

# A dabronyi negatív gravitációs anomália vizsgálata: eltemetett meteorkráter?

BODOKY T., KISS J.

Magyar Földtani és Geofizikai Intézet (MFGI), 1143 Budapest, Stefánia út 14.  
E-mail: bodoky.tamas@mfgi.hu, kiss.janos@mfgi.hu

A cikk a geofizikai módszerek közül kiemelve a gravitációs kutatást megvizsgálja ÉNy-Magyarország gravitációs anomáliatérképét és megállapítja, hogy Pápa és a Somló hegy között a Bakony eltemetett lábuzatán ugyanolyan gravitációs anomália jelentkezik, mint a szakirodalomban közölt és már bizonyított meteorbecsapódási kráterek esetében. Az anomália környezetében elvégzett gravitációs szűrések, valamint az itt rendelkezésre álló egyéb geofizikai adatok megerősítik, hogy a jelzett területen egy eltemetett, mintegy 20–25 km átmérőjű kerek szerkezet található, amely a becsapódási kráterekre jellemző tulajdonságokat mutat.

## Bodoky, T., Kiss, J.: The interpretation of the negative gravity anomaly at Dabrony: is it a buried impact crater?

The paper points out that, if the gravity Bouguer anomaly map of NW-Hungary is studied, then between the city of Pápa and the Somló hill a large negative anomaly can be seen, which resembles the gravity anomalies of the proven terrestrial impact craters of similar size. Results of different processing of gravity data and other available geophysical data of the area of that anomaly and its surroundings confirm that a buried round structure of 20–25 km diameter can be found here, which shows features typical for terrestrial impact craters.

*Beérkezett:* 2014. július 2.; *elfogadva:* 2014. szeptember 10.

## Bevezetés

French a kozmikus eredetű testeknek a Földbe történő becsapódásáról és a becsapódások nyomainak felismeréséről írt *Traces of Chatastrophe* (1998) című kézikönyvében a meteorbecsapódásokat a Föld alakját, geológiai és biológiai történetét alakító legfontosabb tényezők közé sorolja. Ez indokolja, hogy az 1980-as évek óta egyre intenzívebb érdeklődés kíséri a becsapódások nyomainak, a becsapódási krátereknek (az angol szakirodalomban „impact crater” vagy „impact structure”) a kutatását.

A becsapódások folyamatának jellege erősen eltér a többi ismert, a Földünk arculatát alakító folyamattól (pl. lemeztektonikai folyamatok). Az eltérés lényege, hogy míg a legtöbb folyamat hosszú időn át, fokozatosan változtatja meg a Föld felszínét, addig a nagy meteorok becsapódásai nyugalmi periódusokkal elválasztott hirtelen katasztrófa-ként jelennek meg. A becsapódások során felszabaduló hatalmas, elsősorban hő és nyomás formájában megjelenő energia hatására egyrészt jellegzetes, többnyire kerek krá-

terek képződnek, másrészt különleges közettani, ásványtani, illetve geokémiai folyamatok zajlanak le, olyan közetek, ásványi alakok, illetve repedési formák alakulnak ki, amelyek más módon nem keletkezhetnek. Ezeket a folyamatokat nevezi a szakirodalom „shock” (ütközési) metamorf hatásoknak és a hatásukra kialakuló közeteket, illetve ásványokat „shock” metamorfotoknak. Jelenlétük egy adott területen egyértelmű bizonyítéka egy korábbi becsapódásnak.

A kozmikus eredetű testek becsapódása a becsapódás célterületének igen jelentős morfológiai átalakulásával, az úgynevezett becsapódási krátereknek a kialakulásával jár. A becsapódási kráterek képződésének folyamatát és a kialakuló kráterek felépítését és formáját a szakirodalom részletesen tárgyalja (Grieve 1987, French 1998, Therriault et al. 2002).

Egy becsapódási szerkezet felismerése a fentiek szerint tehát elsősorban morfológiai, illetve közet- és ásványtani sajátosságok alapján történhet. Képződmények morfológiai, illetve közettani-ásványtani sajátosságainak vizsgálata azonban

közvetlen hozzáférést igényel, és így elsősorban a felszínen lévő képződmények esetében végezhető el. A pillanatnyilag ismert becsapódási kráterek többsége (~70%-a) a jelenlegi felszínen van, és többnyire közvetlen megfigyeléssel vagy a térképeken, illetve az űrfotókon megjelenő jellegzetesen ke-  
rek kráter alakjuk révén ismerték fel őket (Earth Impact Database, ld. a Rajmon és Mihejeva hivatkozásokat).

A földfelszínt formáló más folyamatok a becsapódási krátereket lepusztíthatják vagy eltemethetik. Az első esetben a szerkezet a kutatás számára elveszett, míg a második esetben – ha közvetlenül nem is vizsgálható, de kutatható – marad az olyan közvetlen hozzáférést nem igénylő kutatási módszerek számára, mint amilyen módszereket a geofizika kínál.

Ha a geofizika oldaláról közelítjük a becsapódási krátereket, akkor igen leegyszerűsítve a következőket mondhatjuk. Becsapódáskor egyrészt egy kráter képződik, amelyet a visszahulló anyagok csak lazábban töltenek vissza, illetve a célterületnek a kráter alatti és körüli ki nem dobott köze-  
tei összetöredeznek, repedeznek, fellazulnak.

– Gravitációs méréseknél tehát a kráter területén és szű-  
kebb környezetében a környezeténél kisebb sűrűségű kö-  
zeteket, illetve tömeghiányt fogunk észlelni, ezért itt kö-  
zel izometrikus formájú, negatív gravitációs anomáliát várhatunk.

- A lazán visszatöltődött kráter és a körülötte kialakult re-  
pedezett zóna porozitása nagyobb lesz, mint a környező  
sértetlen kőzeteké, így geoelektromos méréseknél a krá-  
ter területén lecsökkent fajlagos ellenállást várhatunk.
- Szeizmikus mérésekkel a kráter morfológiája mutatható  
ki.
- Földmágneses méréseknél nincsen a fentiekhez hasonló  
egyszerű, direkt indikáció, egy becsapódás azonban  
megzavarhatja a célterület korábbi mágnesesanomália-  
képét – egy nagyjából anomáliamentes területen ez ész-  
revétlen is maradhat.

A kráterek fentiekben felsorolt geofizikai indikációi ak-  
kor is működnek, ha a krátert a kialakulása után üledékek  
takarják be, és így a becsapódási szerkezet a mélybe kerül.  
és az a közvetlen vizsgálatok számára hozzáférhetetlenné  
válik. Az ismert kráterek geofizikai vizsgálatáról számos  
cikk jelent meg a szakirodalomban (Hajnal, Scott 1988,  
Pilkington, Grieve 1992, Ernstson és Claudin, Therriault et  
al. 2002, Grieve, Therriault 2004). Ezekből a vizsgálatokból  
kiderül, hogy a becsapódási kráterek geofizikai indikációi  
jelentősen függenek a kráterszerkezet átmérőjétől. Így ha  
egy új szerkezet vizsgálatáról van szó, akkor annak a jel-  
lemzőit lehetőleg a vele nagyjából azonos átmérőjű ismert  
szerkezetek jellemzőihez szabad csak hasonlítani.



**1. ábra** | É-Dunántúl gravitációs Bouguer-anomáliatérképe  
**Figure 1** | Gravity Bouguer anomaly map of NW Hungary (N Transdanubia)

## Magyarország területén feltételezett becsapódási szerkezetek

Magyarország területén bizonyítottan kozmikus eredetű test becsapódása következtében létrejött krátert nem ismerünk. Egy-két kisebb felszíni szerkezettel kapcsolatban ugyan felmerült ez a lehetőség, pl. Meggyespuszta vagy Szilvágypatkó (Arday et al., 1999) esetében, de ezeknél a bizonyítás hiányzik, illetve eddig eredménytelen.

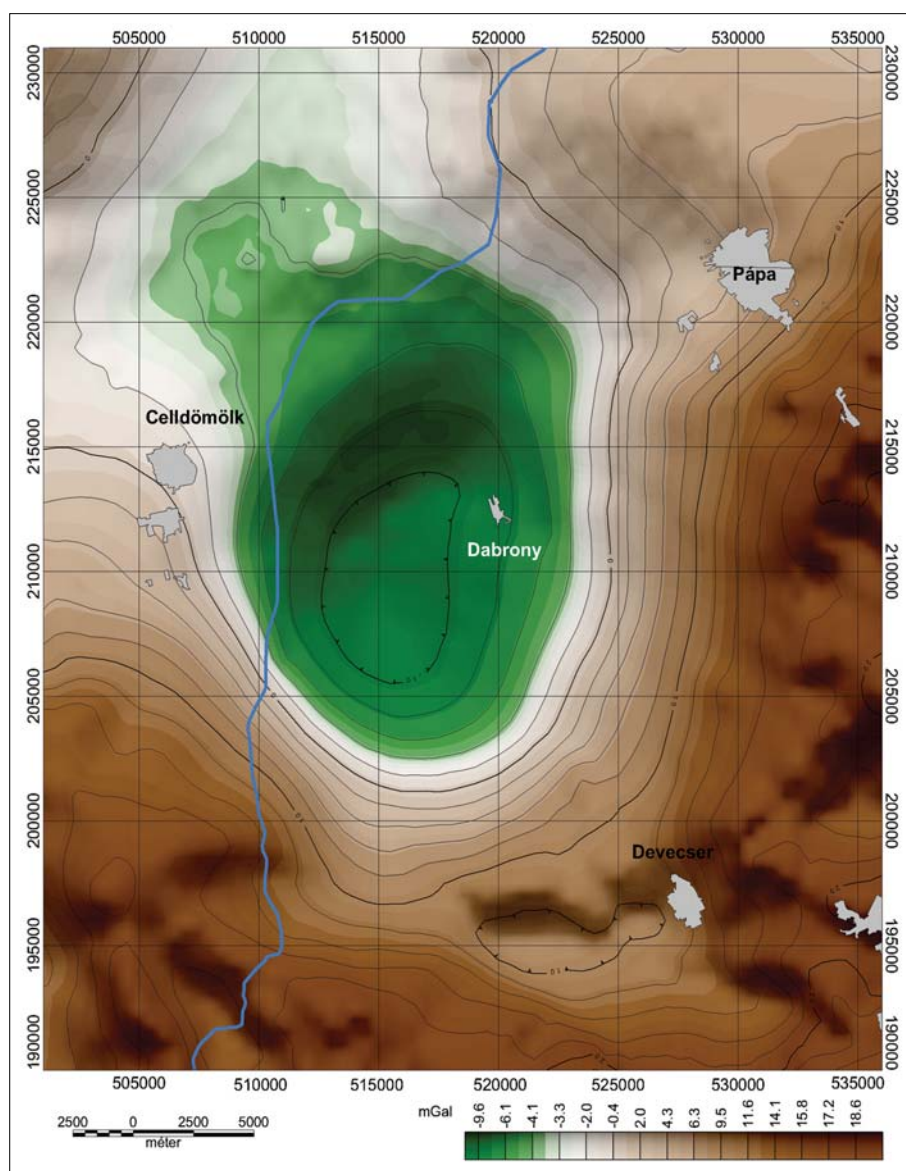
Részletes geofizikai vizsgálatot végeztek a magyarmecseki tellurikus vezetőképesség-anomália (Nemesi et al., 2000) területén Bodoky és munkatársai (Bodoky et al. 2004, Bodoky et al. 2006, Bodoky et al. 2007), amelyeknek alapján a magyarmecseki eltemetett szerkezetet „valószínű” becsapódási kráternek minősítették a nemzetközi kráterkatalógusok (ld. Rajmon és Mihejeva). A szerkezet

mélysége miatt azonban az ásvány- és kőzettani bizonyítás itt sem volt elvégezhető. A szerkezet nem keltett elég érdeklődést ahhoz, hogy a megfelelően közeli furások magjait megvizsgálják.

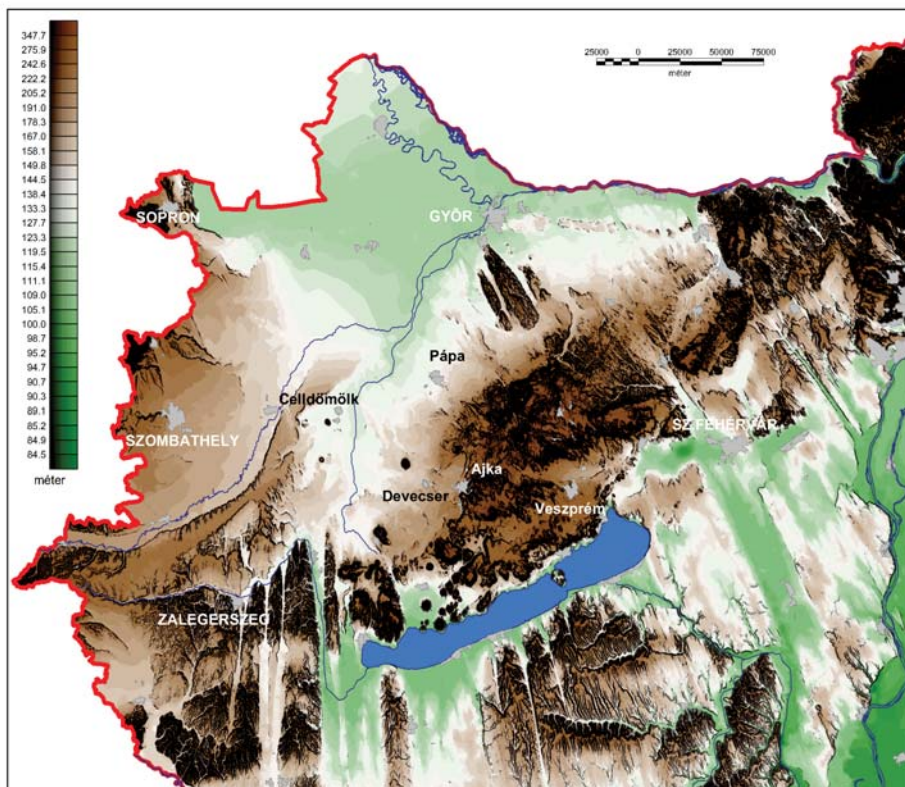
## A dabronyi gravitációs anomália

Magyarország geofizikai felmérése igen jónak tekinthető. Az országos gravitációs és mágneses alaptérképek gyakorlatilag 100%-osan lefedik az országot (Kiss 2012, 2013), a tellurikus vezetőképesség-alaptérkép lefedi az ország üledékekkel takart részét, a szeizmikus felmérés elsősorban az üledékes területeken szintén jónak tekinthető.

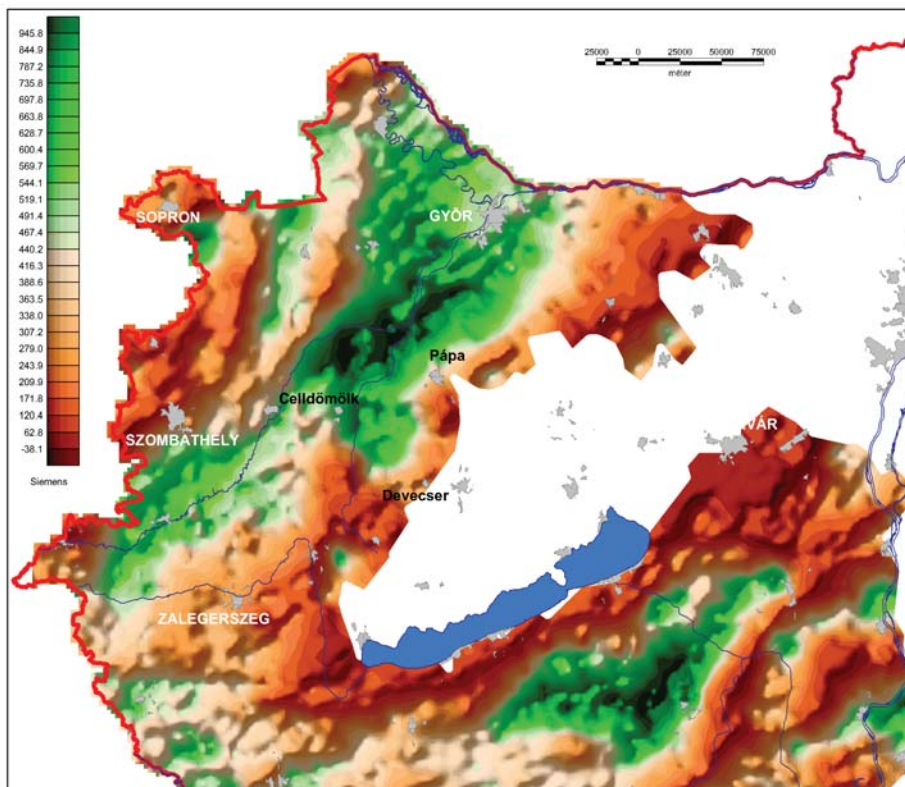
Az elérhető geofizikai adatok közül – miután talán ez a kráterszerkezetek legjellegzetesebb indikációja – kiemeltük



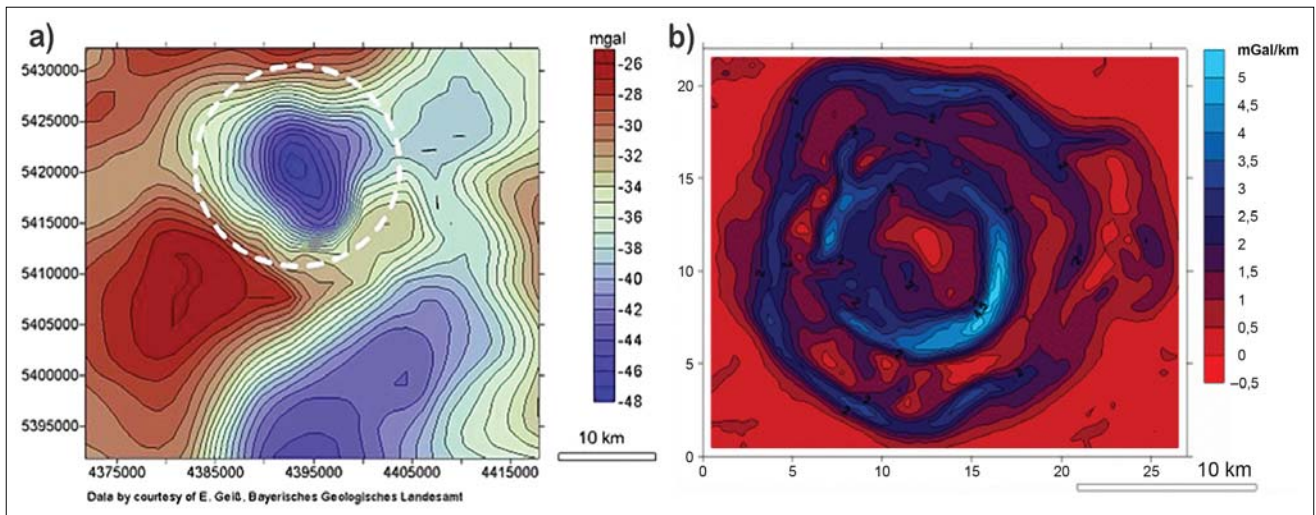
**2. ábra** | A dabronyi gravitációs anomália kinagyított képe  
**Figure 2** | Enlarged image of the Dabronyi gravity anomaly



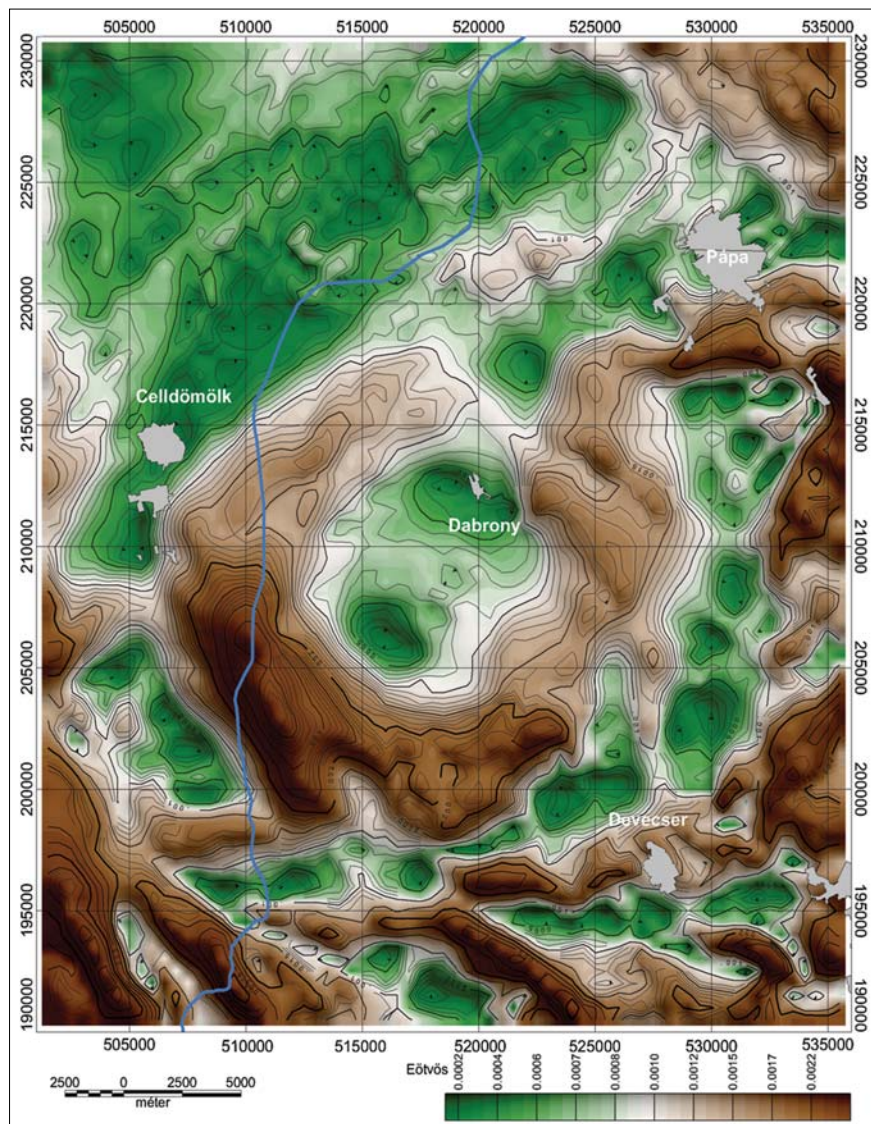
**3. ábra** | A terület topográfiája  
**Figure 3** | Topography of the studied area



**4. ábra** | A terület tellurikus vezetőképesség-térképe (Nemesi et al. 2000 nyomán)  
**Figure 4** | Telluric conductivity map of the of Dabronyi gravity anomaly area and its surroundings



**5. ábra** | A Ries-kráter Bouguer-anomáliatérképe (a) és maradékanomália-térképének horizontális gradiense (b) Ernstson és Claudin nyomán  
**Figure 5** | Bouguer anomaly map (a) and the Bouguer residual anomaly horizontal gradient map (b) of the Ries crater after Ernstson and Claudin



**6. ábra** | A dabronyi gravitációs anomália horizontálisgradiens-képe a regionális hatások eltávolítása után  
**Figure 6** | Bouguer residual anomaly horizontal gradient map of the Dabronyi gravity anomaly area

a gravitációs adatokat, és először Magyarország gravitációs Bouguer-anomáliatérképét (Kiss 2006, 2009) vizsgáltuk meg. Ha az ÉNy-Dunántúl Bouguer-anomáliatérképére tekintünk, rögtön feltűnik, hogy míg az anomáliák döntő többsége a nagyszerkezeti irányokhoz igazodik, addig a Bakony DNy-i (vagy a Kisalföld D-i) peremén, a Pápa–Cell-dömölk–Devecser által határolt területen ez a tendencia megtörik. A Dunántúli-középhegység ÉNy-i oldalának odáig nagyjából egyenletes vonalát egy 20–25 km átmérőjű beöblösődésben egy jelentős amplitúdójú (a Kisalföld legmélyebb részeinek értékeivel összevethető) negatív gravitációs anomália jelentkezik, amely nem illeszkedik a terület nagytektonikájába (1. ábra).

Az anomália alacsonyabb értékű részei még nyitottak a Kisalföld irányában, negatív csúcsa körül azonban már záródnak az izovonalak. Legnagyobb negatív értéke Dabronytól DNy-ra található (2. ábra).

Az anomália nagyjából kör alakot mutat, amely nemcsak a tektonikába nem illeszthető be, de nem tükröződik a terület topográfiájában sem (3. ábra). A Bakony ÉNy-i oldalán a jelzett helyen nem találunk semmilyen beöblösődő medencét. Ez utóbbi arra enged következtetni, hogy mélybeli hatóval van dolgunk.

A gravitációs anomália alakja és jellege alapján érdemesnek látszott megvizsgálni, hogy vajon nem egy eltemetett meteorkráterrel van-e dolgunk. A gravitációs Bouguer-anomáliatérképet összehasonlítottuk a dunántúli tellurikus vezetőképesség-térképpel (Nemesi et al. 2000), amit a 4. ábra mutat be.

A tellurikus vezetőképesség-térkép a gravitációs anomáliával jól korreláló vezetőképesség-anomáliát, megnövekedett vezetőképességet jelez a gravitációs minimum helyén. A vezetőképesség-anomália átmérője valamivel nagyobb, és középpontja enyhén eltolódott Ny-i irányban a gravitációs anomália középpontjához képest. A vezetőképesség-térkép tehát összhangban van a „kráter”-hipotézissel.

Ahol geofizikai indikációk alapján felmerül a lehetősége annak, hogy becsapódási szerkezettel van dolgunk, ott a szakirodalom (Therriault et al. 2002) ezeknek az indikációknak egy hasonló méretű, ismert (bizonyított) meteorkráter megfelelő jellemzőivel történő összehasonlítását javasolja. Európában az egyik legrégebben felfedezett, megkutatott és leírt meteorkráter a D-németországi Nördlinger Ries-medence, vagyis a Ries-kráter (Pohl et al. 1977), melynek átmérője 22–23 km. A Ries-kráter geofizikáját a szakirodalom részletesen tárgyalja, amelynek jó összefoglalása található Ernstson és Claudin „Impact structures – Meteorite Craters” című internetes oldalán. Ebből a publikációból mutatunk be két térképet (5. ábra).

Különösen érdekes az 5b ábrán látható horizontálisgradiens-térkép gyűrűs szerkezete. Ernstson és Claudin hasonló gravitációs anomália-térképeket mutatnak be több más kráter esetében is, például a franciaországi Rochechouart, az ausztráliai Wolf Creek, a kanadai Brent, a finnországi Lappajärvi stb. kráterek esetében. A hasonló méretű kráterek esetében az anomáliaképek is nagyon hasonlóak. Elkészítettük ezért a dabronyi gravitációs anomália regionális

hatásoktól megtisztított horizontálisgradiens-térképét, melyet a 6. ábra mutat be.

A 6. ábrán látható horizontálisgradiens-térkép ugyanazt a gyűrűs szerkezetet mutatja, mint a szakirodalomban leírt, bizonyított meteorbecsapódási kráterek hasonló térképei.

## Következtetések

A dabronyi gravitációs anomália területének bemutatott geofizikai, elsősorban gravitációs tulajdonságai alapján az anomália hatójaként egy eltemetett, krátterszerű szerkezetet tételezünk fel, amelyről analógiák alapján feltesszük, hogy egy kozmikus eredetű test becsapódása hozta létre, vagyis hogy az anomália hatója egy jelentős méretű meteorkráter.

## A tanulmány szerzői

Bodoky Tamás, Kiss János

## Hivatkozások

- Arday A., Bérczi Sz. Don Gy., Lukács B., 1999: Preliminary report of Szilvágy-Patkó (horseshoe): A new (possible) impact crater remnant in Hungary. Kézirat
- Bodoky T., Kummer I., Kloska K., Fancsik T., Hegedüs E., 2004: A magyarmecskei tellurikus vezetőképesség anomália: eltemetett meteorit kráter? Magyar Geofizika 45, 96–101
- Bodoky T., Kis M., Kummer I., Don Gy., 2006: The telluric conductivity anomaly at Magyarmecske: is it a buried impact crater? In: 40th ESLAB Proceedings CD. First International Conference on Impact Cratering in the Solar System, Noordwijk
- Bodoky T., Don Gy., Kis M., Kummer I., Posgay K., Sörös L., 2007: Is the Magyarmecske telluric conductivity anomaly a buried impact structure? Central European Geology 50/3, 199–223
- Ernstson K., Claudin F.: Ernstson Claudin Impact structures – meteorite craters / Geophysics of impact structures. <http://www.impact-structures.com/geophysics-of-impact-structures-2/gravity-surveys/>
- French B. M., 1998: Traces of catastrophe: a handbook of shock-metamorphic effects in terrestrial meteorite impact structures. LPI Contribution No. 945, Lunar and Planetary Institute, Houston
- Grieve R. A. F., 1987: Terrestrial impact structures. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 15, 245–270, Book Chapter
- Grieve R. A. F., 1990: Impact cratering on the Earth. Scientific American 1990, April
- Grieve R. A. F., Therriault A. M., 2004: Observations at terrestrial impact structures: Their utility in constraining crater formation. Meteoritics & Planetary Science 39/2, 199–216
- Hanal Z., Scott D., 1988: Reflection study of the Haughton impact crater. Journal of Geophysical Research 93/B10, 11930–11942
- Kiss J., 2006: Gravity Bouguer anomaly map of Hungary. Geophysical Transactions 45/2, 99–109
- Kiss J., 2009: Regionális gravitációs hatások, izosztatikus anomáliák Magyarországon. Magyar Geofizika 50/4, 153–171
- Kiss J., 2012: A Kárpát-Pannon régió Bouguer-anomáliatérképének frekvenciartománybeli vizsgálata és értelmezése. Magyar Geofizika 53/4, 236–257
- Kiss J., 2013: Geomágneses adatok feldolgozása és értelmezése: spektrális mágneses adatfeldolgozás és képfeldolgozás, Magyar Geofizika 54/2, 89–114

- Mihejeva A. V., 2008: A Föld becsapódási szerkezeteinek katalógusa [elektronikus honlap], (Михеева, А.В., 2008: Web-сайт «Каталог Импактных Структур Земли») <http://omzg.sssc.ru/impact>
- Nemesi L., Varga G., Madarasi A., 2000: Telluric map of Transdanubia. *Geophysical Transactions* 43, 169–204
- Pilkington M., Grieve, R. A. F., 1992: The geophysical signature of terrestrial impact craters. *Reviews of Geophysics* 30, 161–168
- Pohl J., Stöffler D., Gall H., Ernstson K., 1977: The Ries impact crater. In: *Impact and Explosion Cratering*. Roddy D.J., Pepin R.O., Merrill, R.B. (eds.), Pergamon Press, New York, pp. 343–404
- Rajmon D.: Suspected Earth Impact Sites database, <http://david.rajmon.cz>, [drajmon@yahoo.com](mailto:drajmon@yahoo.com)
- Therriault A. M., Grieve R. A. F., Pilkington M., 2002: The recognition of terrestrial impact structures. *Bulletin of the Czech Geological Survey* 77/4, 253–263
- University of New Brunswick – Planetary and Space Science Centre: Earth Impact Database, <http://www.passc.net/EarthImpactDatabase/index.html>