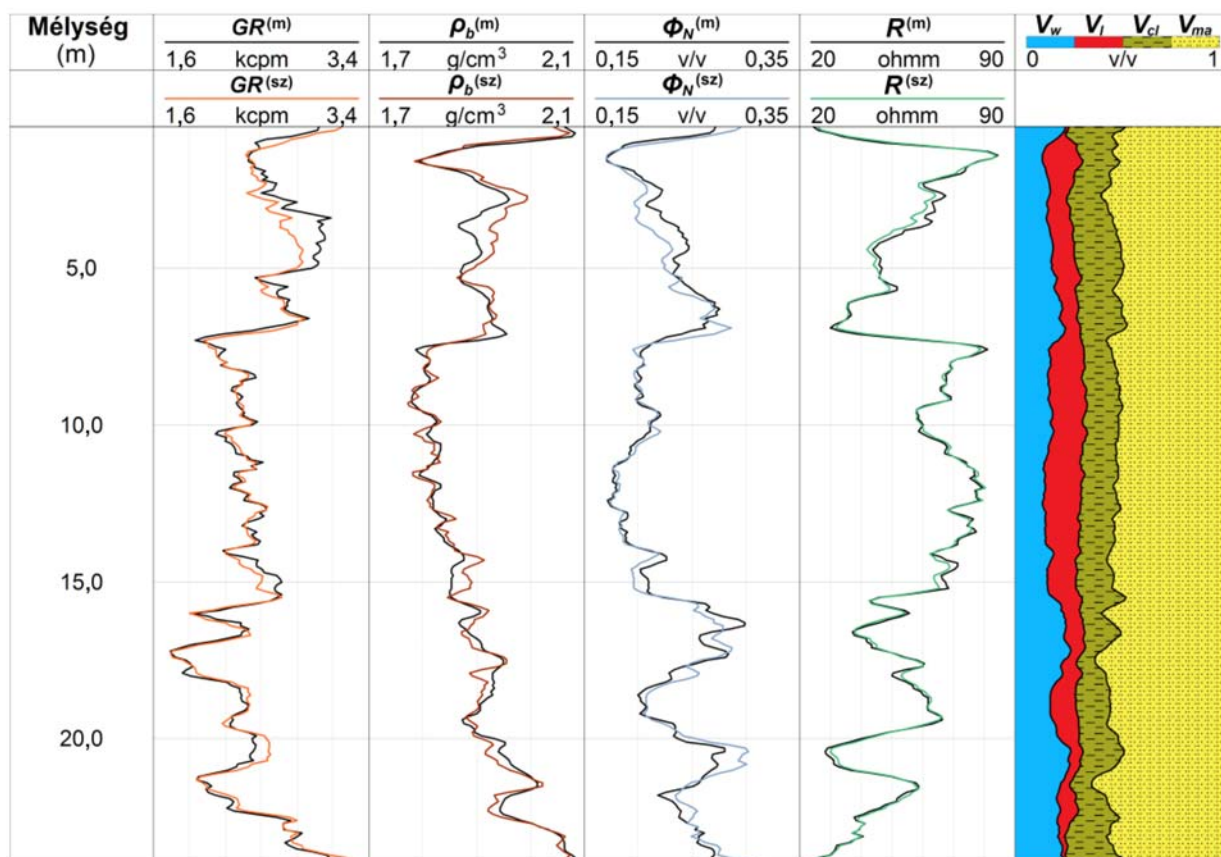
mazzuk, miszerint az új populáció legrosszabb egyedét felcseréljük a kiinduló populáció legalakalmasabb egyedével. Az 1-D GMI eljárás külső ciklusában 1000 generációt tökéletesítünk, míg a teljes metaalgoritmikus inverziós folyamatot (a külső és belső ciklusban szereplő utasítások egymást követő ismételt alkalmazását) 10 iterációs lépésben folytatjuk. A linearizált és globális optimalizációs módszerek kombinálásával a mért és a számított szelvényadatok egyezése stabil inverziós eljárásban javítható. A mért és a számított adatok (mért adatokkal normált) eltérését az RMSE- (Root Mean Square Error) értékkel jellemezzük, amely az inverziós eljárás elején $D_d = 39\%$, míg a (teljes inverziós eljárás) végén $D_d = 4\%$ -ra csökken (3b. ábra).

Az 1-D GMI eljárással becsült zónaparamétereket és megbízhatósági tartományait a 2. táblázat tartalmazza, míg a térfogatjellemző mennyiségek szelvényei a 4. ábra utolsó oszlopában láthatók. A mért és a számított mérnökgeofizikai szondázási görbék megfelelő illeszkedést mutatnak (az előbbi „m”, az utóbbit „sz” felsőindex jelöli). A térfogatjellemző mennyiségek átlagos becslési hibája: $\sigma_{V_w} = 0,01$ v/v, $\sigma_{V_{ma}} = 0,05$ v/v, $\sigma_{V_{cl}} = 0,05$ v/v, azok korrelációja közepes mértékű ($\rho = 0,51$). A numerikus eredmények megerősítik az 1-D GMI eljárás stabilitását és terepi adatokon való alkalmazhatóságát. Az egydimenziós inverz feladat megoldása egy nyolcmagos processzorral

felszerelt munkaállomás használatával kb. két és félperc CPU-időt igényel.

A kétdimenziós inverziós eljárást a PH 4–10 jelű (a 2. ábrán az $x = 150$ m és $x = 450$ m horizontális távolságok között 50 m-enként elhelyezkedő) fúrásokban teszteljük. A fúrások talpmélysége eltérő (19,9–27,7 m), a szelvényadatokat 0,1 m távolsággal gyűjtötték. Ennek alapján a feldolgozható adatok száma 6972. A mérési változók átlagos korrelációja $\rho = 0,27$, ami a PH 4 fúráshoz képest a szelvények kevésbé szoros kapcsolatát mutatja. Ezt a közetösszetétel vízszintes irányú változása és a mérési szelvényeket terhelő eltérő mértékű zaj okozhatja. Az elméleti adatokat a (4)–(7) válaszegyenletek alapján számítjuk. Az FGA eljárás vezérlő paraméterei megegyeznek az 1-D GMI eljárásban alkalmazottakkal azzal a különbséggel, hogy a generációk maximális számát ebben az esetben 250-nek írjuk elő. A 2-D GMI eljárás stabil és megbízható megoldást szolgáltat, a relatív adattávolság $D_d = 42,2\%$ -ról az inverziós eljárás végére 4,9%-ra csökken. A térfogatjellemzők krigelemmel előállított szelvényei az 5. ábrán láthatók, míg a zónaparaméterek és becslési hibájuk hasonlóak az 1-D GMI eljárás eredményéhez (3. táblázat).

A GMI módszer lehetőséget teremt a becsült térfogatjellemző mennyiségek és a zónaparaméterek megbízhatóságának meghatározására, valamint az inverziós

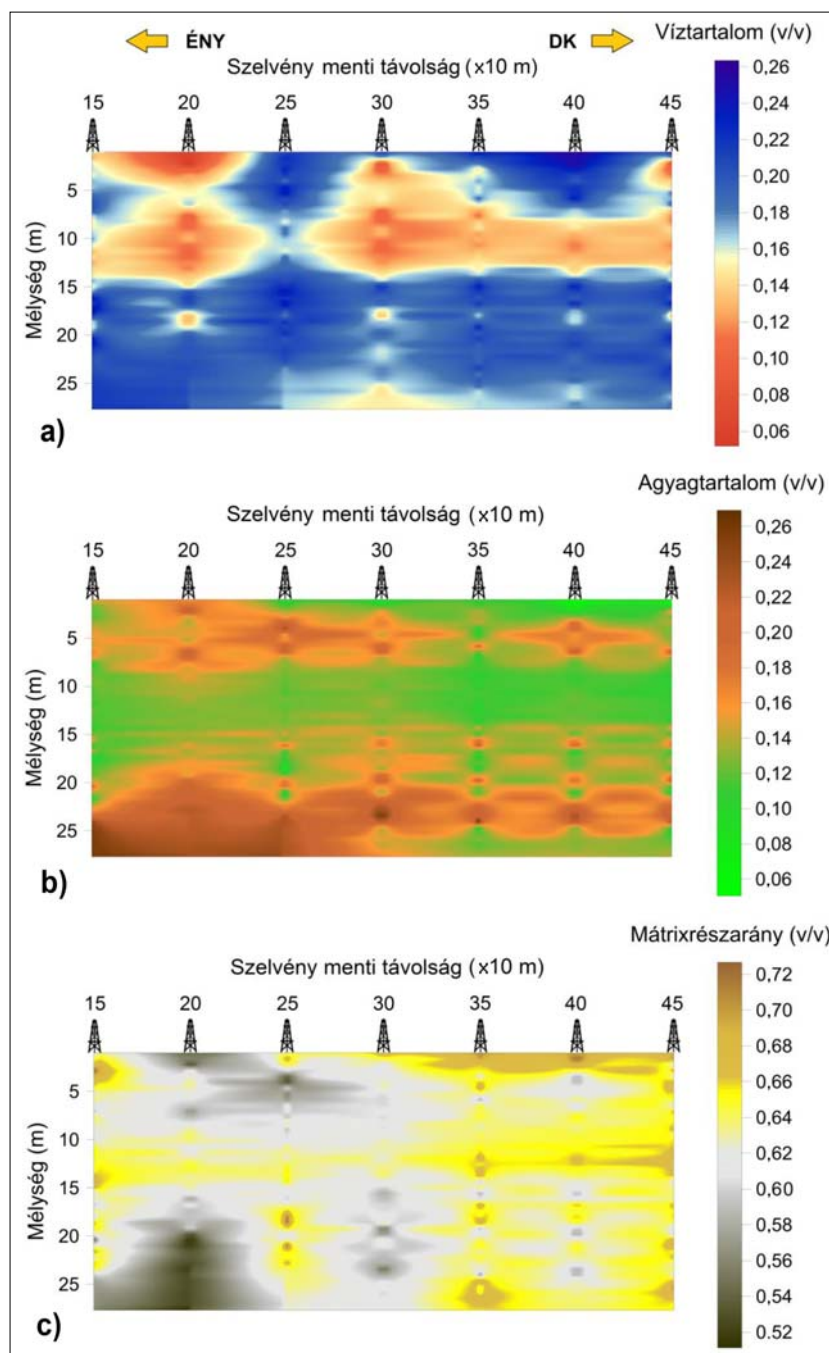


4. ábra Az 1-D GMI eljárás eredménye a PH 4 jelű fúrásban

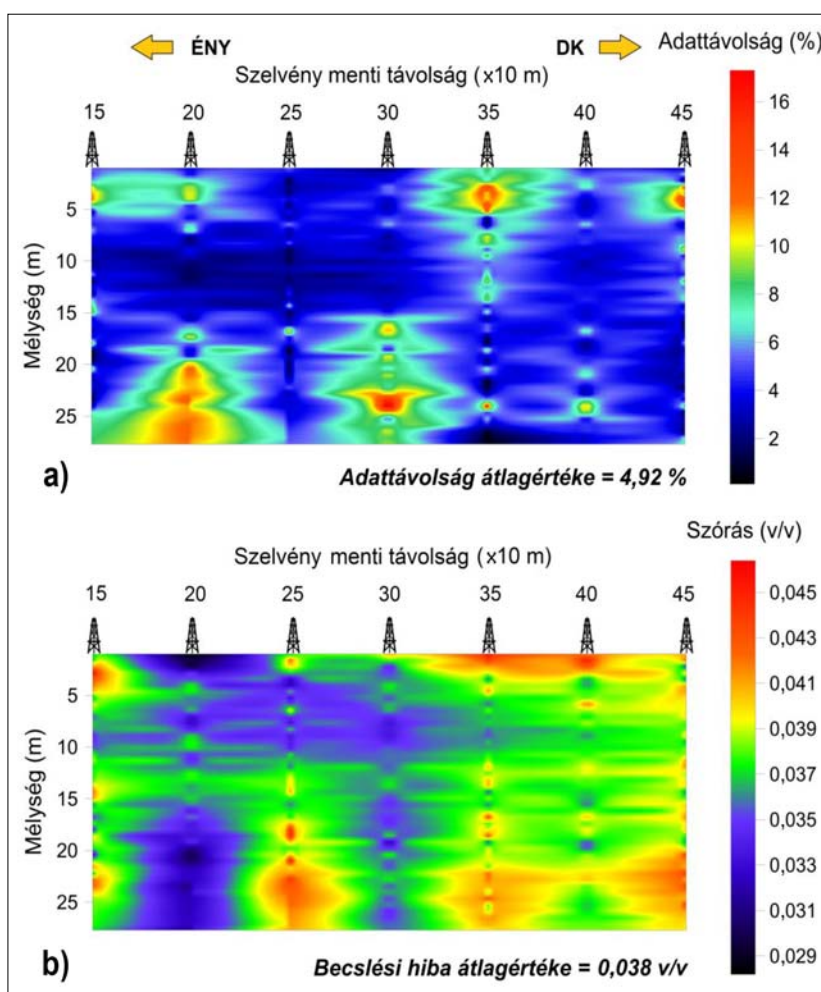
Figure 4 The inversion result of the 1-D GMI procedure in well PH 4

3. táblázat Az ismeretlen zónaparaméterek keresési tartománya és az 2-D GMI eljárással becsült értékei és hibája
Table 3 Searching range for unknown zone parameters and their values and errors estimated by 2D GMI procedure

Zónaparaméter	Keresési tartomány	Inverzióval becsült érték	Paraméterbecslés hibája	Mértékegység
GR_{cl}	8,0–12,0	8,02	0,17	kcpm
GR_{ma}	0–2,0	1,98	0,01	
ρ_{cl}	1,9–2,3	1,97	0,03	g/cm^3
ρ_{ma}	2,3–2,7	2,31	0,01	
$\Phi_{N,cl}$	0,2–0,5	0,33	0,01	v/v
R_{cl}	1,0–6,0	4,19	0,49	ohmm



5. ábra A 2-D GMI eljárás eredménye a PH 4–10 jelű fúrásokban
Figure 5 The inversion result of the 2-D GMI procedure in wells PH 4–10



6. ábra A 2-D GMI eljárás eredménye minőségi paramétereinek szelvényei a PH 4–10 jelű fúrásokban
 Figure 6 Cross sections of the quality parameters of the result of the 2-D GMI procedure in wells PH 4–10

eredmény alapján számított és mért adatok illeszkedésének jellemzésére. A relatív adattérbeli távolság (RMSE) szelvény a 6a. ábrán látható, melynek átlagértéke $D_d = 4,9\%$. A kapott érték a mért adatokat terhelő zaj mértékével arányos eredményt mutat. A nagy adattávolságértékek a mérési adatok zajosabb régióinál jelentkeznek, valamint a fúrások eltérő talpmélységből adódó interpolációs hibáknak tulajdoníthatóak. A térfogatjellemzők becslési hibáját a modellkovariancia-mátrix felhasználásával adjuk meg, míg a zónaparaméterek megbízhatóságát az FGA eljárás által becsült 30 modell aktuális paramétereinek szórásával jellemezzük (3. táblázat). Az előbbi meghatározásához a mért adatok varianciáját Drahos (2005) alapján adtuk meg. A térfogatjellemző mennyiségek átlagos becslési hibájának szelvénye a 6b. ábrán látható, mely a mért adatok bizonytalanságával áll arányban. A legnagyobb pontossággal a víztelítettség és az agyagtartalom állítható elő ($\sim 0,01$ v/v). A térfogatjellemzők szórásának négyzetes átlaga $0,038$ v/v, ill. azok átlagos korrelációja $\rho = 0,48$. A 2-D GMI eljárás végrehajtása ~ 4 –5 percet igényel egy nyolcmagos processzorral rendelkező munkaállomáson.

Következtetések

A karotázs direkt feladatban szereplő zónaparaméterek becslésére új inverziós megközelítést javasolunk. Az evolúciós számítási eljárásokon alapuló metaheurisztikus inverziós eljárással a felszínközeli laza rétegek térfogatjellemzőit és a szondaválaszfüggvényekben szereplő mátrix- és fluidumjellemzőket közös inverziós eljárásban határozhatjuk meg. A zónaparaméterek inverziós eljárással történő előállításának előnye, hogy javítja az előremodellezés hatékonyságát (direkt feladat megoldását) és ez által az inverziós eljárással becsült modellparaméterek pontosságát. A genetikusan metaheurisztikus inverziós módszer többdimenziós kiterjesztésével megvalósítható a szomszédos fúrások adatrendszerének közös inverziós eljárásban történő feldolgozása, mellyel a közetfizikai jellemzők vízszintes és függőleges irányú változása a fúrások közötti térben is vizsgálható.

A zónaparaméterek inverzióin belül történő meghatározása a mérnökgeofizikai szondázás területén is egyedülálló, ugyanis a jelenleg alkalmazott pontonkénti inverziós módszerek e problémára nem kínálnak megoldást. Az új

metaalgoritmus az önkényesen felvett állandók helyett automatikusan számítja a zónaparamétereket. Korábban kimutattam, hogy a zónaparaméterek alkalmassági függvénye számos lokális maximumhellyel rendelkezik, ami szükségessé teszi a globális optimalizációs módszer alkalmazását. A GMI eljárás keretében genetikus algoritmust alkalmaztunk a zónaparaméterek állandó értékeinek meghatározására. A zónaparaméterek becslési hibáját az utolsó generációban becsült modellek (egyedek) megfelelő paraméterei szórásai átlagértékeként számítottuk. A zónaparaméterek aktuális értékét rögzítve a GMI eljárás belső ciklusában a térfogatjellemzők vertikális változását és becslési hibáját linearizált mélységpontenkénti inverzióval határoztuk meg. A tanulmányban bemutatott terepi példában a pontonkénti inverziós módszernél alkalmazott Gauss-féle legkisebb négyzetek módszere nem igényelt csillapítást, ami az inverziós eljárás stabilitását mutatja. A GMI eljárást kiterjesztettük kétdimenziós közetfizikai modell meghatározására is, melynek keretében több szomszédos fúrás szelvényadatát közösen dolgozzuk fel. Az állandó értékű zónaparamétereket genetikus algoritmus alkalmazásával számítottuk a mérnök-szondázás teljes mélységtartományára, míg a térfogatjellemzőket fúrásról fúrára linearizált pontonkénti inverziós eljárások sorozatával határozzuk meg. Az adattérbeli illeszkedést és a térfogatjellemző paraméterek megbízhatóságát szelvényyszerűen ábrázoltuk.

A GMI módszer továbbfejlesztését a jövőben az intervalluminverziós módszerrel való kombinálással tervezzük megvalósítani, ami nemcsak a víztároló formációk, hanem a szénhidrogén-tároló képződmények zónaparamétereinek meghatározására is lehetőséget nyújt. Különösen előnyös lehet az alkalmazása nem hagyományos tárolók vizsgálatában, ahol számos ismeretlen mellett nagyszámú zónaparaméteret is szükséges meghatározni (pl. a kero-gén, pórustartalom és számos ásványi összetevő fizikai jellemzőit). A mélységpontenkénti inverziós módszerrel becsült térfogatjellemző mennyiségek még pontosabb és megbízhatóbb becslésre használhatjuk az intervalluminverziós módszert, azonban ez az inverziós eljárás több számítási időt vesz igénybe. A globális inverziós módszer megvalósítására a párhuzamos számítási technika kiválóan alkalmazható, mellyel a futási idő jelentősen csökkenthető. A genetikus metaalgoritmikus inverziós eljárás ezenkívül széles körű felhasználást nyerhet a geofizikai inverz feladatok célfüggvényeiben szereplő paraméterek (csillapítási tényező, büntetőfüggvények és vektornormák) optimalizálásában.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott kutatást az Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta az K-135323 számú (OTKA-) projekt keretében. A szerző köszönetet mond Dobróka Mihály professzornak (Miskolci Egyetem), Drahos Dezső docensnek (Eötvös Loránd Tudományegyetem) és Stickel János ügyvezető igazgatónak (Elgoscár 2000 Kft.) a szakmai támogatásért.

A tanulmány szerzője

Szabó Norbert Péter

Hivatkozások

- Balázs L. (2015): Inversion of well logging measurements with a constant interval parameter. *Geosciences and Engineering* 4, 93–104.
- Dobróka M., Szabó N. P. (2011): Interval inversion of well-logging data for objective determination of textural parameters. *Acta Geophysica*, 59, 907–934.
- Dobróka M., Szabó N. P., Tóth J., Vass P. (2016): Interval inversion approach for an improved interpretation of well logs. *Geophysics*, 81, D163–D175.
- Drahos D. (2005): Inversion of engineering geophysical penetration sounding logs measured along a profile. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 40, 193–202.
- Holland J. H. (1975): *Adaptation in natural and artificial systems*. University of Michigan Press, 232 p.
- Houck C. R., Joines J., Kay M. (1995): A genetic algorithm for function optimization: a Matlab implementation. NCSU-IE technical report 95-09, North Carolina State University, 14 p.
- Menke W. (1984): *Geophysical Data Analysis: Discrete Inverse Theory*. Academic Press Inc., 289 p.
- Michalewicz Z. (1992): *Genetic algorithms + data structures = evolution programs*. Springer, 387 p.
- Narayan J. P., Yadav L. (2006): Application of adaptive processing technique for the inversion of open hole logs recorded in oil fields of Indian basins. In: SPG 6th International Conference & Exposition on Petroleum Geophysics “Kolkata 2006”, pp. 505–512.
- Nell C., Fawcett C., Hoos H. H., Leyton-Brown K. (2011): HAL: A framework for the automated analysis and design of high-performance algorithms. In: Coello-Coello C. A. (ed.), *Learning and Intelligent Optimization. Selected papers of 5th International Conference, LION 5*, pp. 600–615.
- Szabó N. P., Dobróka M. (2019): Series expansion-based genetic inversion of wireline logging data. *Mathematical Geosciences*, 51, 811–835.
- Vértessy L., Fancsik T., Fejes I., Gulyás Á., Hegedűs E., Kovács A. Cs., Kovács P., Kiss J., Madarasi A., Sörös L., Szabó Z., Tóth Z. (2004): *Geophysical survey at the Bátaapáti (Üveghuta) site. Annual Report of the Geological Institute of Hungary for 2003*, pp. 239–256.

Megjegyzések

Takács et al.: „Rugalmassági paraméterek AVO-inverzióval történő becslése a Moho környezetében – PGT-4 szeizmikus szelvény” c. dolgozatához

Magyar Geofizika, 62/1, 73–83.

KILÉNYI É.

Rendkívül érdekes, sőt izgalmas kérdést vet fel a cikk: mennyiben lehet alkalmazni a szénhidrogén-kutatásba bevezetett AVO-inverzió módszerét a litoszférakutatásban. De mielőtt az AVO-feldolgozás eredményeit értékelnénk, nézzük meg a hagyományos migrált időszelvényt!

Tekintettel arra, hogy a szelvény mentén a medence-aljzat alakulása is igen változatos – a két fiatal süllyedék között egy kiemelkedett kristályos tömb –, amit nem lehet a mélybeni jelek értelmezésénél figyelmen kívül hagyni. A délnyugati szelvényvégen határozott reflexiócsomaggal megjelenő Moho hirtelen megszakadása gyanúsán egybeesik a kristályos tömb szélével, és alatta teljes energiahiány tapasztalható egészen az ábrázolt 13,5 sec mélységig. Ettől a ponttól ÉK felé haladva a reflektált energia szóródik. A függőleges sávban megjelenő erős migrációs zaj kifejezetten a hasznos energia hiányára utal. A Moho-reflexió bejelölésétől tartózkodnak is a szerzők – teljes joggal –, bár emlékeim szerint korábbi publikációikban a Moho erős megemelkedését jelölték a szelvény ÉK-i végén. Az ÉK-i dőlésű, tektonikai síkokként értelmezett jelek a 2020. évi feldolgozásban lényegesen jobban kivehetők, mint a közölt 1992. évi feldolgozásban. Ezeket meglepő módon „...a földkéreg K-i irányú megnyúlásának eredményeként” kialakult vetősorozatként értelmezik, és a szeizmikus szelvényben egyáltalán nem látszó ívelt alakkal is (9a. ábra) normálvetőre szándékoznak utalni.

De vegyük szemügyre az izgalmas újdonságot, az AVO-inverzióval kapott V_p/V_s attribútumszelvényt (9b. ábra)! A színmagyarázat szerint a meleg színek a képlékenyebb, a hideg színek a ridegebb tömegeket jelölik. A szelvény elején egyértelműen jelentkező Moho-reflexió a csökkent szilárdságú „réteg” alsó határához kötődik. Ha konzekvensek akarunk lenni, és ezt a jelenséget követjük, akkor a Moho-felületet mint az egymásra torlódott képlékeny

kőzetösszletek (granitizációs zóna?) alsó, meg-megszakadó határfelületét kell értelmeznünk, és a 9a. ábraként közölt amplitúdóburkoló szelvény, sőt a migrált időszelvény (4. ábra) is utal ennek lefelé hajlására, szemben az értelmezés szaggatott sárga vonalának enyhe emelkedésével a 9b. ábrán.

A Moho-határfelület fizikai értelmezése a következő nagy kérdés. Mint erős reflektáló felület, de főleg a régi refrakciós mérések alapján megismert, jelentős sebességugrással jelentkező refraktáló határfelület, nehezen képzelhető el mint egy, a 2. ábrán bemutatott, kb. 1,3 km vastag átmeneti nyírási szilárdságú zóna közepén húzódó határfelület. A 10. ábrán Molnár (1988) cikkéből idézett szilárdság–mélység görbe óvatosan szaggatott vonallal és kérdőjellel jelzi a Mohót, kapcsolva jelentős, ugrásszerű szilárdság növekedéshez.

Sajnos a 9b. ábra léptéke nem azonos az előző, hagyományos feldolgozású szelvényekkel, így egykönnyen nem lehet ezeket összevetni (ez természetesen nem a szerzők hibája, nem úgy, mint a 6. ábrán a t_{PS} hullám Transmitted P-wave felirata). De a V_p/V_s szelvény önmagában értelmet ad a szelvény végén megjelent zavart, szórt reflektált energiának és egy, az eddigi értelmezéssel ellentétes szerkezeti képet sugall. Szerintem ez a kép nincs ellentmondásban a migrált időszelvényvel, mindkettő erős kompressziós hatásokra utal.

Hogy azután ez a kép hogyan egyeztethető össze a reológiai ismeretekkel, hogyan képzelhető el a medence-fejlődés során a részmedencék kialakulása, ez egy további nehéz kérdés, amihez nem tudok hozzászólni. De egyetlen szelvénytől nem is várható el ilyen kérdések megoldása!

A tanulmány szerzője

Kilényi Éva

Megemlékezés Rybár Istvánról halálának 50. évfordulóján

SZABÓ Z.



1. ábra. Rybár István (1886 – 1971)

A Rybár család a felvidéki Zólyom vármegyéből származik, de már id. Rybár István a későbbi főiskolai tanár a Pesti Egyetemen szerezte meg tanári oklevelét. Történetünk hőse, az ifjabb István, 1886-ban már Budapesten született, és a Barcsay utcai Főgimnáziumban érettségizett. Az érettségit követően beiratkozott a Budapesti Tudományegyetemre. Fizika-matematikai tanári oklevelét 1909-ben nyerte el. Eötvös Loránd korán felfigyelt a tehetséges fiatalemberre. 1908-ban, még hallgató korában, felajánlotta, hogy vegyen részt az Arad–Szeged–Szabadka környéki torziós ingás és földmágneses mérésekben. Rybár István az alábbiak szerint emlékezik a nem mindennapi eseményre: „A felhívás váratlanul ért, de nekem annál na-

gyobb örömet okozott, és boldog voltam, hogy a környezetébe kerülök, és mint kezdő és tanuló az ő munkájában részt vehetek.”

A doktori cím megszerzése motiválta mikor az 1909/1910-es tanévben a Göttingeni Egyetemen folytatott fénytani tanulmányokat. Hazatérése után, 1910 nyarán megint terepen találjuk. 1911-ben doktorál Budapesten, fizikából, matematikából és csillagászatból Eötvös Loránd, Fröhlich Izidor, Beke Manó és Kövesligethy Radó bizottsági tagok előtt. Magántanárrá 1915-ben habilitálták.

A fénytani vizsgálatok befejeztével egyre intenzívebben vesz részt Eötvös elméleti és kísérleti kutatásaiban. A közös munka során egyre bizalmasabb kapcsolat alakul ki mester és tanítvány között.

Eötvös egyre súlyosbodó betegsége idején, 1917 szeptemberétől Rybár István átvette főnökének kísérleti fizikai előadásait és kari megbízás alapján helyettes tanárként intézte a tanszék ügyeit. „Mind e tennivalók pontos és tudományos képzettségről tanúskodó elintézéséért nevezettnek nagy köszönettel tartozom” – írta Eötvös 1917. december 22-én kelt bizonyítványában, melynek minden bizonnyal nagy szerepe volt abban, hogy Rybár Istvánt 1918-ban az Akadémia levelező tagjává választották. 1931-ben lett az Akadémia rendes tagja. A sors iróniája, hogy az Akadémia 1949. évi átszervezése során, sok más társához hasonlóan, tőle is megvonják a tagsági címet, amelyet csak 1989-ben kap vissza.

1921-ben, a politika okozta zűrzavar után végül egy másik Eötvös tanítvány, Tangl Károly műegyetemi professzor kapott megbízást az I. Fizikai Intézet vezetésére. Rybár István pedig 1921-ben helyettes tanárként, majd 1922-ben, Klupathy nyugdíjazása után, rendes tanárként, a II. Fizikai Intézet vezetője lett. 1940-ben, Tangl halála után, nevezték ki az egykor Eötvös által vezetett I. Fizikai Intézet vezetőjévé. Rybár helyére pedig a később ugyancsak Nobel-díjas Békésy György került.

A II. világháború után, 1946-ban, Békésy hivatalos engedéllyel Stockholmba távozik, majd a következő tanévet a Harvardon tölti, további hosszabbításra azonban nem kap engedélyt, ezért végleg elhagyta az országot. Cornides István, Békésy tanársegédjének visszaemlékezése szerint ekkor felajánlották Rybárnak, aki 1946 óta már helyettesítette Békésyt II. Fizikai Intézet élén, hogy bizonyos „ellenszolgáltatások” fejében legyen az I. és II. Fizikai In-

tézet közös vezetője. Rybár István erre nem volt hajlandó, ezért 1949-ben nyugdíjazták. Nem sokáig maradt azonban tétlenül, hamarosan az ELGI kutatójaként folytatta műszerfejlesztési tevékenységét, egészen 1961 végén történt, most már végleges nyugdíjazásáig.

A sorozatgyártással párhuzamosan a volt Eötvös-tanítványok, Pekár Dezső, az akkor már önállósodott Geofizikai Intézetben, Rybár István pedig a II. vagy Gyakorlat Fizikai Intézet keretében folytatták mesterük műszerének tökéletesítését. Mindketten felismerték az Eötvös-ingában rejlő gazdasági jelentőséget és egymás versenytársaként nekiláttak az inga továbbfejlesztésének.

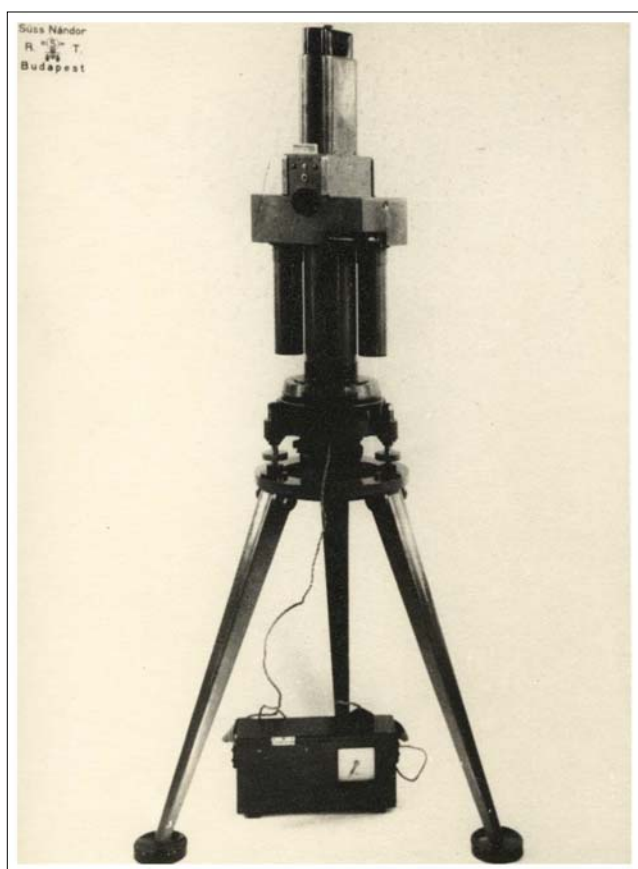
Két eltérő fejlesztési irányzat alakult ki: Rybár István, a méretek csökkentése mellett az észlelések automatizálását igyekezett megoldani. Az általa a 20-as évek közepén kifejlesztett AUTERBAL (Automatic Eötvös–Rybár Balance) GR-5 típusú ingáknál (2. ábra) a 40 percre csökkent észlelési idő mellett a legjelentősebb változás a műszer forgatásának rugós óraszerkezettel történő megoldása és a műszer leolvasási értékeinek fotografikus rögzítése volt. Az észlelés automatizálása szükségtelemmé tette az észlelő állandó jelenlétét, így lehetővé vált, hogy egy észlelő két ingával párhuzamosan végezzen méréseket. Hátránya azonban, hogy terepi körülménye között a kényes óraszerkezet folyamatos műszaki készenlétet igényel. Rybár Istvánnak kiemelkedő szerepe volt a „műszer lelkének”, a torziószálak anyagának és paramétereinek meg-

választásában, a megfelelő preparálási eljárás kidolgozásában. 1921–23 között a legkülönbözőbb anyagból, tiszta fémből és azok ötvözetéből készült drótok szakítási szilárdságát és torziós nyomatékát vizsgálta. Megállapította, hogy a wolfram és annak molibdén ötvözetéből készült szálak szakítási szilárdság torzió modulus viszonya közel háromszorosa a platinairídium szálakénál. Olvadási hőmérsékletük is jóval magasabb, ennek következtében rugalmas tulajdonságaik is állandóbbak a terepi észlelések alkalmából előforduló hőmérsékleti intervallumban. Ezeknek a látszólag egyszerű kérdéseknek megoldása több éves következetes és kitartó kísérletező laboratóriumi munkát igényelt. Bevezette az effektív érzékenység fogalmát, ezzel világossá téve, hogy változatlan érzékenység mellett, az inga méreteit és mérési idejét csak az optikai leolvasó rendszer felbontóképeségének egyidejű javításával lehet csökkenteni. Ez utóbbi érdekében megépítette ingájának kettős tükrözésű változatát.

Pekárnál a műszer egyszerűségének megőrzése volt a fejlesztés középpontjában. Ragaszkodott a vizuális leolvasáshoz és a manuális azimut állításhoz. A műszer egyszerűségének megőrzése kétségtelen előnyökkel járt, egyrészt olcsóbb volt a műszer előállítása, másrészt az észlelő addig folytathatta az észleléseket, amíg megfelelő eredményre jutott, ellentétben a fotografikus észlelésű ingákkal, melyeknél csak a fotólemez előhívása után derült ki a mérés jósága. A vizuális észlelés hátránya viszont, hogy folyamatos észlelői jelenlétet igényelt. Természetesen a műszer súlyának és az észlelési időnek csökkentése nála is szerepelt a célok között. A Pekár-féle ingák hivatalos típusjelzése Small Original Eötvös G-2 volt, de magyar szakmai körökben Eötvös–Pekár-ingaként szerepeltek. A típusnak három változata volt, melyek lényegében csak a torziós szál hosszában különböztek egymástól. Az 1926-ban gyártásra kerülő ingában a szál hossza 50 cm, az 1928-as típusé 40 cm, míg az 1930-as ingáé 30 cm volt.

A két vetélytárs versengésének érdekessége, hogy mindketten az egyetem Trefort kerti D épületében dolgoztak, és mindkettőjük műszereit a Süss Nándor Precíziós Mechanikai és Optikai Intézetben gyártották. Visszatekintve megállapíthatjuk, hogy kettejük versengése, az elkerülhetetlen konfliktusok ellenére, hasznára vált a magyar műszergyártásnak.

Rybár István, több ízben kapott külföldi ajánlatot. 1930-ban több hónapot töltött az amerikai kőolajkutatás központjában, Houstonban, ahol előadásokat tartott az Eötvös-inga alkalmazásáról a nyersanyagkutatásban. 1922-ben a Standard Oil Co. ajánlott neki jövedelmező állást. 1928-ban majd 1931-ben James C. Templeton az International Geophysical Prospecting Co. egyik alapítója és társtulajdonosa, aki még, mint az Anglo-Persian Oil Company Ltd. geológusa, 1923-ban Magyarországon sajátította el az Eötvös-ingával kapcsolatos tudnivalókat, kínált neki tanácsadói beosztást. Rybár István azonban elhárította az ajánlatokat és továbbra is itthon tevékenkedett mestere ingájának tökéletesítésén. Nevéhez 6 magyar szabadalom fűződik, melyek közül hármat az Egye-



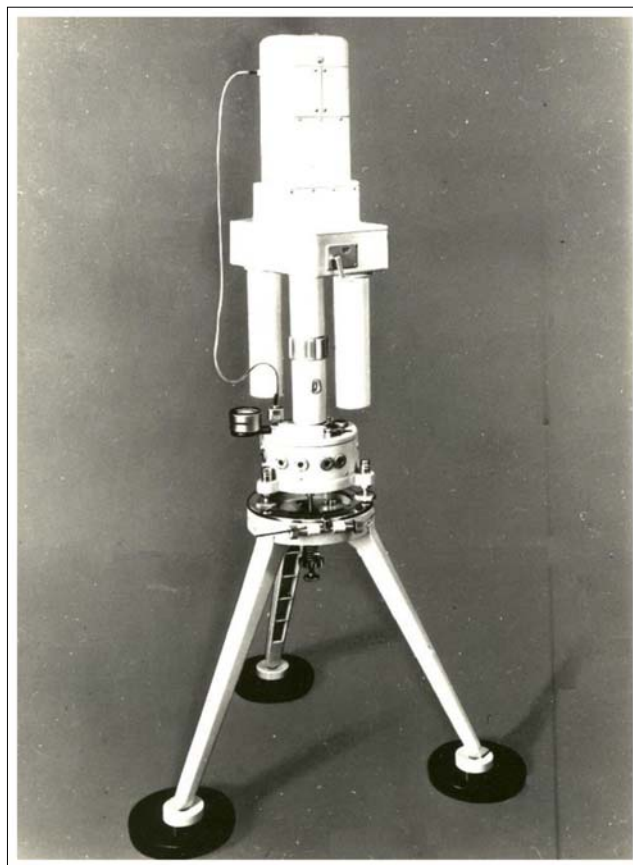
2. ábra. Az AUTERBAL (Automatic Eötvös–Rybár Balance) inga, 1928

sült Államokban, egyet pedig az Egyesült Királyságban is bejegyezték.

A két világháború között a világ kb 30 országában alkalmaztak magyar gyártmányú Eötvös-ingát a kőolajkutatásban. Jakosky szerint a 30-as évek elején több mint 125 inga dolgozott az Egyesült Államok területén és 1938. elejéig – csak a Gulf Coaston – 79 olajmezőt fedeztek fel Eötvös-inga mérés alapján. Az első magyarországi szénhidrogén-mező – a budafapusztai – megtalálása is AUTERBAL típusú Eötvös-inga mérésekhez kapcsolódott.

Az 1930-as évek második felében, elsősorban az Egyesült Államokban megjelenő korszerű graviméterek fokozatosan kiszorították a torziós ingát a terepi kutatásokból. Kereslet híján az ingák gyártása is megszűnt. A második világháborút követő kelet–nyugati szembenállás következtében kialakuló hidegháború során a nyugati hatalmak embargót hirdettek a stratégiai fontosságú ipari termékekre. Ebbe a kategóriába sorolták a kőolajkutatáshoz szükséges eszközöket, köztük a gravimétereket is. Ennek következtében a szocialista országok részéről felmerült az ötlet, hogy Magyarország kezdjen újra torziós ingát gyártani. Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) felkarolta az ötletet. 1953 januárjában, a szintén Eötvös-tanítvány, Renner János igazgató vezetésével Rybár István és Banai Gyula – aki közel két évtizedes terepi mérési tapasztalattal rendelkezett – összeültek, és megállapodtak abban, hogy az új ingát automatikusan forgató és fotografikusan regisztráló szerkezettel építik meg. Meghatározták a lengőszerkezet alapvető paramétereit. Elhatározták, hogy a műszer arretálásánál az AUTERBAL ingáknál alkalmazott megoldást alkalmazzák. A hőmérsékleti hatás csökkentése érdekében az ingát négyszeres burkolattal készítik. Megállapították, hogy a kitűzött 2,5–3,0 E/skálárész érzékenység 40 perces csillapodási idejű ingával érhető el.

A szerkesztők az Eötvös–Pekár-inga lengőjének méreteiből és az Auterbal inga automatikus szerkezetéből indultak ki. Banai hosszú terepi gyakorlata alapján jól ismerte a fotografikus és automatikus rendszer gyenge pontjait, ezért az új műszer szerkesztésénél üzembiztosabb megoldásokra törekedett. A műszer prototípusa az ELGI finommechanikai műhelyében készült Herbály Imre szerkesztői közreműködésével. Az inga 1954. végére készült el, ezért kapta az E-54 típusmegjelölést (3. ábra). Ennél a típusnál alkalmazták először a skála és a fonálkereszt egyidejű fényképezését, ami nagymértékben megkönnyítette a mérések kiértékelését. A fotólemezekre ráfényképezték a műszer gyári számát és egy állítható szerkezet segítségével az állomászámot is. Ez a lépés megbízhatóbbá tette a mérések feldolgozását, mert, amennyiben az észlelő nem felejtette el az állomászám beállítását, nem fordulhatott elő a lemezek felcserélődése. Az inga kipróbálására Tihanyban került sor, és a szerkesztők „az ingát az eddigi, összes létező ingáknál jobbnak találták.” A sorozatgyártást Finommechanikai és Orvosi Készülékeket gyártó kisipari termelőszövetkezet



3. ábra. Az 1958-a vilákiállításán nagydíjjal kitüntetett E-54 típusjelzésű inga

(FOK) vállalta, itt dolgoztak ugyanis azok a volt Süss gyári szakemberek, akik a két világháború között már részt vettek a korábbi ingatípusok gyártásában. A torziós szálak készítése és a műszerek hitelesítése – a hagyományoknak megfelelően – az ELGI Eötvös-inga-laboratóriumában történt. A típusból 1956–60 között 109 db készült, 2 kivételével valamennyit exportáltak. Az inga az 1958-es brüsszeli vilákiállításán Grand Prix kitüntetésben részesült.

1959-ben, a sorozatgyártással párhuzamosan kísérletek kezdődtek az észlelési idő csökkentése céljából, ha más-hogy nem, akár az érzékenység rovására is. A próbálkozások 1960-ban sikerre vezettek és megszületett az E-60 típusjelű, 20 perces csillapodási idejű inga, mely külső megjelenésében nem, csak a torziós szál és a csillapítás tekintetében különbözik elődjétől. Ebből a típusból 1961–65 között 73 db készült, 3 db kivételével valamennyi exportra került. Az előzetes várakozásoknak megfelelően mindkét műszer beváltotta a hozzájuk fűzött reményeket. Tekintettel arra, hogy e két típusból több készült, mint a háború előtti típusokból együttvéve, méltán nevezhetjük ezt az időszakot az Eötvös-inga második aranykorának.

Az inga utóéletéhez tartozik, hogy 1956–57-ben a Geofizikai Mérőműszerek Gyárában Szecsődy Miklós – szintén régi Eötvös munkatárs – és Vargha Sándor műszaki konstruktor megpróbálták ötvözni a Pekár-féle vizuális ingát a Rybár-féle automatizált ingával oly módon, hogy

egy 15 perces félautomata ingát szerkesztettek, amely viszont mérés közben megkövetelte az észlelő állandó jelenlétét. Emiatt Szecsődy-féle inga nem került sorozatgyártásba.

Rybár István a Magyar Geofizikusok Egyesületének alapító és tiszteleti tagja volt. 1957-ben elsőként kapta meg az Egyesület legrangosabb kitüntetését, az Eötvös Loránd-émlékérmet. Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen róla elnevezett előadóterem őrzi emlékét.

Rybár Istvánnak elévülhetetlen érdemei vannak az Eötvös-inga továbbfejlesztésében. Nyugodt, derűs, opti-

mizmust sugárzó lénye elevenen él mindazok emlékeztében, akik ismerték. Szakmai ismereteit sohasem titkolta, tudását, tapasztalatait természetes közvetlenséggel osztotta meg munkatársaival. Szerette és megbecsülte az élet apró örömeit is, sokszor és szívesen mesélt Eötvös Loránd mellett töltött fiatalkori emlékeiről. Emlékét szeretettel és tisztelettel őrzi még élő munkatársai és tanítványai.

A cikk szerzője

Szabó Zoltán

A Kínai–Magyar Kőolajkutató Expedíció első fél éve, 1956. július – 1956. december 31.

Szabó Zoltán levelei alapján*

SZABÓ Z.

Bevezetés, ill. magyarázat az „újszülöttek” számára

Az expedíció vezetője: Gálfi János (1956–57. június), Nagy Sándor (1957. július–1959)

Expedíció vezető helyettes, főgeológus: Szurovy Géza

Főgeofizikus: Ádám Oszkár

Főkiértékelő: Posgay Károly (1957–59)

Központi emberek: Reich Lajos (geológus), dr. Szentesi Endre (orvos 1956–57), Petrik Iván (tolmács), Gellert Ferencné (rajzoló), Proch Zoltán (rádiós 1956–57), Gere Gyula (rádiós 1957–59), Herbály Imre (finommechanikus), Gál Elemér (autószerelő), György Elemér (autószerelő), Hincz Károly (autószerelő), angol tolmácsok: Lu Lin-sen (Charlie), Li (Picili)

Csoportok

Eötvös-inga csoport

Csoportvezető: Szilárd József (1956–57), Komáromy István (1957–59)

Csoporttagok: Banai Gyula (1956), Németh Károly, Szabó Zoltán, Honfi Ferenc (1956–57), Ihász János (észlelő), Kiss Lajos (észlelő), angol tolmács: Koo Tachi (Tommy Koo)

Tellurikus csoport

Csoportvezető: Takács Ernő 1956–59

Csoporttagok: Béldi Ferenc, Bognár János (1956–57), Hartner Mihály, Ruzsa Béla, Wallner Ákos (1957–59)

Szeizmikus csoport

Csoportvezető: Pálos Miklós (1956), Annau Edgár (1957–59)

Csoporttagok: Asztalos Dezső, Ujfalussy Antal, Mihály Károly, Pacsirszy László (észlelő), Horváth Árpád (észlelő, 1956–57), Grimm Lajos (kitűző, 1956–57), Bíró József (lőmester), Máté László (lőmester), Kaszás János (fűrőmester), Sziráki József (fűrőmester), német tolmács: Gu Ko-fu

Szeizmikus csoport

Csoportvezető: Sedy Loránd (1956–59)

Csoporttagok: Gellert Ferenc, Lendvai Károly, Kilényi Éva (1957–59), Sedy Lorándné (számoló), Petőcz Viktor (ész-

lelő), Cserőka Antal (lőmester 1956–57), Petrovics Lajos (lőmester), Lakatos Lajos (fűrőmester) Rumpf Pál (fűrőmester), francia tolmács: Viktor

Induló létszám: 46 (maximális létszám 1957-ben: 48)

Ha a nevek mellett zárójelben nem áll a beosztása, akkor az illető diplomás, aki több funkciót is ellátott. A tellurikus csoport tagjait a Soproni Egyetem oktatói-kutatói ill. a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) Geofizikai Kutatólaboratóriumának tagjai közül választották ki. Néhány diplomást (Asztalos Dezső, Németh Károly, Ujfalussy Antal) az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT) Geofizikai Kutatási Üzemétől, fűrőmestereket és lőmestereket az OKGT termelő üzemétől kölcsönzött az expedíció. Az expedíció tagjainak túlnyomó többségét az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) állította ki.

I. rész: Peking (Beijing) – Sian (Xian)¹

1956. július 6.

1. levél

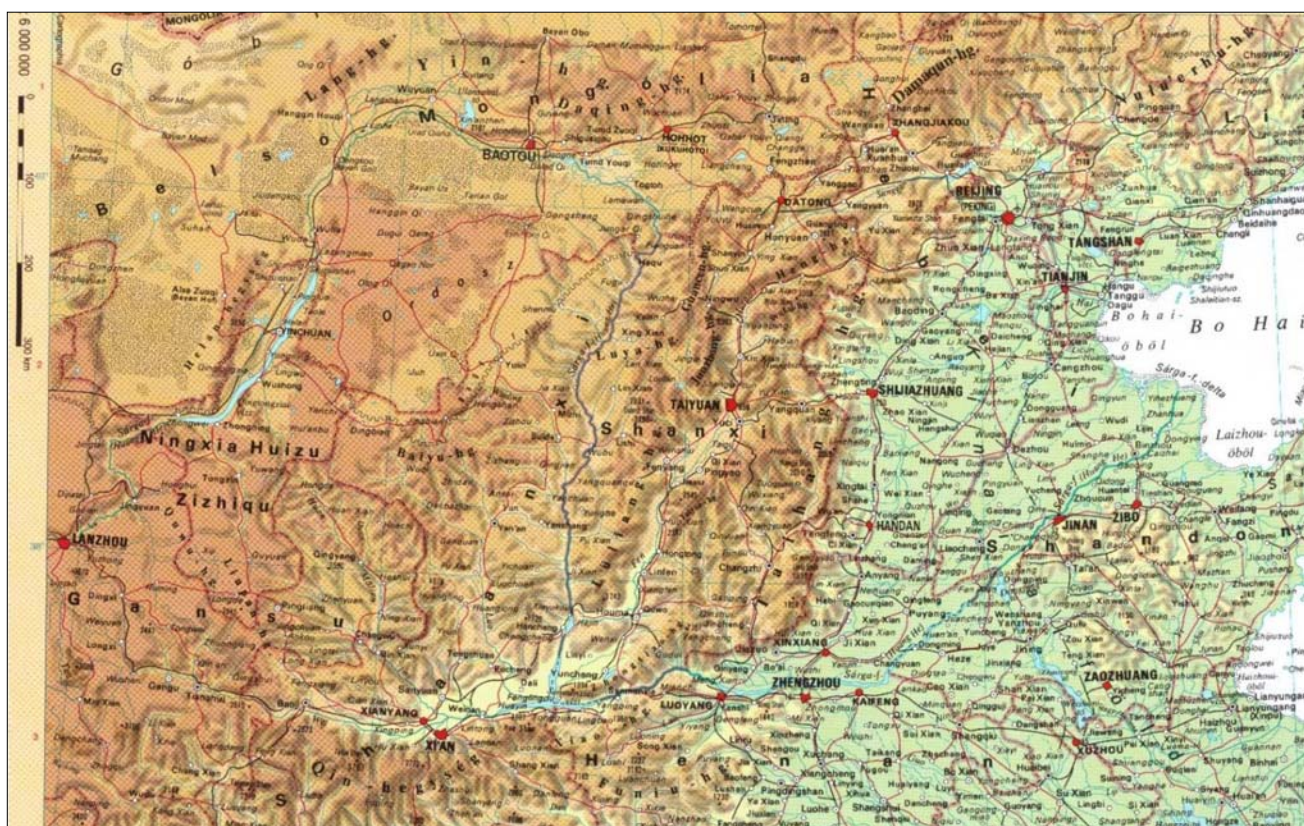
...

Olyan sok mondanivalóm van, hogy nem is tudom hol kezdem. Most itt reggel 9 óra van, nálatok még csak hajnali 3. Na de kezdem ott, ahol elváltunk. A gépben volt bőségesen hely, mert a 21 helyre mindössze 12-en voltunk. Én a felétek eső oldalán az utolsó előtti ablaknál ültem, majd később áttelepedtem a másik oldalra a leghátsó ablakhoz, ott a legjobb a kilátás. Mikor felemelkedtünk a levegőbe jól láttunk titeket, de persze elég kicsinek. A gép 800–100 m magasan repült; kezdetben érdekes volt, de később egyhangúvá vált. A Kárpátok felett nagyon szép volt a kilátás; itt kaptuk az első lökéseket. A társaság gyerek- és nőtagjai meglehetősen rosszul lettek. Horváth Árpád fia, Kiss Lajos ölénél ülve, csak úgy ontotta magából a sok csokoládét, amit a reptéren összevevett, ennek láttára Lajos is öklendezni kezdett, de ennél tovább nem is jutott. Nekem szerencsére semmi bajom sem volt az egész úton.

Első állomásunk Lemberg. Nagyon szép neobarokk állomásépülete van. Itt volt az útlelvizsgálat, ki kellett tölteni egy meglehetősen komplikált orosz nyelvű kérdőívet. A csomagok számához beírtam az életkoromat, a nő nagyon csodálkozott, hogy 24 csomagom van. Lembergben ebédeltünk

¹ A térképen való azonosítás megkönnyítése érdekében a mi általunk használt helységnevek mellé zárójelben beírtuk a térképen használt, hivatalos átírás szerinti helységneveket.

* A leveleket menyasszonyának, Kilényi Évának írta.



1. ábra. Az expedíció első évének működési területe

sardíniát és sült disznóhúst, meg persze teát, megállapítottam, hogy nagyon jó teát tudnak főzni. A következő állomás Kiev volt, meglehetősen ronda állomás épülettel. Az Állomásokra egyébként jellemző a túlszűfolttság: rengeteg faragott bútort és szőnyeg és nagyon „elegáns” teríték. Az állomásépületek előtt általában Lenin szobor áll. A repülőn is lehet enni cukorkát, csokoládét, teát, kekszet. A repülőútra vonatkozólag tanácsok: kompakt étellel jól lehet lakni, kerülni kell a tejes és az émeiyítő ételeket. A gyerekek Lembergben kakaót ittak, alig hogy felszálltunk, kiadták. A gépen a lehető legvízintesebb helyzetet kell elfoglalni, úgy kevésbé kap az ember hányingert. A kisgyerekek részére bölcsőt kell kérni, ez egy felakasztható hálószerűség. Ezeket közöld Ujfalussyékkal, ha elmész hozzájuk.

Este fél 9-kor értünk Moszkvába. A kutya sem várt bennünket. Az állomásépület, olyan mint egy harmadosztályú pályaudvar. Itt végre sikerült pénzt szereznünk. Az 50 rubeles akkora, mint egy lepedő. Vacsorára megint sardíniát, bécsi szeletet és teát fogyasztottunk. Végül rettentő részegességre szántuk el magunkat: négyen megittunk 1 dl vodkát! Pontosan olyan az íze, mint a vízzel 50 fokra hígított tiszta alkoholnak és ráadásul roppant drága: 1 dl 7 rubel, egy bécsi (nem nagy) 8,50, egy citrom 4,50. Láthatod, hogy nem sokkal többet ér a forintnál. Innen küldtem lapot, sajnos képeslapot nem kaptunk, mert már bezártak és a postán csak ilyenek voltak, de igyekeztem kiválasztani a legszebbet. A reptéről kb. 500 m-re van egy szálloda, ott megmosakodtunk. A szálloda közelében új házakat építettek, kb. olyanokat, mint otthon.

Ottani idő szerint fél kettőkor indultunk tovább. Kazanyban szálltunk le fél négy felé. Nagyon hideg volt, úgy hogy nem sokat tartózkodtunk a levegőn. Következett Szverdlovsk: itt reggeliztünk sardíniát, sült csirkét, tortát, teát. A csirkének nem tudtuk az orosz nevét, nekem aztán eszembe jutott, hogy „kurica”, de Lajos a biztonság kedvéért még kukorékolat is hozzá. Itt láttunk egy TU-104 sugárhajtású gépet, nagyon impozáns!

Omszk: nagy hőség fogadott; még nincs kész az állomásépület. A város nagyon furcsa, olyan mint egy MÁV telep nálunk. Novoszibirsk: itt is nagy a hőség. Itt ebédeltünk: sajt, vaj, kaviár, káposztaleves, sült kacska, gyümölcszörp, tea. A kaviár nem ízlett, nagyon sós. Még elfelejtettem említeni, hogy Moszkvában Lajos ivott feketét, kb. 3 dl-t hoztak a cikóriából főzött lötytyből. Novoszibirskben majdnem lemaradtam a gépről a lapküldés miatt. Itt mindig úgy fizettünk, hogy nagy pénzt adtunk, a postás kisasszony pedig nem tudta, hogy mennyi bélyeget adjon: vagy háromszor visszakérte és kicserélte, a végén ott hagytam neki a lapokat, hogy küldje el. Itt gépet cseréltünk. Az új gép úgy látszik már régen kint állt a napon, mert legalább 50°C volt benne, rettentően izzadtunk.

Krasznojarszk: elég tűrhető állomásépület, előtte az elmaradt Lenin szoborral. Irkutsk: ide hazai időszámítás szerint fél kilenckor este érkeztünk, de itt már éjjel fél egy volt. Vacsorát nem kaptunk, mert 12 km-t kellett volna gyalogni érte. Ezzel szemben jót tussoltunk és kb. 3 órát aludtunk jó kényelmes ágyban. Otthoni idő szerint hajnali 1 óra körül indultunk tovább, itt azonban már szépen sütött a nap.

A Bajkál-tó fölött repültünk nagyon szép hegyekkel körülvéve, egyesek tetején még hó is volt. Még nem említettem, hogy a Dnyepert, a Volgát, az Irtiszt és az Obot is láttuk: nagy és kanyargós folyók, nagyon sok mellékággal. A Bajkál-tótól nem messze láttunk valódi homoksivatagot dűnékkel, pontosan olyan, mint ahogy fényképen látni.

Moszkvától kezdve tele gépen utaztunk, útítársaink kínaiak, japánok és egy mongol nő. A japánok valahonnan északról jöttek a SAS-al, ahogy nylon táskáikról kitűnt. Az egyiknek volt egy Konika gépe. Ezek egész úton fényképeztek, a kutya sem törődött velük. Egyébként sehol sem volt vámvizsgálat, csak otthon. Ulan Bator előtt nem sokkal meg láttam az első tevéket, egy kör alakú jurta körül legelésztek. Itt-ott juhnyájak legelésztek egy-egy lovas mongol őrzete mellett, ez is olyan, amilyennek elképzeltem. Az ulan-batori repülőtér nagyon szép kecses építmény: maga a tér nincs kikövezve, olyan mint egy nagy száraz legelő, a fű mindössze 1-2 cm magas, rengeteg a szöcske. Reggelre 2 tojást, sajtot és vadászkolbász-félét kaptunk, persze teával. A sajt rettentő pikáns ízű volt. A repteret kopár hegyek veszik körül. Ulan Bator után kezdődött a Góbi. Kezdetben gyér növényzet bokrokkal, itt még lehetett látni egy-egy magányos jurtát tevékkel és juhokkal és egy-egy falut, mely 8-10 jurtából áll. Beljebb egyre kopárabb, egyhangúbb lett a táj, nem valami biztató. Itt-ott látni egy-egy karavánutat, melyek cérnaszálakhoz hasonlóan szelik át a sivatagot. Láttunk egy csordát, mely a géptől megriadt és szélesebben szanaszéjjel futott (valószínűleg vadszamarak voltak). Az útnak ez az utolsó szakasza megint rossz volt, kb. 4,5 óra hosszat tartott. Láttuk a kínai Nagy Falat is, de persze igen kicsinek. 7³⁵-kor megláttuk a Hoang-ho-t (Huang-he), sötét okkersárga színe van. Még azt szeretném megemlíteni, hogy általában a felhők fölött repültünk. A bárányfelhők úgy úsztak alattunk, mint egy-egy vattacsomó. Otthoni idő szerint csütörtökön reggel 7⁴³-kor érkezünk meg Pekingbe. Itt már délután volt. Az állomáson vártak minket: Gálfi és Horváth Árpád egy csomó kínaival. A kínai leányzóktól rengeteg virágot kaptunk. Az állomáson fogadott bennünket a kínai nagyfőnök is, valamilyen tartományfőnök. A Hotel Pekingben nem kaptunk szállást, mert valamilyen országgyűlés van. A városon kívül lakunk egy európai szálloda negyedben. Egyemeletes pavilonok vannak egy parkban elszórva. Itt biztos megtanulok angolul, mert magam lakom egy pavilonban és a főpincér csak angolul tud. Rengeteg újdonság van még, de ezekről majd legközelebb. Délután megyünk majd várost nézni. Bevezetésül csak annyit, hogy mindent kapni és olcsón, de persze csak nekünk olcsó, mert pl. egy tolmács havi keresete 20 yuan.

...

1956. július 11.

2. levél

...

Megérkezésünk után a Nord Hotelben kaptunk szállást, de lehet, hogy néhány nap múlva bemegyünk lakni a Hotel Pekingbe. Az nagyon elegáns hely, de a város legforgalmasabb helyén van és nincs kertje. Itt a szobám kb. 3x3,5 m-es, van benne egy ágy (nagyon jó), két szék, egy fotel, egy íróasztal,

szekrény, könyvespolc, éjjeliszekrény és két kis asztalka, meg egy ventilátor. Nagyon szép, világos. Az ablakon szűnyogháló, a hőmérséklet a szobában mióta itt vagyok állandóan 26 C fok. Az ablakot állandóan nyitva tartom, az időjárás jó, elég meleg van, kb. 30-32 C fok, de nem párás. A szobához tartozik még egy kb. másfél literes termosiz, amelybe minden reggel hoznak forró vizet a teához. Teát általában mindenhol isznak, a hivatalban is van mindig egy hatalmas kannával. Természetesen cukor nélkül isszák, már nagyon megszerettem így is. Naponta kb. 2-2,5 litert iszom belőle. Itthon leszűröm és a ventilátor elé teszem, hogy kihűljön. Van tussoló és fürdő is, naponta háromszor tussolok. A hotelben állandó kocsis használati jogunk van. A legmodernebb kocsik (Ford, és különböző márkájú angol kocsik) állnak rendelkezésünkre: csak szól az ember a portán, ha be akar menni a városba és maximum 5 perc múlva a kocsis előáll.

Csak most döbbenek rá, hogy milyen sok írni valóm van, egy egész füzetet tele tudnék írni! A kínaiak nagyon kedvesek, becsületesek és tiszták! Ha az ember bejön az épületbe, a pincér feláll és úgy üdvözl, egy szóval igazi úriemberek vagyunk! Van viszont egy rettenetes szokásuk, folyton köpködnek. A város olyan mint egy hatalmas Teleki tér, de nagyon tiszta, még egy eldobott csikket sem találni, a bagósok mindig jajgatnak, mert nem tudják hová dobni a csikket. Pénteken bementünk a városba és körülnéztünk a Vanfutyin nevezetű utcában (mi egyszerűen Váci utcának nevezzük). Be-



2. ábra. Peking Váci utcája, a Vanfutyin. A képen felismerhető az előtérben Herbály Imre Öcsi nevű fia, valamint a tömegben Horváth Árpád és felesége, Nusi

mentünk a Nagyaruházba. Itt az égvilágon mindent lehet kapni! Amit hazulról hoztam az mind felesleges. Most felsorolok néhány árat, ezt nem kell híresztelni, mert akkor mindenki ki akar jönni. Szövetet a legkitűnőbb minőségben, az ember el sem tudja képzelni, hogy ezt el is lehet szakítani, 20-32 yuan métere. Zsebkendő 30-46 fen, frottír fürdőköpeny 14 yuan, bőrkabát 120 yuan, bőrmellény selyem bélésel egészen prima bőrből 56 yuan, ing selyem métere 2,40 yuan, (shantungot még eddig nem láttam) perzsa bunda 1170 yuan. Csudaszép szürkemókus bélés 300 yuan. Lakk teáskészlet 45 yuan 6 személyes, ugyancsak 6 személyes porcelán készlet (süteményes és teás) 100 yuan, szandál 15-20 yuan. Minden elképzelést felülmúló gyapjú takarók, fonalak

és pulóverek! Az iparcikkek ára egyébként megfelel a hazainak, de persze 1/6-a, de a yuan vásárlóértéke legalább 15-20 szorosa a forintnak. Potom pénzért gyönyörű elefántcsont faragványok, gyöngyök, rubintok. Az üzletekben fillérékért lehet kapni penicillint, streptomycint, aureomycint stb. Kérdezd meg a patikus rokonokat mennyiért lehet otthon értékesíteni, mert ha jól megfizetnék, akkor vihetnék haza. Rengeteg a női selyem nadrág 6-8 yuan. Meg kell még említeni, hogy rengeteg a riksa az utcákon, a kulikon széles karimájú kalap. A nők felül teljesen zárt ruhát viselnek, a szoknyájuk combközépig mindkét oldalon sliccelt. Az utcákon nincsenek padok, úgy pihennek, hogy leguggolnak, ilyenkor a szoknyájukat a nyakukba hajtják (most már tudom, hogy milyen az itteni bugyi: olyan mint egy torpedó gatya, a sliccen keresztül nyugodtan megszemlélhető). Bőröndök a legnagyobb választékban: egy olyan bőrönd, amelyet a Divatcsarnokban láttunk 2600 Ft-ért, itt 62 yuan. A kaja még olcsóbb, egyébként a szállóban európai koszt van és nem ismerik a főzeléket! Bécsiszelet 45 fen, fasírozott 38 fen, sült csirke 50 fen, rántott hal 45 fen, sült disznóhús 45 fen, tea 6 fen. A napi élelemre kb. 2,5 yuan megy el, de ebben benne van a gyümölcs is. A terepen a koszt csak kb. 1 yuan lesz. Banán darabja 3-4 fen, egy kiló kb. 50 fen, az ananász aránylag drága kilója kb. 1 yuan, de nagyon finom az íze, emlékeztet a nagyon érett citroméra. Őszibarack kilója 90 fen (drága!) Narancs darabja kb. 15-20 fen. Amikor az első banánt és ananászt ettem, rád gondoltam és nagyon szerettem volna, ha neked is tudtam volna adni belőle. Az első ananász vásárlást egyébként el kell mesélnem. Egy egész kocsirakomány ananász volt és láttam, hogy mindenki nagyon tapogatja, szagolgatja, mint nálunk a dinnyét. Erre fel én is nagy szakértelemmel kezdtem neki a válogatásnak és a szagoltatásnak, és a végén egész jól sikerült választottam. Ez egy neked való hely, itt a kereskedők a kedvedért kirámoznak az egész boltot még akkor is, ha előre kijelented, hogy nem veszel semmit. A pénzről még meg kell említenem, hogy a legnagyobb címlet az 5 yuano, a fenesekek is papírból vannak és ezeken az a cseles, hogy nincs ráírva számokkal, hogy mennyit ér, eleinte bizony sok zűr volt miatta, de aztán összeállítottuk a listát aszerint, hogy mit ábrázol: autó 1 fen, hajó, 5 fen, traktor, 10 fen, mozdony, 20 fen, víz-esés, 50 fen. Most már teljes biztonsággal kezeljük.

Szombaton reggel elmentem a postára feladni a levelet, azt hitték, hogy Hongkong-ba akarom küldeni, aztán nagy nehezen megértették, hogy hova akarom küldeni, odaadták a bélyeget, én megnyaltam és rá akartam ragasztani, erre éktelen nagy nevetésbe kezdtek, kiderült, hogy a bélyeget külön ragasztóval kell bekenni, ami a posta asztalon egy kis vályúban van. A délelőtti folyamán bementünk a bazárba, ez egy fallal körülvett negyed rettentő síkátorokkal, de nagyon szép és csak új holmikat lehet vásárolni. Vettem egy bőrpapucsot 4,50 yuan és egy olyan akatáskát, mint amelyet tavaly a vásáron láttunk 500 Ft-ért, az enyém nagyobb és nagyon szép színű, 25 yuan volt. A bazár teljesen lenyűgözött bennünket, az ékszerészekről alig tudtunk megszabadulni. A magyar nők minden nap kirakatnak velük mindent, már nagyon jól ismerik az összes ékszerészt. Nem lesz probléma a pénz hazavitele. Csütörtökön az áruházban találkoztunk a most kijött magyar népi zenekar tagjaival. A bazárban találtunk az egyik

selymes bódében egy kínait, aki tud magyarul, azt mondja, hogy itt tanult meg. Megpróbáljuk tolmácsnak beszervezni. Szombat délután jöttek meg Banaiék, őket vezettük be az új életbe. Vasárnap kimentünk az állatkertbe, rengetegen voltak, úgy hogy nem sokat láttunk, de azért csináltam pár felvételt, majd még egyszer elmegyünk. Nagyon irigyeltünk egy tarka medvét, amelyiknek a ketrecében jég rudak voltak felstószolva úgy, mint a hasábfát szokták nálunk, a tetején volt egy deszka és azon feküdt a mackó. Nagyon sok kismajmot láttunk.

A közlekedést úgy oldjuk meg, hogy egy-egy cédulára felíratjuk a címeiket, és szükség esetén megmutatjuk, hogy hova akarunk menni. Vasárnap délután elmentünk a Tiltott Város parkjába, a Szun Jat-szen parkba. Nagyon szép cédrusok vannak benne, sajnos csak az egyik részét tudtuk megnézni, mert a többi le volt zárva. Az udvarban hatalmas dézsákban a legfantasztikusabb aranyhalak vannak, lehet vásárolni is belőlük. Utána felmentünk a Hotel Peking tetőteraszára, ahonnan kilátás nyílik a városra.



3. ábra. Látkép a Peking szálló tetőteraszáról, a háttérben a Tiltott Város kimagasló tetői

Még kb. 10–14 napig leszünk Pekingben és aztán megyünk ki a terepre. A területünk az Ordosz keleti fele. Az idén és jövőre Kuyuan (Guyuan) lesz a központunk, Sian-tól kb. 400 km-re északkelet felé. Itt lesznek a családok. Télen karácsony táján bemegyünk Sian-ba. A terület félsivatag és sivatag. Az eddig mért legnagyobb meleg eddig plusz 36,5 fok Celsius, hideg pedig mínusz 22 fok volt.

...

1956. július 14.

3. levél

...

Szombat este van, még csak 8 óra, így nekifogok a levélírásnak. Elhatároztam, hogy amikor van időm, mindig írok egy pár sort és azután egyben elküldöm. A tinta úgy látszik nagyon gyenge minőségű, 28 fillér volt egy üveg, kell majd sötétebbet keresnem. A múltkor még elfelejtettem megírni, hogy gyönyörű teveszőr takarók vannak 40–50 yuanért, de olya-

nok, hogy télen is lehet nyugodtan takaródnival vele. Évikém, a kijövedeledek érdekében minden lehetőséget mozgass meg, én itt egyengetem az utad, remélem lesz olyan, aki haza akar menni úgy, hogy teljes napidíjjal jöhetsz, de állás nélkül is kijössz, mert ezt nem szabad elmulasztani, a családok szálláshelye jónak ígérkezik: még tussolót is építenek. Van egy-két intézeti pletykám: Honfit leváltották, azért jön Kínába, mert így könnyen el lehet tussolni az ügyet. Három igazgatóhelyettes lesz: Stegena, Csókás és még valaki, akit nem árulnak el. Stegena lesz egyébként itt Gálfi utóda, mert Gálfi 14 hónap múlva hazamegy. Itt már szeretnék, ha kimennénk terepre, de még mindig nincs aláírva a részletes szerződés. A terep pótlékot állandóan kapjuk, így napi 19,50-t kapok. Ma azt hallottam, hogy egy 250-es Jawa motort 650 yuánért kapni, ezért otthon legalább 25.000-t adnak. Ha ez tényleg így van, akkor megpróbálom majd hazavinni egyet, ha megyek szabadságra és egyet a végén. A lakásügyet is tartsd azért napiranden!

Annyi mindenkinek kellene írnom, de nincs rá időm; tíz levelet már küldtem, de még azt is kell még küldennem, hogy senki se sértődjön meg. Most megpróbálom időrendben felsorolni az élményeket.

Hétfő: reggel már bementünk a munkahelyünkre a Geológiai Minisztériumba. Munkaidő: 8 (12-ig és délután 1/2 3 (1/2 6-ig. Persze csak nekünk ilyen rövid, a kínaiak 1/2 8-kor és 2-kor kezdenek. Munkánk nincs semmi, így csak üldögélünk, és teát iszunk, sőt beosztva hol délelőtt, hol délután be sem megyünk. A hivatalokban, ahol ülő foglalkozást űznek, délelőtt 10-kor és délután 1/4-kor 10 perc torna van zenére, olyasmint nálunk a rádióban a reggeli torna. Először fel-



4. ábra. Délelőtti torna a Geológiai Minisztérium udvarán

tesznek egy lemezt, mindenki kimegy a folyosóra, vagy az udvarba és aztán kezdődik a torna. Nálunk képzeld el milyen komikusan hatna például az Intézetben! Igen érdekes, hogy milyen nehéz megállapítani a kínaiak korát, a múltkor egy férfit kb. 20 évesnek saccoltunk és kiderült, hogy 50. Az egyik angol tolmácsunk egy nő, mikor először megláttam azt kérdeztem, ki ez a kislány? Kiderült, hogy 30 éves és komoly családanya. Vasárnap az állatkertben találkoztunk a főnökünkkel (Fong-gal), 9 gyereke van, de csak négyet láttunk belőlük, a felesége egy kőn ült és szoptatta a legifjabb Fong cseme-

tét. Érdekes, hogy nem árulják el a gyerekeik nevét, mert azt tartják, hogy akkor valami baj éri őket. Nagyon egyszerű emberek, igen szolidan élnek, pl. vacsorát csak este 9-ig lehet kapni még a Hotel Pekingben is, pedig az egy hivatalos nemzetközi szálloda, olyan mint nálunk a Gellért, csak sokkal nagyobb. De már megint nagyon elkalandoztam, még csak egy fél napot írtam le és máris tele van két oldal. Hétfőn délután elmentünk a Kereskedelmi Kirendeltségre, kerestem Pilinszki Ilonát, Pintér Panni volt osztálytársát, de éppen a napokban utazott haza szabadságra. Utána megnéztük a Nemzetközi Clubot, itt van klubhelyiség, tenispálya, 25 méteres uszoda, de sajnos csak orvosi vizsgálat után lehet fürödni benne és még azt megszerzi az ember, éppen elmegyünk innen. Fájó szívvel le kell mondanunk róla. Mikor ott voltunk kora délután, teljesen üres volt, persze csak európaiak használhatják.

Kedden folytatom. Délelőtt a minisztérium, délután szintén, de olyannyira untam már a semmittevést, hogy elmentem gyalog fotózni a környéken. Egyszer csak látom, hogy komoly viharfelhők gyülekeznek. Gyorsan beültem egy riksába és az visszavit a minisztériumba. Így hát kipróbáltam ezt is! Egyébként itt ezek bonyolítják le a személyforgalom nagy részét, taxi nincs. Alig hogy beléptem a kapun, óriási vihar tört ki, egész komoly fákat csavart ki tövestül, rengeteg ablak beretk, hiszen állandóan nyitva vannak. Hazafelé az autó fél kerékgig vízben ment. Itt július a legcsapadékosabb hónap, kb. minden másnap esik, de az egész maximum 1 óra hosszat tart. Este elmentünk a Nagyszínházba megnézni a Koreai Népi Együttes műsorát. A színház egészen modern és meglepően hűvös volt, igaz hogy ingujjban voltunk. Itt a halász blúz a divat és a nők nagy része hosszú selyem nadrágot visel. A műsor maga nagyon szép volt, balettművészeik egészen elsőrendűek, játékaik nagyon kifejező. Sajnáltam, hogy nem vittem fényképezőgépet, mert lehetett volna jó képeket csinálni, az erkély második sorában ültem pont középen.

Szerdán elvittek minket a kínaiak kirándulni. Reggel kaptam meg lhászától az állványt és a levelet, mindkettőnek nagyon megörültem, az állvány éppen a legjobbkor érkezett. Először az Alvó Buddha templomát néztük meg. Egy-egy templom egész sor pavilonból áll és mindegyikben van egy-egy Buddha a legkülönbözőbb alakokban. Maga az Alvó



5. ábra. Az „Alvó Buddha”



6. ábra. A „Nyári Palota” látképe

Buddha 16 láb hosszú és 16 tonna súlyú rézből van. Alszik egy kereveten. Lefényképeztem, egész jó kép lett (15 sec-t exponáltam). A templom közelében sikerült egy faekés parasztot is megörökítenem. A film tele lett, most egy színeset töltöttem be. A Nyári Palota volt a következő állomás. Egy hegyoldalban épült csodálatosan szép színes épületcsoport. Remélem a fényképek jók lesznek. Vettem róla képes levelezőlap sorozatot is (kettőt). Az egyiket megírtam, nektek is küldtem belőle. Itt ebédeltünk, meghozta kínait. A következő fogások voltak: sült kacsa, sült csirke, sonka disznóbél mártással, mézben főtt hal, rántott disznóhús szója mártásban főtt csirke, paradicsomos rák, marhapörkölt szójával, gombapörkölt, rizs, fasírozott féle, gombóc szójával töltött gombóc és leves. Ilyen sorrendben! Látszólag jók, de minden édes és förtelmes szagú, a marhapörkölt és a disznóbél kivételével mindent megkóstoltam, de csak úgy bírtam lenyelni, hogy állandóan ittam hozzá bambit (ez itt tiszta narancsszörp). A rizst pálcával ettem, nem valami sokat sikerült fogyasztanom belőle. Majd itt folytatom legközelebb.

...

1956. július 20.

4. levél

...

Úgy volt, hogy hétfőn (23-án) indulunk Sian-ba, de ebből nem lett semmi, csak 26-án indulunk. Leveleinket a pekingi magyar Kereskedelmi Kirendeltségre küldetjük, ők fogják utánunk küldeni a postánkat, amíg végleges címünk nem lesz, ez legalább még egy hét plusz.

Mérési területünk a jövő év végéig a 35° 40'–37° 20' és 105° 30'–108° 00' közé esik, a Műszaki Könyvtárban megnézheted a nagy atlaszban. A családok székhelye Wuchung (Wuzhong) lesz a Sárga-folyó mentén. Télen Sian-ban leszünk. A mérési területről egyelőre ennyit, később majd bőségesen ismertetem.

Most egy pár sötét dolgot kell veled közölnöm, de ezt ne mondd el senkinek. A helyzet az, hogy a szerződés, amely az anyagiakat rögzíti még mindig nincs aláírva. A múlt héten Szurovy azt mondta, hogy az 50% tereppótlék egész idő alatt jár. Most szerdán közölték velünk, hogy a hazai szerződést rosszul fordították le oroszra (ez a hivatalos indok) és így a kínaiak Sianban és Pekingben nem akarják fizetni, ellenben ennek fejében hajlandók családi pótlékot adni a terepi munka alatt, feleség után 30%, gyerekenként 15%. Gondolhatod, hogy minket nőtlenekeket hogy felháborított a dolog, de kife-

lentették, hogy ők (Gálfiék) ragaszkodnak az eredeti feltételekhez. Ez az egész ügy azért vetődött fel, mert nekünk hétfőn terepre kellett volna mennünk és azt kérdezték, hogy ilyen körülmények között, vagyis hogy semmi sincs tisztázva, hajlandók vagyunk-e megkezdeni a munkát. Mi erre kijelentettük, hogy addig nem dolgozunk, amíg nincs szerződés. Erre Szurovy (aki be akar vágódni a kínaiaknál) kijelentette, hogy ez szabályos sztrájk és hogy ilyet nem lehet csinálni, láthattuk Poznanban is, hogy mi volt. Egyébként hallottuk, hogy Rákosi apánk nyugalomba vonult, rá is fér szegényre a pihe-nés! Ilyen alapon kénytelenek voltunk belemenni, hogy ki-megyünk terepre és a Gálfi–Szurovy–Horváth trió mindaddig itt marad, míg nem rendezik a szerződést és körömszakadtáig védik azt, amit mi aláírtunk. Ma azonban összehívtak bennünket és közölték, hogy az 50% minden valószínűség szerint csak terepen jár és azt is otthon fizetik ki forintban (6 forint-jával!!), ellenben a családok kapnak családi pótlékot egész idő alatt. Gondolhatod milyen dühösek lettünk. A családok jól járnak, hiszen többet kapnak, mint amit ígértek nekik, mi viszont kevesebbet. Mikor ezt Gálfival közölték a kínaiak, ő le akart mondani, de végül mégis csak rábeszéltek, hogy maradjon. Gondold el micsoda pimaszság, Banai pl. így kap itt 25 yuant, én 13-t. Két dolog állt előttünk, vagy elfogadni a szerződést, vagy az egészet felborítani és hazamenni, vagy megvárni, míg újat kötnek. A családok az utóbbit nem merték vállalni (és nem is akarták), így mint a birkák kénytelenek vagyunk elfogadni amit adnak. A szó szoros értelmében aljas módon becsaptak és eladtak bennünket és ez a NIK² munkája! Minket a családi pótlék nem bántana, csak az a helyzet, hogy Szurovy úgy vetette fel a kérdést a kínaiaknak, hogy vagy az 50%, vagy a családi pótlék, így a mi bőrünkre kapják a családi pótlékot. Gálfi ezt belátja és azt javasolta, hogy a családi pótlékot osszák ki egyenlően mindenki között, de ebbe mi nem mentünk bele. Még ez sem végleges, úgy hogy még lehetnek változások. Még azt is mondták, hogy a haza-utalt tereppótlékot igyekeznek úgy elintézni, hogy Pesten a diplomata boltban vásárolhassuk el. Ott állítólag minden nagyon olcsó, azaz export áron kapható, de most már nem hiszek el semmit. Ezzel kapcsolatban eszembe jut, hogy egy Gamma öngyújtó, ami otthon 60 Ft, itt 2,80; érdemes volna sokat venni és otthon eladni. Na de így nem lesz sok gondunk a pénzre. Felvetődött a társasház ötlete, Jóska bácsi tervezné meg. Eddig négyen vagyunk vállalkozók. Évikém láthatod, hogy itt is milyen piszok módon mennek a dolgok! Az égvilágon semmit sem lehet elhinni, de neked mindenképpen ki kell jönnöd, hiszen ha nem dolgozol, akkor is kapunk plusz 120 yuant egy hónapra és az embernek csak egyszer van ilyen lehetősége az életben. Legyünk őszinték, még anyagi haszon nélkül is érdemes kijönni, mert olyan sokat lát és tapasztal az ember.

Azt ajánlom, hogy a némettel és esetleg az oroszral foglalkozz, mert itt sajnos az angollal nem túl sokra megy az ember, terepen nem lesz angol tolmácsunk, mert a mostani kettő közül az egyiknek kicsi gyereke van, a másikat pedig a felesége válással fenyegeti, amennyiben kijön terepre. Ez a fiú egyébként félvér, az anyja spanyol, egyáltalán nincs rajta kínai vonás. Egy másik tolmácsnak az anyja pedig osztrák, ér-

² NIK = Nehézipari Központ, a külkereskedelmi vállalat

dekes, hogy ez fekete, a másik pedig, aki kínai-spanyol, az szőke. Az osztrák félvérnek Gu Ko-fu a neve, de mi Bertholdnak hívjuk. Az apja Shanghai-ban az összes textilművek főmérnöke 250 yuan fizetéssel. Ha ezt nézzük, akkor nem szólhatunk egy szót sem, a bosszantó csak az, hogy nem elég, hogy egyesek otthon kétszer-háromszor annyi pénzt kapnak ugyanazért a munkáért, de még itt is közel dupláját. Na, de most már befejezem a panaszkodást és folytatom a beszámolómat. Most, hogy neked elmondhattam sérelmeimet, könnyebb egy kicsit, nem mintha nem beszélénk róla eleget, hiszen Edgárral³ egész nap dühöngtünk rajta (ő elhatározta, hogy távházasságot köt és kihozatja a feleségét) de Te mégis más vagy!



7. ábra. A Nyári Palotában, balról: Annau Edgár, Gu Ko-fu és a szerző

Ott hagytam abba, hogy megebédeltünk a Nyári Palotában. Ebéd után lementünk a tóhoz, nem tudom mekkora, gondolom, mint a fél Velencei tó, és átcsónakáztunk egy szigetre, ahol csak európaiak fürödhetnek és ott jót strandoltunk. Gondoltam is, hogy te biztosan nem gondolsz arra, hogy egy Tihanyhoz hasonló helyen strandolok. Este lett mire hazajöttünk. Csütörtökön egész nap a minisztériumban voltunk, délután benéztünk a Tiltott Város, park részébe, mert el akartam lőni a színes tekercset. Utána beadtuk a fekete-fehér filmet előhívásra egy fotóshoz, 20 fent fizettünk és másnapra kész lett. Van egy pár jó felvétel rajta, főleg az alvó Buddha képeknek örülök. Nagyítást nem csináltak, mert drága: 1 db 6-9-es 22 fen, majd otthon.

Pénteken délelőtt a kirendeltségen voltunk, a terepi munka megkezdéséről volt szó. Délután fotózni akartunk a városban, de felhős volt az idő, így nem lett belőle semmi. Szombaton felállítottunk próbaképpen egy ingát, nagyon jól bírta a szállítást, semmi baja sem lett.

...

1956. július 26.

5. levél

...

Mindössze 3 órá van még Pekingben és még mindig nem kaptam felőled semmi hírt, de remélem a mai posta meg hozza (ha nem, akkor megint legalább egy hétig kell rá várnom). A leveleket továbbra is erre a címre küldd, amíg a véglegest nem írom meg. Innen katonai posta fogja utánunk hozni.

³ Annau Edgár

A napidíj szerencsésen rendeződött, volt értelme szívózkodni. Peking kivételével jár az 50 % és itt fizetik ki yuanban. Vasárnap megérkeztek Újfalussyék, a gyerek rettenő önálló, akár egész nap elvan anyja, apja nélkül.



8. ábra. A Kék Felhő Templomában Buddha őrzője

Most folytatom a beszámolót. Vasárnap (15-e) kirándultunk a Kék Felhő templomába. Mintegy 25 km-re Pekingtől, egy hegyoldalban épült, sok-sok pavilonból áll és általában olyan, mint a többi kínai építmény, szinte teljesen egyformának tűnnek. Mellette van az 500 Buddha temploma. Ebben a templomban 519 db Buddha ül egymás mellett, kb 2 m magasak. Az az érdekes, hogy mindegyiknek más az arca és az arckifejezése, mozdulata is. Lefényképeztem belőlük egy párat, csak az a baj, hogy alulexponált lett. Innen elmentünk a Nyári Palotához és délután ott fürödtünk. Hétfő délelőtt a minisztériumban meghívást kaptunk a geológiai miniszter által tiszteletünkre rendezett fogadásra. Kitört a pánik, mert



9. ábra. Néhány Buddha az 500-ból

mindenki fél a kínai ételektől. Nagy vita folyt az öltözködés felől, erővel azt akarták, hogy sötét ruhát húzzunk, de végül sikerült vászonruhában kiegyezni. Mondanom sem kell, a kínaiak kihúzott ingben és ingujjban voltak. A következő fogások voltak: csirke- és kacsasült (a csontról levagdalt darabokban), rák, tengeri uborka (olyan mint a főtt disznóbőrke, csak még csúsósabb), hal, csirkevagdálék lótuszvirágon (én a lótuszvirágot is megkóstoltam, ami igen tetszett a kínaiaknak, de jellemző, hogy erre fel udvariasságból Fong is megevett egy darabot belőle), fiatal bambuszajtás tevévajjal leöntve (olyan mint a spárpa), egészen sült csirke (de egészen kicsinyek, 4–5 hetesek lehetnek), mézben főtt hal, gomba, lekváros gombóc, puszedli féle, dinnyekocsonya, dinnyekompót, palacsintatészta göngyölt disznóhús, rizs, leves, alma, narancs és közben rengeteg narancslé. Bort is adtak, de azt itt csak stampedliből isszák. A vacsora a múltkori ebédhez képest jó volt, most nem volt olyan bűdös. Az érdekesség az volt, hogy a kínaiak folyton kínálgattak bennünket, mégpedig úgy, hogy saját evőpálcájukkal, amit előtte természetesen illeendően lenyaltak, otthonosan turkáltak a tálakban és osztogattak belőle. A másik érdekesség pedig az, hogy náluk egy lakoma annál sikeresebbnek számít, minél lucskosabb lesz az abrosz. Aki valamit nem eszik meg, azt egyszerűen meg a elé az abroszra kotorja, gondolhatod hogy előttünk mekkora halmok jöttek össze. A csontokat pedig egyszerűen a földre dobálják. A vacsorán olyan borzasztóan jól laktunk, főleg a sok szörpötől, hogy utána otthon elmentünk a szálló klubjába biliárdozni, ami nem csekély mulatságot okozott, tekintettel arra, hogy egyikünk se tudott játszani. A vacsora időtartama egyébként 2 óra volt, plusz előtte kb. fél óra teázás.

Kedd: délelőtt az eddig összegyűjtött kínai szavainkat szedtük betűrendbe és gépeltük le, van már kb. 200 db. Erről jut eszembe, hogy a német-magyar szótárt, ha nem esik nehezre és semmi különösebb bonyodalommal nem jár, próbáld meg elküldeni; mielőtt veszel érdeklődd meg, hogy lehet-e küldeni. Különösebb problémát azonban ne csinálj belőle. Délután olyan eső volt, hogy a városban még a járdákat is elöntötte, itt azért van mindig ilyen nagy víz, mert nincs csatornázás.

Szerda: Jóska bácsival⁴ meg akartuk nézni a Tiltott Várost, de be volt zárva. Helyette megnéztük a Széndombon lévő pagodát (itt tárolták a Tiltott Város szénszükségletét és a sok szénporból végül egész nagy domb keletkezett, ma persze már talaj is van rajta, meg növényzet) és a Pei-Hai parkot, mely jelenleg a művész szakszervezet tulajdona. Egy tó közepén fekszik és nagyon szép. Nagyon rendes teázója van, kényelmes bőrfotelokkal, csészékkel és kancsókkal, a kancsóban állandóan van tea és aki megszomjazik az betér és iszogathat. Személyzet egyáltalán nincs.

Csütörtök: Most sem sikerült bejutni a Tiltott Városba, így elmentünk a katolikus püspökségre. A katedrális egy szép neogót stílusban épült szép épület, de csak 60 éve épült, így művészi értéke nem sok. Belsejében kínai elemek is vannak, pl. az oszlopok pirosra és kékre vannak festve. Megkapó érzés volt, hogy ebben az idegen világban milyen otthonosan érezte magát az ember. Sikerült egy kínai pátert is találni, aki eleinte nagyon bizalmatlan volt, később azonban fölenge-

dett. Jóska bácsi beszélt vele olaszul. Tőle tudtuk meg, hogy Pekingben 300.000 katolikus él. A püspök is kínai, de jelenleg Hollandiában betegeskedik.



10. ábra. A szerző a Tiltott Város egyik teraszának korlátjánál

Péntek: Végre sikerült bejutni a Tiltott Városba! Igen nagy kiterjedésű kb. akkora, mint a Belváros, csupa kínai stílusú épülettel. Van egy fő része és attól jobbra-balra szimmetrikus. Az épületek között hatalmas terek vannak, némelyik eléri a kb. 100 × 150 m-t is. Az épületek múzeumnak vannak berendezve. Egyik részében látni a császári lakosztályokat, egy másikban főleg festményeket. Általában tájképeket festettek, ill. inkább rajzoltak, nagyon kedvelt motívum a sziklás



11. ábra. A majolika „Sárkányfal” a Tiltott Városban



12. ábra. Egy a Sárkányfal 9 sárkánya közül

⁴ Szilárd József, az expedíció doyenje

tengerpart és a magas hegyek fenyesekkel. A rajzok igen plasztikusak, portrét és aktot egyáltalán nem láttunk. Egy másik részen porcelán kiállítás van, egészen a legrégebbi idők-től kezdve. 300 körül már nagyon rendes szobraik vannak. A porcelán gyűjtemény igen szép és hatalmas értéket képvisel.
...

Sian, 1956. július 31.

6. levél

...

Az 5. levelem folytatásaként a Tiltott Városról még annyit, hogy rengeteg a faragvány benne, szinte elképzelhetetlen mennyiségű emberi munka fekszik bennük. Van egy óragyűjtemény is, főleg állóórák, de a legfantasztikusabb formában (vannak pagodák, hajók, diadalszekerek stb. némelyiken alig lehet megtalálni a számlapot).

Szombat (július 21.): Délután elmentünk a Lámatemplom-ba, ez bent van a városban az északi kapunál. Szerencsénk



13. ábra. Lámák vonulnak a délutáni szertartásra



14. ábra. Imamalom a lámatemplomban

volt, mert sikerült egy szertartást végignéznünk, ez itt meglehetősen ritka esemény. Egy kb. 6 m magas Buddha szobor előtt kétoldalt 6-7 pap ült, kopaszon és vörös köpenyben. Egészen mély torokhangon olyan zümmögéshez hasonló, de annál erősebb hangon énekeltek, általában kórusban, néha egy-egy szólózott, közben néha tapsoltak is. A szoborral szemben a földön ült a főpap (igen öreg bácsi) előtte 5-6 különböző tányér (mindegyikben volt valami) és egy tálcán gyertya. Az éneknek megfelelően a tányérokat folyton cserélgette. Végül meggyújtotta a gyertyát, a fejére feltett egy olyan sisak féleséget, mint amilyenekben a görög hősöket ábrázolják (mintegy megnyírt lósörény), a gyertyát felemelte és méltóságos léptekkel elvitte a templom egy másik részébe, közben a többiek tovább dünyögtek. Hogy a későbbiekben mit csináltak azt nem tudom, mert otthagytuk őket. Az egész kb. fél órát tartott és meglehetősen misztikus volt, hangjuk kísérteties, úgy hogy sötétben nem szeretnék ilyen helyre keveredni. Láttunk még egy igen érdekes dolgot, az egyik pavilon előtt egy kámzsába öltözött idős néni állt és imádkozott, a következőképpen: az ég felé tárta karjait, aztán lehasalt a földre és ezt ismételte. Le akartam fényképezni, de mikor a közelébe mentem és észrevett, az egészet abbahagyta. A következő pavilonnál megint összejöttünk vele és megint megzavartuk, biztosan válogatott átkokat szórt a fejünkre.

Vasárnap: Úgy terveztük Jóska bácsival és Edgárral, hogy elmegyünk a katedrálisba énekes misére és onnan kimegyünk a Ming sírokhoz. A sofőr azonban nem értett meg bennünket és egyenesen a Ming sírokhoz vitt. Láttuk az út két oldalán sorakozó kőállatokat, összesen 32 db. Mindegyikből egy ülő és egy álló pár van. Életnagyságnál kb. másfélszer nagyobbak. A 13 sír a XIV. századból való, szétszórtan helyezkednek el, mi csak a legnagyobbat néztük meg. Jóska bácsi-



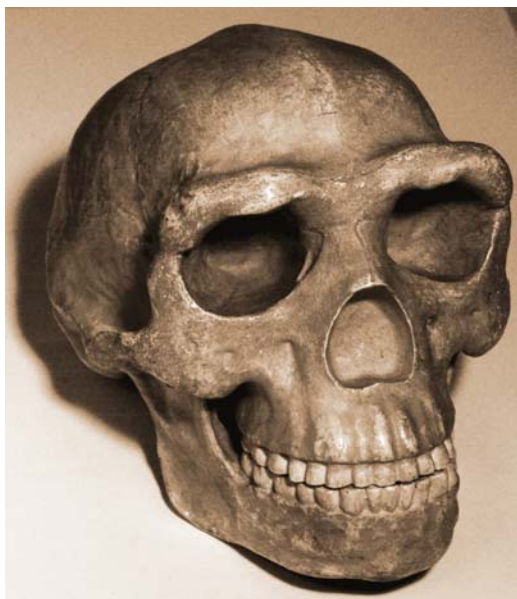
15. ábra. A Ming-síroknál

nak van egy Baedekkerje, miszerint a Ming sírok és Peking között (kb. 40 km) két melegforrásnak kell lennie, ott volt a császárok egyik fürdőhelye. Elhatároztuk, hogy megkeressük, ezt azonban később nagyon megbántuk, mert kb. egy órai kocsikázás után értünk oda és olyan rossz úton, hogy valószínűleg tengeri betegek lettünk. Közben láttunk két falut. Elképzelhetetlen nyomortanyák, apró szűk utcák, ugyancsak apró szűk odúkkal, és rengeteg gyerek. Útközben folyton attól féltünk, hogy kifogy a benzinünk, de szerencsére kitarított hazáig. A tavakat megtaláltuk, most építettek melléjük egy katonai szanatóriumot. A szanatóriumban forró vízzel kínáltak bennünket, igen jól esett. A sofőr nem győzte vedelni. Nevettünk is azon, hogy otthon mit szólna egy sofőr, ha útközben forró vízzel kínálnák. Szerencsésen hazaértünk bár a kocsik rugóit erősen megviselte az út. Útközben többször is ki kellett szállnunk, mert máskülönben megfenekelettünk volna a gödrökben.

Hétfő: Este a Nagyszínházban voltunk, jugoszláv opera- és balett együttes adott műsort, de nem volt valami különös. Itt megemlítem, hogy a színházakban egészen fantasztikus színművészeti rendszerek léteznek, pl. úgy hogy középen van az egyes szék és tőle balra a párosok, jobbra a páratlanok.

Kedd: Már nem mentünk be a Minisztériumba, mert csütörtökön utazunk Sian-ba. Dél előtt vásároltunk és vásárlás után elmentünk az állatkertbe. A többszám alatt általában Edgárt kell érteni, mert mindig együtt csatangolunk. Az állatkertben különösebb dolgot csak egyet láttunk, egy tehén formájú állatot, amelyiknek a hátán olyan púp van, mint egy borjúfej két lábbal, a lábak végén még körmök is voltak. Fantasztikus látvány volt. Láttunk még zsiráfot és igen sok kb. kétszer akkora tigrist, mint amilyent az otthoni állatkertben lehet látni. A délutánt megint a Tiltott Városban töltöttük.

Szerda: Edgárnak valamilyen dolga akadt, így egyedül mentem el megnézni a Pekingtől kb. 70 km-re levő Sinantropus Pekinensis lelőhelyet Chokutient (Zhoukoudian). Igen sok ősdögöt láttam, főleg gerinceseket. Lehet látni a kopo-



16. ábra. A „Pekingi ember” Sinantropus Pekinensis (manapság Homo Erectus Pekinensis) rekonstruált koponyája

nyákat és koponya töredékeket, valószínűleg ősdögész paradicsom. Az út érdekessége, hogy az időszakos vízművek nincsenek híd, hanem az út keresztül vezet rajtuk, csak az oldalukon vannak jelzőoszlopok, hogy esős időszakban, mikor a víz elönti az utat, jelöljék, merre kell haladni. Menet közben legalább 5–6 helyen volt ilyen útszakasz. Láttam 2–3 folyót is, vizük igen tiszta volt, de mélységük nem haladta meg az 50 cm-t. Este a Magyar Nagykövetségen volt fogadás, büfé volt rengeteg étellel és utána fagyalt, amiből rengeteget ettünk Ujfalusi Évánál, ugyanis őt gardíroztam, mert Tóni hétfőn kínai vacsorán volt és ott egy általunk nylon szatyornak nevezett ismeretlen eredetű kínai ételtől gyomormérgezést kapott. Vacsora után magyar rövidfilmeket vetítettek. Az egész fogadás 2½ órát tartott.

Csütörtökön becsomagoltam, a csomagokat előre kivitték az állomásra azzal a megjegyzéssel, hogy ott megkapjuk. Mint később kiderült, csak szombaton este láttuk viszont azokat, úgy hogy az utazás alatt egy törőlköző kivételével semmim sem volt. 17²⁵-kor indultunk Pekingből, az utazásról majd legközelebb.

Még azt akarom írni, hogy a pekingi szállodákban rengeteg orosz volt, és minden este az ablak alatt üvöltöztek minimum éjfélig. Sőt, az utolsó napok valamelyikén az egyik leköpte a magyar étlapot. Gálfi erélyes intézkedéseket követelt és kérte, hogy különítsék el az oroszokat a magyaroktól. Nem tudom mire jutott, mert eljöttünk. Magát az esetet a kínai pincérek mesélték, közülünk szerencsére senki sem látta, máskülönben óriási botrány törhetett volna ki.

...

Sian, 1956. augusztus. 3.

7. levél

...

Pekingről még annyit, hogy ott mindent, amit csak lehetett megnéztem, és túlzás nélkül állíthatom, hogy Szurovy kivételével senki sem látott nálam többet. Általában igen érdekes megfigyelni az embereket, egyrészt együtt lakva, másrészt ilyen különleges körülmények között. Itt lehet igazán megismerni, hogy ki kicsoda. Erről a kérdéssel rengeteget tudnék írni, de ezt elhalasztom máskorra, majd, ha esetleg nem lesz más írni valóm. Már maga az a tény, hogy az emberismeretem nagy mértékben gyarapszik, szerintem igen sokat ér. Pekingről azt hiszem elfelejtettem még megírni, hogy az összes kutyát, macskát, verebet kiirtották, hogy ne terjeszthessenek betegséget. Általában igen kényesek az ilyesmire. Egyébként itt betegnek lenni kész veszedelem, Gellertné pl. légcsőhurutot kapott, több mint két hétig járt be a kórházba naponta kétszer kezelésre. Az égvilágon minden elképzelhető vizsgálatnak alávetették. A végén már arra a következtetésre jutott, hogy biztos mint fehér embert tanulmányozzák. Ötféle orvosságot kapott, rendszeresen kapott penicillint, azon kívül valamilyen penicillin-gőzös pipát is kellett szívnia. Kapott besugárzást és kvarcoltát is. Láthatod, hogy itt igazán gondoskodnak az emberről.

A szállóban a pincérek nagyon megkedveltek bennünket, az ebédlőben már magyarul is lehet rendelni. Bámulatos, hogy milyen szorgalmasan tanulnak. Événél sokszor már kényelmetlen volt, mert négyen-öten körül állták az asztalt és

állandóan kérdezték, hogy ez mi, az mi. A kiejtést sokszor kell nekik elismételni, mert nehezen tudják leírni a szavakat az ő írásjeleikkel. Az r hangot képtelenek kiejteni. Ennyit még a pekingi tapasztalatokról.

Csütörtökön indultunk délután 17²⁵-kor. Hálókocsiban utaztunk, elég szűken voltunk, de azért kényelmesen utaztunk. Négyen voltunk a kupében, Jóska bácsi, Edgár, az angol tolmács és én. A kocsiban volt ventilátor, úgy hogy elég kellemes volt a légkör. Az ellátás is jó volt, vacsorára pl. kaptam egy teljes sült csirkét, de evőeszközként csak pálcákat és kanalat. Hosszas töprengés után végül bicskával és kézzel estem neki a csirkének. Maga a táj pontosan olyan, mint otthon, kivéve talán a rizsföldeket. Dél felé haladva azonban fokozatosan gyérül a növényzet.

Pénteken délelőtt mentünk át a Hoang-hón, szélesebb, mint a Duna, de igen sekélynek látszik, legfeljebb 1,5 m mély lehet, a színe rozsdás sárga. A déli oldalán már kezdődik a löszvidék. A dombok között meredek bevágások és vízmósások. Az emberek löszbe vájt barlangokban laknak, szinte elképzelhetetlen nyomorúságban. A kocsiban délben 40 °C volt, de nem volt nagyon kellemetlen, mert itt már nagyon száraz a levegő. Este 11³⁰-kor érkezünk Sian-ba.

Szombat: A szálloda igen jó, csak az a baj, hogy 2-ágyas szobák vannak. Edgárral lakom egy szobában, jól kijövünk egymással. Egy valami, ami hiányzik, az a ventilátor. Itt már látni, hogy közel vagyunk a sivatagos részekhez. A szódavíz (3 dl) duplája a pekinginek (30 fen), akkor, amikor 3 tükörtojás 26 fen. Általában nemcsak a folyadékok, de más is drágább, mint Pekingben, annak ellenére, hogy az előkészítő bizottság szerint itt 30%-kal olcsóbb az élet, mint ott. Az előkészítő bizottság egyébként semmit sem intézett el. Mindent nekünk kell most elintézni. A szállodában van klubhelyiség, ahol lehet ping-pongozni és biliárdozni. Az udvaron van egy kosárlabda pálya is, itt szoktam kosárra dobálgatni. A kínaiaknak van egy igen érdekes játéku, hasonlít a teniszhez, csak az ütők valamivel kisebbek és a labdának az egyik oldalán tollak vannak, olyasmi, mint amivel otthon szoktak a gyerekek célba dobálni. Ezzel szoktunk ütügetni, igen jó játék, mert sokat lehet mozogni és bárhol játszható. A város maga szintén földszintes, szép széles utcákkal. Az emberek itt már piszkosabbak, és mindenki hord valamilyen fejfedőt. Én is vettem egy hatalmas karimájú szalmakalapot. A hőmérséklet az első napokban 32–36 °C volt, de jóformán nem is izzadtunk. Mostanában lehűlt 30 °C alá, 25 °C-nál már fázunk. A klíma jobb, mint Pekingben és eddig még egyáltalán nem panaszkodhattunk. A város egyik érdekessége, hogy a levegőben állandóan lehet sasokat látni, szép nagy példányok. A szálloda két oldalán egy-egy pagodaszerű csúcsos épület van, a vendégek ennek tetején szeretnek üldögelni. Itt nem részletezem a napokat, mert nagyon egyformán telnek, főleg bent a szállodában. Az utcán már igencsak megbámulnak bennünket, ha megállunk valahol, pillanatok alatt 20-30 ember vesz körül bennünket. Eleinte idegesített, mert tudod, hogy nem szeretem a tömeget, de már kezdem megszokni.

Vasárnap voltunk kirándulni egy kb. 30 km-re fekvő helyen, látnivaló semmi sem volt, de egy folyóban jót fürödtünk. Szép tiszta vize volt, de csak alig térdig ért. Hétfőn ugyancsak kirándultunk egy kb. 35 km-re lévő gyógyfürdő-

höz, itt csak kádfürdő van. A helyhez két történet fűződik, az egyik hogy az 1500-as években az egyik császár beleszeretett egy táncosnőbe és itt helyezte el, a közügyeket a táncosnő miatt annyira elhanyagolta, hogy elűzték a trónjáról. A másik, hogy a fürdő felett levő kb. 5-600 m magas hegyen fogták el 1936-ban Chang Kai-sek-et. A hegy igen meredek és meglehetősen csupasz, fölmásztunk rá, de alighogy felértünk, eleredt az eső és vagy másfél órán keresztül egyfolytában zuhogott. A felhők olyan alacsonyan jöttek, hogy eltakarták a hegy tetejét. A hegyoldal annyira felázott, hogy igen keservesen, csak kötelek segítségével jutottunk le. A szandálomat a hónom alatt cipeltem, mert mezítláb jobban tudtam kapaszkodni, még így is csúsztam, vagy 3 m-t. Képzelted, hogy milyen jól néztem ki, tetőtől talpig sárosan. Lent a fürdőben a szandáltól kezdve mindenemet ki kellett mosnom.

Ugyancsak hétfőn volt még egy érdekes élményünk. Bent ültünk a szobánkban, egy szál rövidnadrágban, mikor bejött az orosz tolmács és kérdezte, hogy miért nem mentünk színházba. Edgár jól leszúrta, hogy miért nem szolt előbb, és miért nem hozott jegyet (egy indiai együttes adott műsort). Gyorsan magunkra kaptunk egy inget és rohantunk a szálloda mellett lévő színházba. Jó nagy épület, majdnem akkora, mint otthon a Nemzeti. Gondoltuk, hogy majdcsak bejutunk jegy nélkül is. A bejáráshoz érve látjuk, hogy ott hajlong 8-10 kínai és barátságosan tessékelnek befelé. Mikor beléptünk az ajtón láttuk, hogy a színházban mindenki az ajtó felé fordulva áll és tapsol. Erre mondom Edgárnak, hogy ezek biztosan a hindu színészeket várják, menjünk ki, nehogy összetévessezenek velük. Ki is mentünk, vártunk 1-2 percet, mire bent elcsöndesedett a tömeg, erre újra bemenetünk, mikor beléptünk, megint mindenki felugrott és elkezdett tapsolni. Mi, mint akik karót nyeltek vonultunk egy szál rövidnadrágban és kihúzott inggel kötöttük. Az első soroknál azután betessékeltek, hogy foglaljunk helyet. Az előadást nagyon élveztük, szép és érdekes tánc- és zeneszámok voltak. Utólag kiderült, hogy nem is indusok voltak, hanem kínaiak. A szünetben betessékeltek bennünket egy társalgóba és ott szörpökkel és gyümölcsökkel traktáltak. A mai napig sem tudjuk, hogy összetévesztettek-e valakivel, vagy tényleg nekünk szolt a nagy ünneplés.

Csütörtökön, azaz tegnap, uszodában voltunk. 33 m-es a medence, csak túl klóros volt a vize, de nagyon jól esett egy kis pancsolás. Természetesen mielőtt bementünk, a kínaiakat kizavarták a medencéből.

Készülünk terepre, tegnap vettem egy pár barna félcipőt (18 yuan) és 4 pár zoknit (elég keservesen, mert nem volt elég nagy). Zoknikban nagy a választék, a legfantasztikusabb színekben pompáznak. Gondoltam is, hogy az lenne a legjobb üzlet, ha ilyen zoknikat vinnénk haza, Pest egész jampi társadalmát bőségesen el tudnám látni a legfantasztikusabb zoknikkal. Egy bokafix ára 50-60 fen. Holnap reggel indulunk Kuyuan-ba, ez lesz idei székhelyünk. Kb. 400 km-re van Siantól ÉNy-i irányban. Már hallottunk róla híreket, de az a tapasztalatunk, hogy csak azt lehet elhinni, amit saját maga lát az ember. Úgy hogy erről többet majd a helyszínről.

...

A cikk szerzője

Szabó Zoltán

A Magyarhoni Földtani Társulat hirdetménye

A Földtudományos forgatag nyilvános anyagai visszanezhetők
a Társulat Youtube-csatornáján!

Tisztelt Tagtársak, Érdeklődők!

A 2021. évi Földtudományos forgatag nyilvános programjait, az előadásokat, a kerekasztal beszélgetéseket, és rövidfilmeket, valamint a programokhoz kapcsolódó összegyűjtött filmeket Társulatunk Youtube-csatornáján közzétettük, és ezeket bármikor megézhetik:

<https://www.youtube.com/channel/UC-jAVbpR0VPuBlldDZb1MDw/live>

Magyarhoni Földtani Társulat

Felhívás

Ezúton hívjuk fel a figyelmet egy jövőre várható érdekes rendezvényre, amellyel kapcsolatban a következő levelet kaptuk:

Tisztelt Társulati Vezetés!

Szeretnék bejelenteni egy rendezvényt, lefoglalni a tervezett időpontját és megjelentetni a társulat honlapján.

**„A Bodai Agyagkő Formáció (BAF) kutatásának legújabb eredményei”
című szakmai előadói nap**

Helyszín: Pécs, PAB Székház (Pécs, Jurisics M. u. 44. nagy előadó)

Időpont: 2022. 11. 10. (csütörtök)

Szervezők: – Magyarhoni Földtani Társulat Dél-Dunántúli Területi Szervezet

- MTA Pécsi Akadémiai Bizottság X. sz. Föld- és Környezettudományok Szakbizottság Földtani és Bányászati Munkabizottsága
- Magyar Geofizikusok Egyesülete
- Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft.
- Mecsekérc Környezetvédelmi Zrt.

Témája: A nyugat-mecseki karsztterület fejlődéstörténetének, vertikális mozgásainak vizsgálata, a BAF legújabb kutatófúrásainak (BAF-3, -3A, BAF-4) és az ezekhez kapcsolódó helyszíni, laboratóriumi mérések, vizsgálatok, dokumentációk, értékelések eredményeinek bemutatása

A rendezvény megszervezéséhez megkaptuk a Radioaktív Hulladékokat Kezelő Kft. hozzájárulását. A részvételi díjak tekintetében majd a támogatók függvényében egyeztetni kívánunk a szervezőkkel és veletek is, figyelembe véve az alapelveket (pl. társulati tag, nyugdíjas és diák kedvezmény, társulaton kívüli részt vevő kategóriák).

Üdvözlettel,

Hámos Gábor,

MFT Dél-Dunántúli Területi Szervezet Elnöke,
X. Földtani és Bányászati Munkabizottság Elnöke

Kovács Attila Csaba

Beszámoló az I. Kárpát-medencei Földrajzi és Földtudományi Versenyről

A Földtudományi Civil Szervezetek Közössége a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatásával, a Magyar Geofizikusok Egyesülete koordinálása mellett vállalta, hogy a földtudományok iránt érdeklődő 5–12. évfolyamos hazai és határon túli diákok részére földtudományokkal kapcsolatos versenyt szervez a FÖCIK tagegyesületek és a SZTAKI szakmai támogatása mellett.

A program indulásaként a tagegyesületek és támogatóink által delegált tagokból megalakítottuk a Versenybizottságot (továbbiakban Bizottság), Zelei Gábor FÖCIK elnök (Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület) vezetésével. A Bizottság tagja voltak: Babinszki Edit a Magyarhoni Földtani Társulattól, Leél-Őssy Szabolcs a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulattól, Szilassi Péter a Magyar Földrajzi Társulattól, Tardy János, Sütő László és Kovács Eszter a Magyar Természettudományi Társulattól, Ormos Tamás a Magyar Geofizikusok Egyesületétől, Weidinger Tamás a Magyar Meteorológiai Társaságtól, Török Zolt Magyar Földmérési, Térképészeti és Távérzékelési Társaságtól, Rácz Tibor a Magyar Hidrológiai Társaságtól, Márkus Zolt László és Veres Miklós a Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézetből (SZTAKI), Dmour Hazim a MOL-tól, Szarka László a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézetből, Szunyog István a Miskolci Egyetemről. A Bizottsághoz csatlakozott két középiskolai tanár is, Gruber László és Alexa Péter.

A Versenyt jogi szempontból, különös tekintettel a GDPR előírásaira, a Miskolci Egyetem támogatta. A Döntő helyszínét a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat biztosította. A Verseny arculati elemei megtervezése Juhász Márton grafikusművésznek köszönhető, aki a Versenyen során végig biztosította a „FÖCIK-es” kinézetet. A Verseny védnökségét az UNESCO Magyar Bizottsága vállalta. A Verseny felhívását 2021. február 1-én tettük közzé.



A 2021. április 15-i határidőig 50 csapat regisztrált a Versenyre, ahol 3 diák és felkészítő tanáruk képezett egy csapatot. A COVID-19 teremtette körülmények mellett jelentős sikernek érezzük, hogy egy előzmények nélküli versennyel 150 diákot tudtunk megszólítani a Kárpát-medencéből! A csapatok többsége Magyarországról jelentkezett, de Erdélyből hat és Kárpátaljáról is egy csapat regisztrált sikeresen.

A vírushelyzetre való tekintettel a verseny ünnepélyes megnyitására online került sor, a FÖCIK „Föld napja” rendezvénysorozat keretében a Magyar Geofizikusok Egyesülete által szervezett előadássorozat nyitóelőadásán.

A Versenyt 4 online fordulóval és a legjobb 12 csapat számára személyes jelenléttel megrendezésre kerülő döntővel terveztük.

Az első 3 forduló tesztek és feladatok megoldásából állt. A fordulók előtt a csapatok megkapták a felkészítő anyagokat digitálisan egy héttel azelőtt, hogy a feladatok megoldására létrehozott online versenyfelület megnyílt volna. A csapatoknak a rendelkezésre álló 2 napon belül kellett tetszőlegesen elkezdni a feladatok megoldását.

Az első forduló, amely az „Élettelen természeti értékeink: Kő kövön megmarad” nevet viselte és a közetburokkal (belső erők, földtan, földtörténet, geofizika és bányászat stb.) kapcsolatos feladatokat tartalmazott.

A második forduló a „Nemcsak térkép e táj” térképészettel, geoinformatikával, tájföldrajzzal, a külső erők felszínformálásával és barlangokkal kapcsolatos feladatokat tartalmazott.

A harmadik forduló „Az időjáról a klímaváltozásig” légköri jelenségekkel, meteorológiával, klimatológiával, vízrajzzal, a földrajzi övezetességgel és a vonatkozó természettudományi ismeretekkel kapcsolatos feladatokat jelentett.





A negyedik forduló „A Kárpát-medence csodás tájai” keretében a versenyző csapatoknak 5 perces kisfilmet kellett készíteniük, amely egyrészt tartalmazta a csapatok bemutatkozását, másrészt a lakókörnyezetük bemutatását földrajzi/földtani megközelítésből. A csapatok előre megkapták az értékelési szempontokat.

A csapatok videóit a FÖCIK hivatalos YouTube-csatornáján kerütek megosztásra, amelyeket [itt](#) lehet megtekinteni.

A döntőbe a kiírásnak megfelelően a 4 online forduló összesített pontszámai alapján a legjobb eredményt elért 12 (egy határon túli-, és 11 magyarországi) csapat került.

Verseny döntőjére 2021. november 13-án 10:00 órai kezdettel került sor a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat Stefánia úti „Art Geo” palotájának dísztermében, személyes jelenlét mellett.



Az ötfős zsűrit *Rácz Tibor* (Magyar Hidrológiai Társaság), *dr. Dmour Hazim* (MOL), *Kovács László* (Magyar Meteorológiai Társaság), *Fábián Nikolett* (Magyar Föld-

rajzi Társaság) és *dr. Szunyog István* (Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar) alkották.

A Döntőn a csapatok 8 fordulón vettek részt.

I. feladat: „Villám kvíz” (GL)

Elérhető pontszám: max. 10 pont

Időtartam: kb. 20 perc (három forduló, 3×15 kérdés)

II. feladat: „Bemutakozom – vajon mennyire ismertek?” – Információs játék (GL)

Elérhető pontszám: max. 40 pont

Időtartam: 15 perc

III. feladat: „Agyalós” – Számítási feladatok (Írásbeli feladat) (GL)

Elérhető pontszám: 5 pont + 10 pont, összesen 15 pont

Időtartam: 8 perc

IV. feladat: „Ember és táj” – PPT-k bemutatása (AP+Versenybizottság)

Elérhető pontszám: 30 pont

Időtartam: kb. 50 perc

– SZÜNET –

V. feladat: „Nem képtelenség!” (AP)

Elérhető pontszám: 12x5 pont, összesen 60 pont

Időtartam: kb. 25 perc

VI. feladat: „Igaz-Hamis” (Írásbeli feladat) (AP)

Elérhető pontszám: 15 pont

Időtartam: 8 perc

VII. feladat: Hol járunk? (GL)

Elérhető pontszám: max. 15 pont

Időtartam: kb. 15 perc (három forduló)

VIII. feladat: „Mindent vagy Semmit!” (GL)

Elérhető pontszám: max. 20 pont

Időtartam: kb. 30 perc (három forduló)

A feladatok változatosak voltak, volt közöttük, ahol előre készülhettek a csapatok a környezetükben észlelt problémával, ahol az ember és a táj kapcsolata sérült. A probléma bemutatásán túl lehetséges megoldásokat is vártunk a csapatoktól. A legnépszerűbb feladatok talán az ún. nyomógombos feladatok voltak, ahol a leggyorsabb csapatok válaszolhattak a kérdésekre, ami a válasz pontosságától függően hozhatott plusz-, de akár mínusz pontokat is.

Az első 7 forduló eredményeként az utolsó fordulóban a „felsőház” (1–4), „középház” (5–8) és az „alsóház” (9–121) csapatai mérték össze tudásukat és így alakult ki a

Az első 3 helyezett csapat

Helyezés	Csapat	Iskola	Mentor	Versenyző-1	Versenyző-2	Versenyző-3
1.	A Hoportyó serpái	Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium	Szöllősy László	Kosztá Benedek	Riesing Eszter	Sándor Vince
2.	O3	Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium	Stárics Roland	Balázs Zalán	Horváth Kira Csenge	Novák Márton
3.	Globalisták	Péter András Gimnázium és Kollégium, Szeghalom	Lengyel József	Kőrösparti Zsolt	Pénzes Viktor	Sós Dóra



végeredmény, amelyet a focik.hu honlapon megnézhetnek.

A legjobb kisfilm készítőinek járó különdíjat a *Hoportyó serpái* érdemelték ki.

A kiírásban szereplő díjakon felül minden egyesület és támogató könyv-, térkép- és egyéb ajándékait kapták meg a diákok. A Magyar Földrajzi Társaság különdíját a dobogóról épphogy lemaradt *Természet őrdögei* nyerték. A Magyar Meteorológiai Társaság különdíját a legjobb határon túli csapat, a kolozsvári *Földészek* kapták. A MOL különdíját a legjobb prezentációt tartó *O3 csapat* vehette át. Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület minden résztvevőnek „A magyar bányászat évezredes története IV.” kötetet és illusztrált daloskönyvet ajándékozott.

A versenyről pozitív visszajelzéseket kaptunk a csapattól, a diákok örömmel vettek részt a versenyünkön. Jelentős sikernek tekintjük, hogy ebben a pandémiás helyzetben is 50 3 fős (+felkészítő tanár) csapatot tudtunk megszólítani Magyarországról, Erdélyből és Kárpátaljáról, akik nagyon aktívan vettek részt a versenyen.

A szervezők nevében nagyon szépen köszönjük az UNESCO Magyar Nemzeti Bizottság védnökségét, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal, a MOL Nyrt., a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, a Nemzeti Energetikai és Közműszabályozási Hivatal, MH Geoinformációs Szolgálat, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar és a Földfizikai és Űrtudományi Kutatóintézet támogatását, továbbá az MTA Könyvtár és Információs Központ, valamint a Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet együttműködését!

Nagyon bízunk abban, hogy jövőre is meg tudjuk szervezni a Versenyt, amiben továbbra is számítunk támogatóinkra!

A versenyről és a többi FÖCIK programról a <https://www.focik.hu> honlapunkon találhatnak további információkat.

Jó szerencsét!

*Zelei Gábor
elnök, FÖCIK*



Geofizikus hallgatók sikerei az ELTE-TTK Tudományos Diákköri Konferenciáin

Geofizikus Tudományos Diákköri Konferencia – 2021

Az idei évben két alap- és egy mesterszakos hallgató méretette meg tudását a Geofizikus Tudományos Diákköri Konferencián. A kutatómunka bemutatására a versenyzőknek 12 perc állt rendelkezésükre, amit az opponensi vélemények ismertetése, illetve a közönségtől érkező kérdések megválaszolása követett. Az eseményen az elméleti és kísérleti geofizika, valamint az úrkutatás/távérzékelés témakörben hallhattunk egy-egy előadást.

A versenyzőket (névsorrendben), a kutatási témák és a témavezetők feltüntetésével az 1. táblázatban foglaltam össze. Az absztraktfüzet, az előadások diasorai és a videók a geofiztdk.elte.hu weboldalon tekinthetők meg. Az eseményen bemutatott prezentációkat – dr. Timár Gábor zsűrielnök vezetésével – a Geofizikai és Űrtudományi Tanszék munkatársai és doktorandusz hallgatói értékelték. A versenyzők – kivétel nélkül – mind komoly kutatómunkát végeztek/végeznek, ezért a zsűri az összes pályamunkát javasolta az országos fordulóra. A végeredmény:

I. helyezés: *Németh Kolos* (Földtudományi BSc, geofizika specializáció)

Hogyan lesz a szeizmikus zajból diszperziós görbe? Háttérzajadatok feldolgozása a PACASE állomáshálózat felhasználásával

II. helyezés: *Sipőcz Jázmin* (Geofizikus MSc)

Interferometrikus koherencia mezőgazdasági alkalmazhatóságának vizsgálata

III. helyezés: *Stefán Boglárka Abigél* (Fizika BSc, geofizika specializáció)

Müográfiai képalkotás direkt feladatának vizsgálata

A Bolyai Kollégium díját *Sipőcz Jázmin*, míg az Eötvös Student Chapter in SEG (Society of Exploration Geophysicists) különdíját *Németh Kolos* vehette át.

A Geofizikus Tudományos Diákköri Konferenciára minden évben várjuk azon hallgatók jelentkezését, akik – habár kutatások legelején járnak – szívesen beszámolnak kezdeti eredményeikről, elképzelésükről. Idén két alapképzéses hallgató, *Kövér Barnabás* és *Vitai Ákos* mutatta be „eredménycsirákát”, melyeket jövő évben – már kidolgozott pályamunkaként – akár a TDK Konferenciára is nevezhetnek.

Habár az idei évben is online bonyolítottuk le az eseményt, az érdeklődés most sem maradt el a megszokottól. A Geofizikus TDK Konferenciára összesen ötven érdeklődő jelentkezett be, hogy meghallgassa az előadók tudományos kutatását.

Geológus Tudományos Diákköri Konferencia – 2021

Az idei tanév további sajátosságának tekinthető, hogy két hallgatónk a Geológus Tudományos Diákköri Konferencián mutatta be kutatását (1. táblázat). Az online eseményen mindkét geofizikus hallgató minőségi munkáról/kutatásról tett tanúbizonyságot. A Geológus TDK Konferencia zsűrije mindkét előadó részvételét javasolta az országos fordulón. Teljesítményüket a bizottság megosztott I. helyezéssel jutalmazta:

– *Molnár Bence* (Geofizikus MSc)

Radioaktív forrásvizek? Kőzet-víz kölcsönhatások nyomában a Soproni-hegységben

– *Oláh Soma* (Földtudományi BSc, geofizika specializáció)

Minden csepp számít – célzott felszínalatti vízutánpótlás lehetőségének vizsgálata egy Duna-Tisza közi településen

Mindkét előadó egy-egy alkalmazott vízföldtani kutatást mutatott be, melyeket a Tóth József és Erzsébet Hidrogeológia Professzúra különdíjjal jutalmazott. A Geológus Tudományos Diákköri Konferenciát *dr. Erőss Anita* bonyolította le.

1. táblázat. Versenyzők és pályaműveik az ELTE-TTK Geofizikus és Geológus Diákköri Konferenciákon 2021-ben
(Forrás: geofiztdk.elte.hu)

Geofizikus Tudományos Diákköri Konferencia – 2021		
Versenyzők	Pályamunka címe	Témavezető
Németh Kolos	Hogyan lesz a szeizmikus zajból diszperziós görbe? Hát- térzajadatok feldolgozása a PACASE állomáshálózat felhasználásával	Timkó Máté
Sipőcz Jázmin	Interferometrikus koherencia mezőgazdasági al- kalmazhatóságának vizsgálata	Fiedl Zoltán
Stefán Boglárka Abigél	Müográfiai képalkotás direkt feladatának vizsgálata	dr. Hamar Gergő
Geológus Tudományos Diákköri Konferencia – 2021		
Versenyzők	Pályamunka címe	Témavezető(k)
Molnár Bence	Radioaktív források vizet? Kőzet-víz kölcsönhatások nyo- mában a Soproni-hegységben	dr. Erőss Anita, Baják Petra
Oláh Soma	Minden csepp számít – célzott felszínalatti vízutánpótlás lehetőségének vizsgálata egy Duna-Tisza közti településen.	Mádlné dr. Szőnyi Judit, Visnovitz Ferenc, Szijártó Márk

Utószó

Az ELTE-TTK Geofizikai és Űrtudományi Tanszék munkatársai nevében szeretnék gratulálni minden versenyzőnek, aki idén részt vett az Országos és a Kari Tudományos Diákköri Konferencián/Konferenciákon! Jövőbeli kutatásaikhoz sok sikert kívánok!

Az idei Geofizikus Tudományos Diákköri Konferencia gördülékeny lebonyolításáért köszönettel tartozom *dr. Timár Gábornak* (zsűrielnök), *dr. Székely Baláznak* (zsűritag), *dr. Galsa Attilának* (zsűritag) és *Váradai Kittinek* (technikai kisegítő). Ezen kívül szeretnék köszönetet mondani azoknak a kollégáknak, akik véleményezték a beadott pályamunkákat, ezzel segítve a versenyzők tudományos fejlődését!

Nem feledkezhetünk meg arról, hogy 2021 áprilisában sor került a XXXV. Országos Tudományos Diákköri Kon-

ferenciákra, melynek Fizika Matematika Földtudományok Szekciójának (online) lebonyolításért a Szegedi Tudományegyetem felelt. Az előző tanévekben (2019/20 és 2020/21) versenyző hallgatók összesen 13 kutatás eredményét mutatták be 7 különböző tagozatban (Geofizika; Atommag- és nukleáris fizika; Geoinformatika és távérzékelés; Földtan és paleontológia; Meteorológia és klimatológia; Táj kutatás és geomorfológia; A környezettudomány földtudományi alkalmazásai).

A geofizikus hallgatók statisztikája a következő volt: egy első díj, három második, kettő harmadik helyezés, két különdíj, illetve öt kutatóintézeti jutalom. A Geofizikai és Űrtudományi Tanszék munkatársainak külön öröm, hogy a hallgatók egészen széles körben – 7 különböző tagozatban – érték el kiváló eredményeket!

Szijártó Márk

Eötvös Loránd Tudományegyetem,
Természettudományi Kar,
Földrajz és Földtudományi Intézet
Geofizikai és Űrtudományi Tanszék
E-mail: mark.szijarto@ttk.elte.hu

Lapzárta után kaptuk a hírt, hogy egy még az EÖTVÖS100-hoz kapcsolódó Eötvös-kiállítás
a XII. ker. Polgármesteri Hivatal 1. emeletén 2022. január 12-től február 12-ig
lesz megtekinthető. (Dr. Baráth István)

Szerkesztőség

Dr. Polcz Iván, a Magyar Geofizikusok Egyesületének alapító tagja 1932 – 2021

Az egykori Eötvös Loránd Geofizikai Intézet nevében búcsúzunk munkatársunktól, dr. Polcz Ivántól, az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tudományos főmunkatársától, aki egész munkás életét ebben az Intézetben, közöttünk töltötte.

Iván 1932-ben Budapesten született, és még fiatal gyermek volt, amikor az ország belesodródott egy nagy háborúba, amely aztán teljes kegyetlenséggel gázolt át Magyarországon.

1942-től az iskola 1948-as államosításáig a Gödöllői Premontrei Gimnázium tanulója volt. Ezek az évek döntő hatással voltak rá, ahogy később maga mondta egy interjúban, a premontrei gimnáziumban töltött évek meghatározták viselkedését, gondolkodását és életfelfogását, élete végéig mélyen hívő katolikus keresztény maradt.

1950-ben érettségizett, de származása miatt nem tanulhatott tovább, így került a Geofizikai Intézetbe először idény-munkásként, de miután főnökei hamar felismerték tehetségét, szorgalmát és megbízhatóságát, először technikai munkakörbe került, majd levelező hallgatóként elvégezte a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemet, és 1963-ban bányageológus-mérnökként diplomát szerzett, ami a tudományos kutatói besorolást jelentette számára.

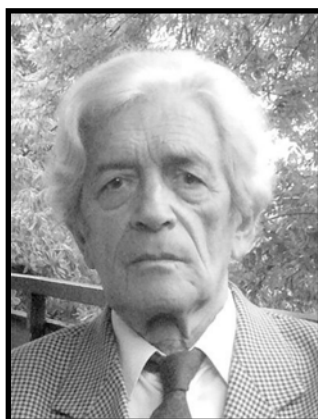
1964-ben a nagyalföldi szeizmikus terepi csoport vezetőjeként dolgozott, és a csoport telephelye akkor éppen Abonyban volt. Én először ott találkoztam vele mint frissen végzett ifjú geofizikust az ő csoportjába osztottak be. Érkezésemkor ő jött ki elem a vasúti állomásra, hogy ne kelljen keresgélnem a csoporttirodát egy számomra idegen kisvárosban. A csoportnál nagyon jó volt a hangulat, és ez elsősorban Iván kulturált, nyugodt és türelmes lényének volt köszönhető. Átfogóan értette azt, amit csinálnunk kellett. Nagyon sokat tanultam tőle, és ő volt az, aki a munkaasztalomra letette azokat a szaklapokat, amelyek nélkül később már én sem éltem volna meg.

1966 elején az intézeti kőolajipari komplex kutatások és nem sokkal később a Szeizmikus és Számítástechnikai Főosztály keretein belül működő Mélyszerkezet-kutató Osztály vezetőjévé nevezték ki. Majd hamarosan Kubába küldték, ahol számos éven át a Fondo Geologico National miniszterhelyettesi hivatalában a nyersanyagkutatásban alkalmazott geofizika szaktanácsadójaként dolgozott.

Ivánnak remek nyelvérzéke volt, nagyon gyorsan tanult nyelveket, és magas szinten tudott kommunikálni ezeken, így kiválóan alkalmas volt az ilyen feladatokra.

1978-ban, hazatérte után visszatért korábbi munkakörébe, osztályának a kutatásai ekkor elsősorban a Hajdúság és a Nyírség területén folytak. Többek között Ivánnak és munkatársainak az érdeme a földgáz szempontjából pozitív megítélésű penészeleki terület mélyszerkezetének feltérképezése is.

Ezekben az években vett egy mély lélegzetet, és „A lokális sebességmeghatározás problémái a szeizmikus reflexiós szerkezetkutatásban” című doktori munkájával nekifutott egy doktori eljárásnak, amelynek eredményeként a Miskolci Egyetem Bányamérnöki Kara doktorrá avatta. Ezt követően már ez az egyetem is igényt tartott tudására, és 1993-as nyugdíjba vonulásáig több, az egyetemmel közös eredményes kutatási feladaton



Dr. Polcz Iván
1932 – 2021

is dolgozott.

1993-ban vonult nyugdíjba, de ez nem jelentette az Intézettől való elszakadását. Az Intézet közelgő centenáriuma-ra való tekintettel felkértük az első száz év történetének összeállítására. Ennek a munkának első, 1964-ig terjedő szakaszával 2003-ra lett kész, és a kiválóan összeállított anyag még abban az évben meg is jelent könyv formában, mint az intézettörténet első kötete. Elismerésként Iván az intézeti „Pro Geophysica” emlékérmét kapta. A sokkal nehezebb második kötet összeállításában Iván kérésére már én is részt vettem. Ezt 2014-ben sikerült könyv formában kiadni. Ivánnak ezt a közel húsz éves munkáját a Magyar Geofizikusok Egyesülete 2017-ben Egyed László-emlékéremmel ismerte el. Sajnos, ugyanebben az évben veszítette el kedves feleségét, Máriát, aki sok évtizeden keresztül társa volt. Ezt a veszteséget nehezen viselte, és most, néhány év elmúltával követte őt.

Számunkra csak az emlékezés marad, emlékezés egy olyan emberre, akit nagyon tiszteltünk és szerettünk, és aki egyéniségével, életével példaként állhat mindnyájunk előtt.

Hamvait gyászmise keretében, 2021. október 22-én a Budapest XII. kerületi Apó Vilmos téri Felső Krisztina plébánia urnatemetőjében helyezték végső nyugalomra.

Emlékeire álljon itt az a vers, amelyet gyermekei a halála után a Bibliájában találtak.

Önmagam határán, ott van Ő
 ahol reménységem szertefoszlik, ott van Ő
 ahol erőim elfogynak, ott van Ő
 ahol értelmem már nem lát kiutat, ott van Ő
 ahol az egóm meghal, ott van Ő
 ahol a halál őrzi a küszöböt, ott van Ő
 ahol életem csupasz végösszege az irgalom mérlegén megmértetik,
 ott van Ő
 és Ő veszi fel a pislákoló lángot, amely vagyok,
 az örök öröm világosságában.

Bodoky Tamás

Czeglédi István

1930 – 2021

1930. július 9-én született Budapesten, ahol iskolai tanulmányai után először kőfaragóként dolgozott, majd rádióműszerésznek tanult. Egy 16 éves korában bekövetkezett combnyaktörése miatt hónapokra betegágyba kényszerült, amikor sokat olvasott, és figyelmét megragadták a természettudományok, elsősorban a kémia. Felépülését követően villanszerelő szakmunkástanulónak a Hajógyárban folytatta tanulmányait.

A jó képességű és érdeklődő fiatalemberre felfigyeltek munkahelyén, és felajánlották számára a továbbtanulási lehetőséget. Czeglédi István élt ezzel az ajánlattal, és így Szegedre került, ahol szakértettségizett, majd Budapesten egyetemi ösztöndíjas előkészítő iskolában folytatta tanulmányait. Itt ismerkedett meg későbbi feleségével, Bak Erzsébettel. 1951-ben mindketten felvételt nyertek a moszkvai Gubkin Kőolajipari Egyetem geofizikus mérnöki szakára. Az egyetem befejezése után, 1957-ben a fiatal házaspár az akkoriban létrejött budapesti székhelyű Országos Kőolaj- és Gázipari Trösztnél (OKGT) helyezkedett el.

Czeglédi István szakterülete, a mélyfúrás-geofizika volt, hamarosan osztályvezetőként kezdte meg szakterületének intenzív fejlesztését. Úttörő munkát végzett a hazai szénhidrogén-kutatási célú mélyfúrás-geofizikai értelmezés számítógépes rendszerének megteremtése és az ahhoz szükséges szelvénydigitalizáció és feldolgozóprogramok fejlesztése terén. Ennek az összetett feladatnak a sikere érdekében jelentős koordinálási munkát végzett az OKGT kutatóvállalatai, fejlesztőintézete és a KFKI, az ELGI, más hazai fejlesztőhelyek, valamint a KGST-ben együttműködő külföldi partnerek között. Az ELGI mélyfúrás-geofizi-

kai szakemberei az ő irányítása mellett hozták létre a Karotázs Értelmezési Rendszert (KÉR).

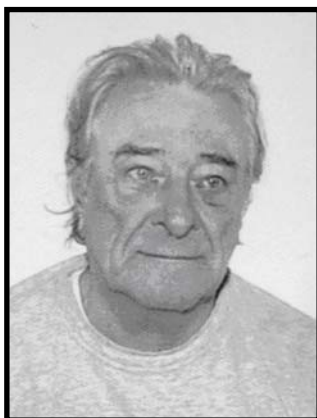
Az ország ipari fejlődése az OKGT erőteljes fejlődését is

magával hozta, így Czeglédi István hamarosan főosztályvezetőként folytatta irányítói tevékenységét. E tevékenysége idején valósult meg az analóg, majd a digitális terepi és számítógépes feldolgozási technikára történő teljes átállás mind a felszíni, mind a mélyfúrás geofizika területén. Külön ki kell emelni azt a jelentős erőfeszítést, amely az ELGI által évenként szerződéses alapon végzett olajipari célú szeizmikus terepi kutatásban, az ELGI-fejlesztésű terepi eszközök megvásárlásában és munkarendbe állításában, valamint az ELGI-nél létrehozott Metrológiai Bázis Országos Kútgeofizikai Metrológiai Bázissá történő bővítésében az ő tevékenysége révén realizálódott.

Irányítása mellett valósult meg a nem

robbantásos szeizmikus jelgerjesztés bevezetése a hazai olajipari kutatásban. Irányította a speciális hazai hő- és nyomásviszonyok közötti, valamint a nagy mélységű kutatáshoz szükséges geofizikai eszközök és eljárások fejlesztését, egyes speciális problémák megoldásához a külföldi cégek bevonását, továbbá az újabb mélyfúrás geofizikai mérési-értelmezési lehetőségek kialakításához szükséges munkát.

Igen jelentős az a tevékenysége, amelyet a hazai olajipari kutatás 1973-ban megindult felgyorsításáért végzett. A kutatás volumenének felfutását, majd szinten tartását kellett megteremteni, illetve kiegyensúlyozott viszonyokat kellett mindenkor biztosítani a geofizikai és fúrásos kutatás között úgy, hogy a termelési tervszámok mindenkor megvalósulhassanak. Biztosítani kellett az intenzív kuta-



Czeglédi István
1930 – 2021

tási munka műszaki színvonalának növelését is, hogy a várt eredményesség megvalósulhasson. Ez a komplex tevékenység oda vezetett, hogy megteremtődött a hazai olajipari geofizika nemzetközi piacon történő kutatási célú önálló megjelenésének lehetősége. Az olajipari célú KGST együttműködés geofizikai viszonylatában ő képviselte az OKGT-t.

Az 1980-as évek elején szívproblémák léptek fel nála, ami oda vezetett, hogy idő előtt, 1985-ben, nyugdíjba kellett vonulnia.

Czeplédi István 1957-ben belépett a Magyar Geofizikusok Egyesületébe, ahol 1958-ban titkári feladattal bízták meg. 1964-től 3 cikluson át 1974-ig az Egyesület főtitkári feladatait látta el. 1974 és 1981 között két cikluson át ügyvezető elnöki, majd 1981 és 1986 között társelnöki funkciót töltött be. A MGE-ben hosszú időszakon át betöltött különböző vezetői tevékenységeinek jelentős szerepe volt a pezsgő egyesületi élet kialakításában. Létrejött a szakmai lap, a *Magyar Geofizika* kiadása, elkezdődött a hazai ankétok, majd a rangos nemzetközi szimpóziumok rendszeres megrendezése. Egyesületi munkáját 1964-ben a Munka Érdemrend bronz fokozata kitüntetéssel, 1974-ben egyesületi Emléklappal, 1975-ben MTESZ Díj odaítélésével ismerték el. A MGE fennállásának 50. évfor-

dulóján, 2004-ben Tiszteleti Tag címmel ismerték el sok évtizedes eredményes egyesületi munkáját.

Czeplédi István elvei mellett következetesen, kitartó, alapvetően optimista természetű, játékos kedvű, természet szerető ember volt. Amíg egészsége engedte, feleségével és munkatársaival szeretett kirándulni. Az országos kék túra útvonalát is bejárták. Nagyon kedvelte a modellvasutakat, így egy mozgatható, impozáns méretű fantázia-dús terepasztalt is kialakított a lakásában.

Feleségével nagytétényi telkükön kora tavasztól késő őszig élvezettel gazdálkodtak. A gondosan megtervezett és karbantartott tanyát, melynek pincéje jó borokat rejtett, Pista midig nagy büszkeséggel mutatta meg. Nyughatatlan tenni akarása nyugdíjas éveiben sem hagyta pihenni, otthonában számítógépes játék programokat írt, emellett keresztretjvények készítésével is foglalkozott.

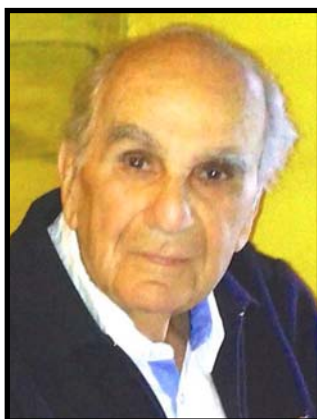
Feleségének 1990-ben bekövetkezett halála nagyon megviselte. Ezután egészségi állapotában is jelentős romlás állott be, 2021. április 26-n halt meg. Hamvait Nagytétényben, az Angeli úti temetőben 2021. május 21-én helyezték örök nyugalomra.

Czeplédi István emlékét tevékeny életének eredményeiben őrizzük meg.

Pályi András

Dr. Dank Viktor

1926 – 2021



Dr. Dank Viktor
1926 – 2021

Szomorú szívvel tudatjuk, hogy 2021. december 7-én elhunyt dr. Dank Viktor akadémiai díjas geológus, a Köz-

ponti Földtani Hivatal egykori elnöke, Magyarország földtani kutatásának meghatározó személyisége és ismert író.

Szerkesztőség

10 éve

2011-ben Budapesten volt a Balkán Geofizikai Társulat 6. Kongresszusa



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