A Föld árapályának kapcsolata bolygónk belső szerkezetével elméleti és megfigyelési adatok alapján*

II. Rész

*VARGA PÉTER***

Mivel ezeket az anomáliákat olyan egymástól független állomásokon mérték, amelyek műszerei egymás között távolról sem minden esetben mentek át összehasonlításon, feltétlenül érdekes az eltérések meghatározása olyan műszerrel, amely az előbbiekben ismertetett műszervizsgálatokon átesett. Az *ELGI BN–07* regisztráló graviméterével Bonn, Tihany, Pecny és Obminszk állomásokon végzett megfigyelések *(5. táblázat)* eredményei a 4. táblázat alapján kimutatott anomália értékek objektivitását megerősítik annál is inkább, mert az 5. táblázat alapján megállapítható, hogy a regisztrált görbék minősége jó, a mérési hibák kicsik, a műszer különböző vizsgálataival az esetleges szisztematikus külső hatások mértékét kellő pontossággal megbecsültük.

5. táblázat – таблица – Tabelle

Hullám \ Állomás	BONN	TIHANY	PECNY	OBMINSZK
O_1	1,158±0,003	1,172±0,002	1,153±0,003	1,159±0,003
K_1	1,149±0,002	1,144±0,001	1,130±0,002	1,147±0,002
N_2	1,193±0,014	1,167±0,009	1,176±0,009	1,192±0,011
M_2	1,197±0,003	1,187±0,002	1,183±0,002	1,185±0,002
S_2	1,212±0,006	1,186±0,004	1,195±0,004	1,191±0,005
HIBA	2,31 μgal	1,23 μgal	1,84 μgal	2,11 μgal
SOROZAT HOSSZA (NAP)	90	40	115	110

Megjegyzések:

1. Obminszk eredményei előzetesek
2. Tihany esetében a 40 napig tartó megfigyelések időtartama nem elegendő az amplitúdóhányadosok értékének pontos meghatározásához

Így megalapozhatunk néhány további következtetést az európai állomáshálózat adatait tartalmazó 4. táblázat alapján.

Ehhez azonban szükséges néhány kiegészítő információ a világtengerek árapályának jellegéről és arról, hogy körülbelül mennyire megbízhatók a kotidális térképek. A szilárd Föld árapályával szemben, ahol a Newton által kidolgozott sztatikus árapály-elmélet érvényesül, és ahol az egyes hullámok amplitúdóinak aránya jó közelítéssel olyan, amint azt az égi mechanika alapján el-

* Elhangzott: 1976. ápr. 15. I. rész XVII. évf. 6. sz.-ba.

** Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet.

méletileg meghatároztuk, a tengerek árapályában a Laplace által kidolgozott dinamikus elmélet érvényesül, azaz a víz részecskék árapály-keltette mozgását, mint vertikális és horizontális irányú hullámmozgást vizsgáljuk. Laplace differenciálegyenleteinek numerikus megoldása a mareográfok által megfigyelt idősorok harmonikus analízisének eredményeiből ndul ki, és igen összetett feladat.

Rengeteg körülményre kell figyelemmel lenni (a medence formája, a fenék morfológiája, a szilárd Föld árapálya, vertikális sűrűség-inhomogenitások, hol és hogyan játszódik le az energia disszipációja stb.). A különböző szerzők által végzett számítások alapján összeállított kotidális térképek, részben az adatok eltérő volta miatt, részben a figyelembe vett hatók eltérő száma miatt többékevésbé eltérőek (6). Legjobb a megegyezés az Atlanti óceán északi részében, míg a tengerek árapálya szempontjából a Csendes óceán déli része gyakorlatilag ismeretlen terület. Abban az egyes szerzők azonban teljes mértékben megegyeznek, hogy a tengerek árapályában az egésznapos hullámok amplitúdója igen kicsi a félnaposokhoz képest. Így a Föld árapályában a legnagyobb hullámok közé tartozó K_1 és O_1 hullámok az óceánokban kis amplitúdóval bírnak. Legjelentősebb az M_2 félnapos árapályhullám, melynek a földi árapályban is igen nagy az amplitúdója. Az óceáni árapály modelleken történő vizsgálata megmutatta, hogy a kotidális térképek erősen függenek a disszipáció értelmezésétől, a parti határfeltételek megfogalmazásától és mind nagyon érzékenyek a lokális perturbációkra, melyek a kontinentális talapzatból a mélytengerekbe való átmeneti felszíntől, a szigetek eloszlásából származnak. Ezek a perturbációk lokálisan igen nagy szerephez juthatnak az árapály alakításában. A világóceánokban végbemenő nagy luniszoláris eredetű tömegátrendeződések, és a következtükben létrejövő deformációk erős hatást gyakorolnak még a kontinensek belső részeiben is az amplitúdóhányadosok értékére. Fentiekből nyilvánvaló, hogy ez a hatás elsősorban az M_2 hullám esetében nyilvánul meg. Rendkívül fontos a két árapály kapcsolatának vizsgálata. A tengerek hatását a Föld árapályára számos szerző vizsgálta, a legismertebbek Percev (17), (18) eredményei. Az utóbbi időben Groten és Brennecke (3) publikáltak ilyen számítási eredményeket. A fordított irányú vizsgálat is érdekes. Az óceáni árapály okozta földi árapály-korrekciók ellenőrzése nagyobb területen eloszló mérésekkel értékes korrekciókat, feltételeket szolgálhat az óceáni árapály vizsgálatához. A Föld árapálya alapján területi átlagok meghatározása válik lehetővé, melyek mentesek azoktól a lokális hatásoktól, melyekre az óceáni árapály olyan érzékeny. Így közelebb kerülhetünk annak megértéséhez, hogy az óceáni árapály disszipálódása hol és hogyan játszódik le. A disszipációs modellek vizsgálata pedig igen fontos az általános geofizika számára, mert bolygónk történetének és szerkezetének vizsgálatához jelent fontos eszközt.

A tengeri és földi árapályok kölcsönhatását azon a 4. táblázatban ismertetett adatrendszeren vizsgáljuk, melynél a területi eloszlás egyes törvényszerűségeit, mint már említettük, az *ELGI* árapályregisztráló graviméretével 1974–1976-ban mért mérésekkel ellenőriztük.

Először vizsgáljuk meg a világóceánoknak a Föld árapályára gyakorolt hatását. A számítások megbízhatóságát a következőképpen ellenőrizhetjük: az M_2 hullám amplitúdóhányadosának korrigált értékét összehasonlítjuk az O_1 hullám amplitúdóhányadosával. Ez utóbbi hullám ugyanis, mint már említettük, kicsi az óceánokban és ezért a földi árapályban megfigyelt O_1 amplitúdóhányados korrekciója kicsiny. A 4. táblázatban

$$\delta_{M_2} - \delta_{O_1} = 0{,}027\,,$$

míg Percev korrekcióinak összege *0,039*. Tehát a korrekciók elég nagyok. Az UGGI grenoblei kongresszusán tartott előadásában Percev újabb, pontosabb számításai eredményeit ismertette. Ezeket felhasználva a korrekciók összege *0,031*, azaz gyakorlatilag megegyezik az M_2 és O_1 amplitudóhányadosok különbségének értékével. Ami Groten és Brennecke eredményeit illeti, (ezeket nem közlöm a 4. táblázatban), az általuk javasolt korrekciók valamelyest növelik δ_{M_2} átlagát (*1,189*-ről *1,195*-re) ahelyett, hogy az az O_1 hullám amplitúdóhányadosához közeledve csökkenne.

Azonban itt más zavaró tényezők is felmerülnek. Mint a 4. táblázatból látható:

$$\bar{\delta}_{M_2} \approx \bar{\delta}_{M_2 S_2 N_2}.$$

Ha Percev korrekcióit alkalmazzuk M_2-re és S_2-re, a két hullám korrigált értéke jelentősen eltér, mivel a δs_2 óceáni árapályból származó korrekciója kicsiny. Fel kell tételeznünk, hogy a számítások alapjául szolgáló S_2 árapálytérképek teljesen rosszak. Ez elvileg elképzelhető, bár meg kell jegyezni, hogy Groten és Brennecke számításai alapján nem kell feltételeznünk, hogy az óceánok S_2 amplitúdója a jelenleginél sokkal nagyobb. De az alapvető követelmény, hogy a korrekciók után $\delta_{O_1} \approx \delta_{M_2}$ legyen, és ezt a feltételt csak Percev eredményeit teljesítik. Másik kérdés a már előbb említett δ_{M_2} anomáliák kérdése. Erre Percev számításai alapján sem találunk magyarázatot. Mivel az átlagokból kapott jó egyezés O_1 és M_2 korrigált amplitúdóhányadosai között a a számítások megbízhatóságát támasztják alá, a németországi δ_{M_2} anomália és az Obminszkben kapott túl nagy amplitúdóhányados-érték valószínűleg abból származhat, hogy az óceáni hatások számításánál nem vettek mindent figyelembe [például a számításokból kihagyták az Északi tengert, ahol pedig jelentős M_2 amplitúdója (7)], és hogy az M_2 területi eloszlása valószínűleg nem teljesen olyan a világóceánokon, mint a térképek alapján várható.

IRODALOM

[1] *Clinometric Stations in Europe.* Experimental Results. Prepared at the International Centres of Earth Tides. Bruxelles (1973).

[2] *Cook, A. H.:* The Contribution of Observations of Satellites to the Determination of the Earth's Gravitational Potential. Space Sci. Rev. 2. No. 3. (1963)

[3] *Groten E., Brennecke J.:* Global Interaction between Earth's and Sea Tides. J. Geoph. Res. vol. 78. 1973.

[4] *Dittfeld H. J.:* Results of gravimetric tidal measurements in Potsdam (unpublished) 1975.

[5] *Kuo J. T.:* Static Response of a Multilayered Medium under Inclined Surface Loads. J. Geoph. Res. vol. 74. 1969.

[6] *Hendershott M. C.:* Ocean Tides. EOS. Transactions American Geophysical Union. vol. 54. 1973.

[7] Marineobservatorium Wilhelmshaven, Karten der harmonischen Gezeitenkonstanten für das Gebiet der Nordsee. Hamburg (1942).

[8] *Melchior P.:* A Calibration Factor Variation Observed with Gravimeter Geodynamics 804 and its Consequences (not published) (1973).

[9] *Melchior P.:* General Report on Earth Tides (1971 – 74) XVI. Assemblée Générale de l' UGGI. Grenoble 1975.

[10] *Picha J., Skalsky L.:* On the Disturbation of the Gravimeter Factors Obtained from Earth Tide Observations in Europe, Veröff. Zentralinst. Phys. Erde. No. 30. I. 1974.

[11] *Stukenbröker B.:* Results of Simultaneous Observations of Tidal Forces with Three Askania-Gravimeters. Zeitschrift für Geophysik, Band 39. (1973)

[12] Trans European Tidal Gravity Profiles. Preliminary Experimental Results. Prepared at the International Centre of Earth Tides. Bruxelles (1973)

[13] *Varga P.:* Dependence of the Love Numbers upon the Inner Structure of the Earth and Comparison of Rheoretical Models with Results of Measurements. PAGEOPH. vol. 112. 1974.
[14] *Venedikov A. P., Varga P.:* Facteurs Moyens des Marées Rerrestres, XV. Assemblée Générale de l' UGGI., Moscou (1971)
[15] *Молоденский М. С.:* Упругие приливы, свободная нутация и некоторые вопросы строения Земли. Труды Геофизического Института № 19 (1953)
[16] *Молоденский М. С.:* Плотность и упругость внутри Земли. Труды Геофизического Института. № 26 (1955).
[17] *Перцев Б. П.:* Оценка влияний морских приливов на земные в пунктах удаленных от океанов. Земные приливы и внутреннее стоение Земли. Москва (1967).
[18] *Перцев Б. П.:* Влияние морских приливов на земные в частоте суточных волн O_1 и K_1. Изучение приливных деформаций Земли. Москва (1973).
[19] *Жарков В. Н., Турбицын В. П., Самсоненко Х. В.:* Физика Земли и планет. Москва (1971).

Lapszemle

Ionoszféra és Magnetoszféra Fizika III. Az Asztronómiai Közlemények 11. kötete. Szerkesztette: Dezső Lóránt. 258 oldal, 111 ábra, 3 táblázat. Sokszorosítás. Kiadja az MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya Budapest.

A kötet a Debrecenben 1974 november 26–29. között tartott harmadik „Ionoszféra és Magnetoszféra Szeminárium" előadásainak nagy részét tartalmazza az alábbi részletezés szerint:

Barta György: Az űrkutatás és a geodinamikai program 7–10 oldal.

Bencze Pál: A hazai nap-föld-fizikai kutatások tematikai összefüggései 11–35. oldal.

Gombosi Tamás: Szoláris kozmikus sugárzás vizsgálatok a Prognoz–3 mesterséges hold segítségével 37–45 oldal.

Benkó György: Az 1972 augusztusi napesemények hatása a 10^{11} eV energiájú kozmikus sugárzásra 47–55 oldal.

Almár Iván–Illés Erzsébet: A felsőlégköri geomágneses effektus vizsgálata mesterséges holdak fékeződése alapján 57–70 oldal.

Holló Lajos: A pi2 pulzációk kapcsolata a napszéllel substormok idején 71–79 oldal.

Verő József: Pulzációk geomágneses impulzusok után (A plazmaszféra szerepe) 81–94 oldal.

Czuczorné Miletits Judit–Verő József: Pulzációk összehasonlító vizsgálata nagy távolságban fekvő állomásokon 95–109 oldal.

Verő József: Néhány újabb eredmény a pulzációk kutatásában 111–125 oldal.

Flórián Endre: A naptevékenység befolyása az ionoszférára 127–150 oldal.

Bencze Pál: A szporadikus E-ionizáció, mint aeronomiai folyamatok indikátora 151–158 oldal.

Märcz Ferenc: Extraterresztrikus hatások vizsgálata a légelektromos paraméterekben 159–179 oldal.

Sátori Gabriella: Légköri rádiózaj vizsgálata az ELF tartományban 181–197 oldal.

Sajkó János: A Nap részecskesugárzásának hatása a Föld alsó légkörére 199–221. oldal.

Flórián Endre: A rádiós távközlés ionoszféra-kutatási igényei 223–239 oldal.

Ádám Antal: Indukciós hatás a természetes elektromágneses térben és alkalmazása a földbelsőfizikai kutatásokban 241–255 oldal.

Fizikai Szemle, *XXVI. évf. 3. sz., 1976. március*

Barta György: Emlékbeszéd Renner János sírjánál, 107–108 old.
Vermes Miklós: Búcsú Renner Jánostól, 108. old.

T. G.