

## Válasz Szarka László akadémikus úr bírálatára

Először is köszönöm tisztelt Bírálom gondos értékelését, megtisztelő és dicsérő szavait, érdekes és gondolkodásra inspiráló kérdéseit. Külön köszönöm, hogy munkámat könyv formában is megjelentetni javasolja, így a bírálatában említett pontosító megjegyzések, illetve a feltett kérdéseire adott válaszok alapján a munka javításának így gyakorlati célja is mutatkozik.

Tisztelt Bírálom számozott pontokban tesz fel kérdéseket és fűz munkámhoz kommentárt, az alábbiakban szigorúan ezekhez kapcsolódóan adok tételes választ.

1. „a Föld alakja leheletnyivel kisebbnek tűnt” – helyesen: a közelítő ellipszoid nagytengelye kisebbnek tűnt.
2. Tisztelt Bírálom megjegyzését elfogadom.
3. Megköszönve a 2. fejezetet illető elismerő szavakat, a rövidítések egyértelműsítését célzó javaslatot (és az annak hiányára vonatkozó bírálatot) természetesen elfogadom.
4. Boccaletti említett könyve előszavának ix. oldalán így ír: *„the ambition of this present book is that of pointing out how from the very beginning the speculations about the shape and the size of the Earth were not confined to the technology but traversed the evolution of human thought itself”* – vagyis ő azt mutatja be, hogy az emberi gondolkodás evolúciója hogyan mutatkozik meg a Föld alakjára és méretére vonatkozó témában. Így valójában az én dolgozatom 3.1, 3.2, 3.3 alfejezetének az alkalmazások nélkül vett részeivel ekvivalens, legalábbis célkitűzésében. Ő sokkal részletesebb az ókor tekintetében, és külön fejezetben foglalkozik az általam kihagyott európai középkorral, miközben a XIX. század közepe után történeteket már csak utalásszerűen, vázlatként tekint át, épp csak említve a – szerintem – nagyon jelentős porosz-német vonalat. Ahogy azt tisztelt Bírálom is említi, az én célkitűzésemnek gyakorlati célja is van: a történeti térképművek georeferálásához szükséges metaadatok megbecslése.
5. a) – Véleményem szerint Eötvös azért említi Poszeidonioszt és „hagyja ki” Ptolemaioszt, mert a Föld méretére (és a későbbi korokban: alakjára) vonatkozó méréseket foglalja össze. Ptolemaiosz, az első „kerethálózat” és első világtérkép készítője használta e mérések eredményeit, de tudomásunk szerint nem végzett újabbakat. Az én dolgozatom gondolatmenete szempontjából viszont fontos a kerethálózat és az abban „kódolt” földméret, hiszen mind Eratoszthenész, mind Poszeidoniosz „sztadion” egységben adta meg a Föld méretét, amelynek mai hossz mértékre számítása nem egyértelmű; b) – Richer órája késésének becslésénél Eötvös adata pontos. Ha az 1980. évi geodéziai rendszerben adott egyenlítői nehézségi gyorsulást és gravitációs lapultságot használjuk, és a gravitációs normálformulában a  $\sin^2(2\Phi)$ -t tartalmazó tagot elhanyagoljuk, akkor a kb. 49. fok földrajzi szélességen (Párizs) beállított inga a kb. 5. fok szélességen (Cayenne) 1 másodperc helyett 1,001435 másodperc alatt leng egy periódust. A különbséget 86.400-zal (egy napban ennyi másodperc van) szorozva az eltérés 124 másodperc, valamivel több 2 percnél.
6. Ezt a gondolatot Newton (1687) nagyon hasonló érveléssel leírja, és ott (dolgozatom 22. oldalán) említem is. Mindazonáltal Eötvös gondolati íve és teljes életművének témába eső része nemcsak említést ér majd meg akkor, ha – ahogy tisztelt Bírálom javasolja – dolgozatom könyv formájában is publikálást nyer. A 3.1., 3.2. és 3.3.

alfejezethez hasonlóan, ahol a kezdőmeridiánok, a hosszúságok és a gravitációs mérések történetét „csatolom” az egyes időszakok történeti leírásához, a 3.4. ponthoz éppen Eötvös életművének e vonatkozásait terveztem összefoglalni, de azt a végső szerkesztéskor nem találtam méltó minőségűnek. Talán nem is baj; hisz a mostani vita tapasztalatai és az Eötvös- emlékévkapcsán számomra felmerülő újabb összefüggések felhasználásával ez szebben megírható lesz.

7. A trigonometria első rendszeres kidolgozójának valóban a görög kultúrát tartjuk, ahogy a „trigonometria atyja” címet szokás niceai Hipparkhosznak adni, aki – sajnos fenn nem maradt – táblázatokat is készített. Ő és Ptolemaiosz is a húrfüggvényt (a középponti szög függvényében a húr és a sugár arányát) adták meg e táblázatokban. Ez ugyan nem a ma használatos, szinusz-koszinusz-rendszer, de azzal ekvivalens információ. A szinuszfüggvény az, amely Európába arab közvetítéssel jut – Indiából (Boyer, 1991).
8. Withers (2017) munkáját azért idéztem, mert – meglepő módon – ez tűnik az első angol nyelvű modern referenciának arra, hogy a ferrói kezdőmeridián valójában a párizsihoz képest 20 fokkal definiált elvi hosszúsági kör. Ezt ugyan a dolgozatomban idézett korai munkák, elsősorban Delisle (1722) vagy az 1884-es washingtoni konferencia jegyzőkönyve is tartalmazzák, és egy 2007-es cikkemben, magyar nyelven én is leírtam. Az idézett műből mást nem idéztem. A tisztelt Bírálóm által említett, szintén 2017-es Withers-cikk ugyanakkor a földrajzi jellegű információk által az olvasóban kiváltott bizalomról szól, én – nem lévén bölcész – még a másfél oldalas konklúzióknak a lényegét sem tudom röviden, de megbízhatóan megadni.
9. Az itt említettek közül Anton von Fligely (1859) ad áttekintést az osztrák katonai térképészet történetéről a XIX. század közepéig. Ebben röviden leírja mindkét említett fölmérést. Havasalföld 1864-es, Szatmári-Pap Károly (a román szakirodalomban Carol Pop Satmari) által, a krími háború alatt készült osztrák térképműről másolt térképet egy román projekt keretében feldolgoztuk és weben publikáltuk (Bartos-Elekes et al., 2013).
12. A korabeli (gyakorlatilag a NAD-27 rendszert megelőzően, praktikusán 1925-ig készült) amerikai topográfiai térképek (1:250.000; 1:125.000, 1:62.500 és 1:31.250 méretarányban) a projekt keretében GeoTIFF és Google Earth KMZ formátumban, szelvényenként elérhetők, letölthetők, azokból adatbázis szervezhető. A munkát nagyszámú (több százezer) illesztőpont felhasználásával végezték, amelyeknek nem a korabeli, hanem a ma is használt NAD-27 rendszerbeli koordinátái adóttak. A MAPIRE projekt keretében e térképek feldolgozása (az amerikai projektben elérhető feldolgozott adatoktól függetlenül, az eredeti, szkennelt térképekből kiindulva) folyamatban van, a végső időpontjára ez a munka feltehetően le is zárul. Mivel 1925 előtt az amerikai felmérésekben csak igen kevés helyen történt hálózat-kiegyenlítés, megkíséreljük a térképek dátumaként a Hirt (2013)-féle függővonal-elhajlás adatok korrekciós beiktatásával közvetlenül a WGS-84 dátumot megadni. Ez az eljárás egy kisebb területen (Mississippi-delta) elvégzett teszt során megbízható eredményeket biztosított. E módszerrel néhány „mérnök-hónap” időbefektetéssel sikerül eljutni az amerikai projekttel nagyjából azonos végeredményre, amelyet a MAPIRE területén a nem szakmabeliek számára is megérthető és elérhető módon teszünk hozzáférhetővé. – b) Liu et al. (2018) az OSU (Ohio State University) projektjét mutatják be, amelynek történeti térképes modulja a David Rumsey Map Collection (DRMC; a MAPIRE legkomolyabb versenytársa) adatain alapul. A DRMC-ben elérhető térképeket, jellemzően „crowdsourcing”-szervezéssel (tehát tetszőleges, akár laikus jelentkezők önkéntes munkájával vagy diákmunkában) megadott, nagyszámú illesztőponton

georeferálják, és Google Earth KMZ formában teszik publikussá. A dolgozatban említett Cassini-féle francia térkép illetve a porosz 1:25.000 méretarányú felmérés esetében is hivatkozom a DRMC-re, mint alternatív adatforrásra; ezeket a térképműveket ők ugyanígy, a fenti technikával georeferálták. Összességében tehát a kérdésre a válaszom az, hogy a két említett projekt (illetve a második esetben az abban használt térképeket georeferáló projekt) célja az enyémmel azonos, de a módszer teljesen más. Míg én a korabeli térképek metaadatai (vagy a függővonalelhajlás-adatok) alkalmazásával olyan módszert fejleszték, amely kevés számú (térképszelvényenként ideális esetben négy) illesztőpontot kíván meg, az alternatív módszer képes metaadatok nélkül is georeferálni, ha nagyon sok (szelvényenként 20-100, vagy még több) illesztőpont áll rendelkezésre.

13. Vitatkozom azzal, hogy munkám nem foglalkozik a geoid kérdéskörével – miközben azt elismerem, hogy az ezzel foglalkozó részeket egy fejezetbe is lehetne szervezni, hiszen most a Bevezetésben, az ellipszoid és a geoid alakú Föld, illetve a „Helmerttől napjainkig...” c. alfejezetekben tárgyalok olyan dolgokat, amelyek egy gondolati ívbe szervezve egy geoid témájú, hangsúlyos fejezetet adnának. Meg lehetne csinálni, ez egy más szerkezetű munka lenne.
14. a) Az űrgravimetriának tisztelt Bírálom által írt elvi és gyakorlati jelentőségével egyetértek. Vitatom ugyanakkor, hogy az Eötvöst követő felszíni gravimetriával kapcsolatos gyakorlati geofizikai ismeretek ne tartoznának szorosan a témához. A Heiskanen (1957)-féle tisztán gravimetriai geoidmegoldás nem lett volna megvalósítható a LaCoste-Romberg graviméterek által szolgáltatott nagyszámú – szárazföldi és tengeri – relatív g-mérés nélkül. b) ami Horváth Ferenc professzor úr űrgravimetriai eredményeinek és azok geodinamikai értelmezésének az összefoglalását illeti, tisztelt Bírálom szerencsére nyitott ajtón kopogtat: épp a hetekben kaptam felkérést a Horváth Ferenc-életművet összefoglaló és méltató Földtani Közlöny-különszámba egy ilyen témájú cikk megírására.
14. (a második): 1976-ban és 1982-ben (tehát amikor Stegena Lajos szerkesztésében az „A magyar térképészet kezdetei”, illetve a „Lazarus secretarius – The first Hungarian mapmaker and his work” c. monográfiák megjelentek), de még a Vetülettan c. könyve 1988-as megjelenésekor is a térképi torzulások vizsgálata – hazai szinten – nem jelenthetett szisztematikus számítógépes munkát. Ehhez képest figyelemreméltó és sok tekintetben csodálni való elsősorban Érdi-Krausz György munkája, aki a Lázár-térképet egyfajta hálózat mentén vizsgálta, az adott pontokon torzulási mutatók számításával. Stegena (1988) ennek alapján vonhatta le a következtetést az alkalmazott vetületre. Arra azonban hadd hívjam fel a figyelmet, hogy a ptolemaioszi vetület alkalmazásának lehetőségét korábban Cholnoly (1943) és Irmédy-Molnár (1958, 1964) is felvetették. Stegena Lajos igazi integratív tudósként mindezen ismereteket, eredményeket fűzte egy (illetve két) monográfiába illetve egy gondolatmenetbe. Az én eredményem ebben a kérdésben az, hogy egyrészt számítógépes eszközökkel, és kb. 600 felismert illesztőponttal a Lázár-térképnek a ptolemaioszi vetület alkalmazásával relatíve pontos georeferálását adtam meg, és ehhez megbecsültem e térkép vonatkozásában a ptolemaioszi vetület paramétereit (standard paralelkörök és középméridián) is.
15. Az e pontban megfogalmazott megjegyzéssel teljes mértékben egyetértek.
16. A megjegyzést elfogadom, a Nemzetközi Geofizikai Évre – amely a hidegháború időszakában is komoly tudományos kooperációt irányzott elő és ért el komoly eredményeket – és annak jelentőségére csak az Előszó végén térek ki egy fél mondat

erejéig. Egyetértek tisztelt Bírálómmal abban, hogy ez a téma egyszerű említésnél többet érdemel. Többet érdemel, már csak azért is, mert miközben a geofizika akkor talán legfontosabb kérdésében, a lemeztektonikában és az azt megalapozó mérésekben valódi kooperáció is megvalósult, épp a dolgozatomban említett témakörökben – a Föld potenciálméleti alakja és az űrkutatás (és az azt megalapozó rakétatechnika) terén késhegyig menő verseny volt a nagyhatalmak között! A miértre nagyon egyszerű választ találni: az atomfegyverek célba juttatásának kérdése ez, az interkontinentális ballisztikus rakéták célzási pontosságáé és kapacitásáé. Ez egyrészt a geoid minél pontosabb ismeretét, másrészt a hordozóeszközök fejlesztését jelentette. Az „űrverseny” alakulása közismert: jelentős szovjet előny 1957-ben majd 1961-ben is, amelyet Amerika 1965-re kiegyenlít majd 1969-ben Holdra lép és megszerzi a szimbolikus győzelmet. A „geoid-verseny” messze nem közismert, de – a dolgozatom benyújtását követően fellelt – szovjet cikkek mutatják, hogy ők már 1952-ben (!) gömbüggyvény-sorokkal megadottan (!) előálltak tisztán gravimetriai geoidmegoldással (Zsongolovics, 1952), amely így a teljes Földre becsült potenciálfelületet a Heiskanen (1957)-féle modell előtt 5 évvel ábrázolta. Az amerikaiak ezt az előnyt az 1960-as évek közepére kiegyenlítik. Ez pedig – és szerencsére csak ez – nem a kooperáció területe (annak ellenére, hogy az amerikai számításokat az időszak elején irányító Heiskanen és a szovjet geoidkutatást vezető Zsongolovics feltehetően – még 1917/18-ból Pétervárról – régről ismerhették is egymást).

17. A megjegyzést köszönöm és elfogadom. A konkrét eredmény a „szakirodalmi kutatás” esetében a 3. fejezet eszmétörténeti részeinek közreadása. A „Megvizsgáltam annak lehetőségét” fordulat elhagyható; az eredmény a MAPIRE-adatbázis fejlesztésekor használt geoforerálási módszer.

Még egyszer megköszönöm tisztelt Bírálómnak az opponensi vélemény elkészítésébe fektetett munkáját, és köszönöm, hogy munkámat nyilvános vitára alkalmasnak ítélte.

Budapest, 2019. január 15.

/ Timár Gábor /

*A válaszban adott hivatkozások a dolgozatban megtalálhatóak, az alábbiak kivételével:*

Boccaletti, D. (2018): The shape and size of the Earth – A historical journey from Homer to artificial satellites. Springer, 193 p.

Boyer, C. B. (1991): A history of mathematics. Wiley, 736 p.

Liu, D., Toman, E. , Fuller, Z., Chen, G., Londo, A., Zhang, X. (2018): Integration of historical map and aerial imagery to characterize long-term land-use change and landscape dynamics: An object-based analysis via Random Forests. Ecological Indicators 95(1): 595-605.

Withers, C. W. J. (2017): Trust – in geography. Progress in Human Geography 42(4): 489-508.

Zsongolovics, I. D. (1952): Внешнее гравитационное поле Земли и связанные с ним фундаментальные константы, Труды Института теоретической астрономии, с. 3, 129 p.