

ACZÉL ETELKA
ВЕКОВАЯ ВАРИАЦИЯ ОТКЛОНЕНИЯ ОТВЕСА

Смещение ядра Земли, предполагаемое на основании вековой вариации геомагнитного поля, определяет необходимость наличия вековой вариации также и в поле силы тяжести Земли. По коэффициентам магнитных сферических функций для 1885, 1922, 1945 и 1955 гг. можно судить о положении магнитного центра, следовательно и ядра Земли в эти же года. Опираясь на эти данные, автором вычислена и представлена на карте теоретическая вековая вариация направления поля силы тяжести.

Полученные результаты позволяют объяснить разницы величин φ и λ не дрейфом континентов, как это предполагалось до сих пор, а изменением направления поля силы тяжести.

E. ACZÉL
SECULAR VARIATION OF DEVIATION OF THE VERTICAL

The shift of the Earth's core as indicated by the secular variations of the magnetic field, postulates the secular variations of the gravity field too. On the evidence of the coefficients of the magnetic spherical-harmonics for 1885, 1922, 1945 and 1955, the magnetic centre, i. e., the position of the Earth's core is also known for the mentioned periods. Utilising these data the theoretical secular variation of the direction of the gravity field was calculated and represented on a map.

The results obtained permit to explain the differences in φ and λ (coming from measurements) no more by continental drift as usual, but by the variation of the direction of the gravity field.

A FÜGGŐVONAL ÉVSZÁZADOS VÁLTOZÁSÁRÓL

ACZÉL ETELKA

I. Bevezetés

Dr. Barta György a földmágneses tér évszázados változására vonatkozó vizsgálatai során arra a következtetésre jutott, hogy a Föld belső magja excentrikus és közel nyugati irányú mozgást végez [1]. Ez az elmélet vezetett a gravitációs tér évszázados változásának gondolatához [2]. Mivel a belső mag tömege a Föld egész tömegének kb. 50-ed része, a feltételezett földmag-mozgás tehát olyan nagyméretű tömegmozgást jelent, amely a Föld gravitációs terét is kimutathatóan megváltoztathatja. Ha a gravitációs tér évszázados változását a földmag-mozgásnak megfelelően ki lehetne mutatni, ez egyben újabb bizonyítékul szolgálhatna az elmélet mellett.

A kérdést nem tudjuk mérések alapján jelenleg eldönteni, mert nem rendelkezünk kellő pontosságú és hosszúságú gravitációs adatsorozattal. Vizsgálatainkban tehát csak arra szorítkozhattunk, hogy a jelenség modellszerű elképzelése alapján számításokat végeztünk a gravitációs hatás várható értékeit illetően.

A gravitáció nagyságának évszázados változására vonatkozó vizsgálatokkal dr. Barta György és Pintér Anna foglalkoztak [2, 3]. Jelen dolgozatban pedig ismertettük azokat a számításokat, melyeket az excentrikus földmag mozgásának feltételezése alapján, a gravitációs tér irányának évszázados változására vonatkozóan végeztünk.

II. Elvi megfontolások

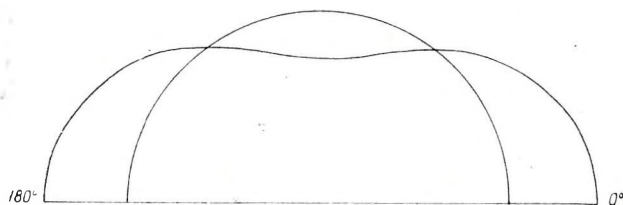
Ismeretes, hogy a gravitációs tér mindenkori irányát kijelölő ún. függővonal irányok a gravitációs tér szintfelületének normálisai. Nyugalomban levő, homogén koncentrikus gömbhéjakból felépített Föld gravitációs terének potenciálfelületei gömbök. Ha azonban a környezeténél nagyobb sűrűségű belső mag excentrikus helyzetű, akkor a potenciálfelületek ellipszoidoknak tekinthetők. Ilyen modell alkalmazása mellett számítottuk ki a gömb- és ellipszoid normálisainak eltéréseit a Föld különböző pontjaiban.

A normálisok segítségével definiált függővonaleltérés nem azonos az ún. függővonal-elhajlással, hanem annak csak egyszerűsített analógiája. Számításaink szempontjából a modell alkalmazása célszerűnek látszott, mert matematikailag hozzáférhető, a geoid ellenben a matematikailag határozatlan felületek csoportjába tartozik, azaz analitikus függvénnyel nehezen jellemezhető. A függővonal-elhajlást sem ezen az úton, hanem gravitációs mérések alapján szokás meghatározni.

Az említett ellipszoidhoz az egyenlítői ellipszist vettük alapul, amelynek adatai a mágneses gömbfüggvény-sorfejtések alapján különböző epochákra ismertek voltak [2]. A számítások során az eltérést az ellipszistól elhanyagoltuk. Kimutatható úi., hogy excentrikus földmag feltételezésével a Föld egyenlítői metszete nem szabályos ellipszis, hanem egyik végén lapultabb és közepén kissé befűződött, lemniszkáta görbére emlékeztető alakú. Ha szabályos ellipszis helyett ezzel, a valóságot jobban megközelítő görbével számolnánk, a két görbe normálisai között különböző szélességek mellett különböző eltérés adódna (1. ábra). Közelítő számítások szerint az ellipszis és a lemniszkáta normálisai közötti szögműködés maximális értéke a számításban szereplő kör- és ellipszis normálisai közötti szögműködésnek kb. csak 5%-a, tehát elhanyagolható. Az egyenlítői befűződött ellipszis realitását a geodéziai adatok alátámasztani látszanak (2. ábra) [4].

III. A normálisok különbségének meghatározása

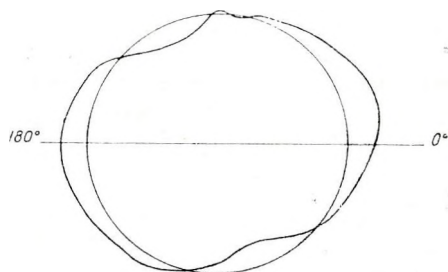
Az előzőekben említettük már, hogy a problémát kör és ellipszis normálisainak meghatározására vezettük vissza. A normálisok különbségeinek kiszámítása adott P pontban a következő módon történt (3. ábra).



1. ábra. Az egyenlítő keresztmetszetének eltérése a körtől, excentrikus tömegeloszlású Föld feltételezése esetén.

Фиг. 1. Отклонение поперечного сечения экватора от окружности, при предположении эксцентричного распределения массы Земли

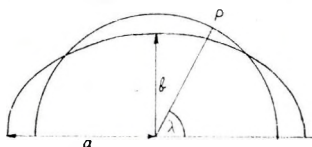
Fig. 1. Deviation of the equatorial cross-section from the circle, assuming eccentrical mass distribution of the Earth.



2. ábra. Az egyenlítő keresztmetszetének eltérése a körtől. (Hirvonen adatai alapján.)

Фиг. 2. Отклонение поперечного сечения экватора от окружности (По данным Хирвонена)

Fig. 2. Deviation of the equatorial cross-section from the circle (after Hirvonen).



3. ábra. A normálisok különbségeinek meghatározása.

Фиг. 3. Определение разниц нормалей

Fig. 3. Determination of the differences of the normals.

az ellipszis egyenlete: $y = \frac{b}{a} \sqrt{a^2 - x^2}$

az érintő iránytangense: $y' = -\frac{b}{a} \frac{x}{\sqrt{a^2 - x^2}}$

a normális iránytangense: $-\frac{1}{y'} = \frac{a}{b} \frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{x}$

Ugyanígy a körre nézve:

a kör egyenlete: $y = \sqrt{a^2 - x^2}$

az érintő iránytangense: $y' = -\frac{x}{\sqrt{a^2 - x^2}}$

a normális iránytangense: $-\frac{1}{y'} = \frac{\sqrt{a^2 - x^2}}{x}$

Polárkoordináták bevezetésével:

$$x = a \cos \lambda,$$

a normálisok iránytangensei a következőképpen adódnak:

$$\operatorname{tg} n_{\text{ellipszis}} = \frac{a}{b} \operatorname{tg} \lambda,$$

$$\operatorname{tg} n_{\text{kör}} = \operatorname{tg} \lambda,$$

ahol λ a kérdéses pont geocentrikus hosszúsága.

A két normális által bezárt szög tangense:

$$\operatorname{tg} \Delta n = \frac{\frac{a-b}{b} \operatorname{tg} \lambda}{1 + \frac{a}{b} \operatorname{tg}^2 \lambda}.$$

Mivel a nevező közel $1 + \operatorname{tg}^2 \lambda$ -nak vehető, és

$$\frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \lambda} = \cos^2 \lambda, \text{ ezért:}$$

$$\operatorname{tg} \Delta n = \frac{a-b}{b} \sin \lambda \cos \lambda.$$

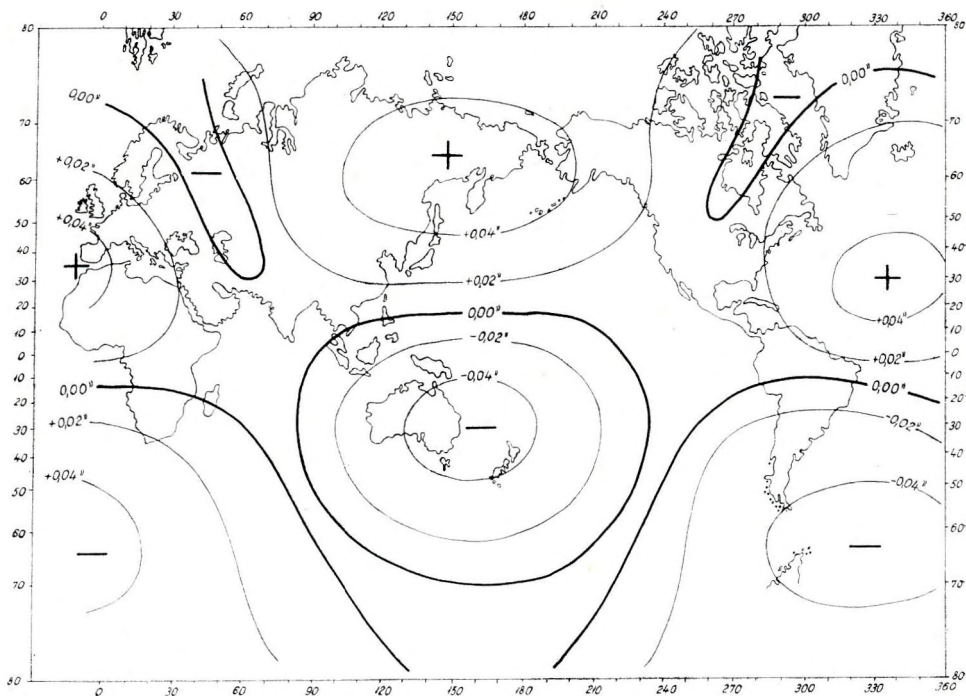
Ebből

$$\Delta n = \arctg \left[\frac{a-b}{b} \sin \lambda \cos \lambda \right].$$

IV. A számítás menete

Az így nyert formula tehát megadja λ különböző értékei mellett a kör és ellipszis normálisainak eltérését (Δn). A képlet segítségével kiszámítottuk 1° -onként Δn értékeit az 1885, 1922, 1945 és 1955 epochákra. Az egyes időpontokra vonatkozó ellipszisek nagy és kis tengelyeinek különbségeit rendre 165, 261, 310 és 376 m-nek vettük. Ezek az adatok a mágneses gömbfüggvény-sorfejtések alapján ismeretesek [2]. Az ellipszisek kis tengelyeinek hosszát pedig valamennyi epochára egységesen 6370 000 m-nek vettük.

A számításokat ezután az említett 4 epochára vonatkozólag, a Föld egészére, azaz a Föld $10-10^\circ$ -onként elhelyezkedő szélességi és hosszúsági pontjaira kiterjesztettük. E pontok és az egyes epochákra vonatkozó egyenlítői ellipszisek nagy tengelyei végpontjainak gömbi távolságait ismerve [3], meghatároztuk Δn értékeit az említett $17 \times 36 = 612$ pontra és 4 epochára.



4. ábra. A földrajzi szélesség évi változása 1885 és 1922 között, a földmag feltételezett elmozdulása következtében.

Фиг. 4. Годовая вариация географической широты за период от 1885 до 1922 г. в результате предполагаемого смещения ядра Земли

Fig. 4. Annual variation of the latitude in the period 1885 – 1922, due to the supposed shift of the Earth's core.

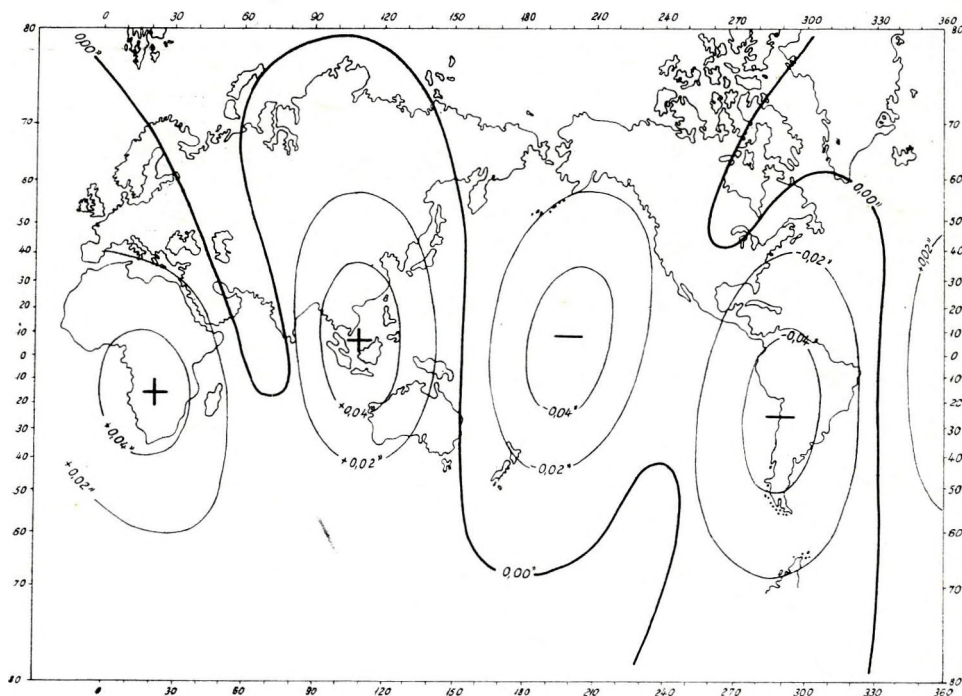
Könnyebb ábrázolhatóság és áttekinthetőség kedvéért az egyes epochákhoz tartozó Δn függővonal-eltéréseket Δq szélességi és $\Delta \lambda$ hosszúsági irányú komponensekre bontottuk a következő összefüggések szerint:

$$\Delta q = \Delta n \cos \alpha$$

$$\Delta \lambda = \Delta n \sin \alpha,$$

ahol α azt a gömbszöget jelenti, amelyet a csillagászati sarok és a nagy tengely dőléspontja, valamint a számított pont és a nagy tengely dőléspontja által meghatározott főkörök zárnak be.

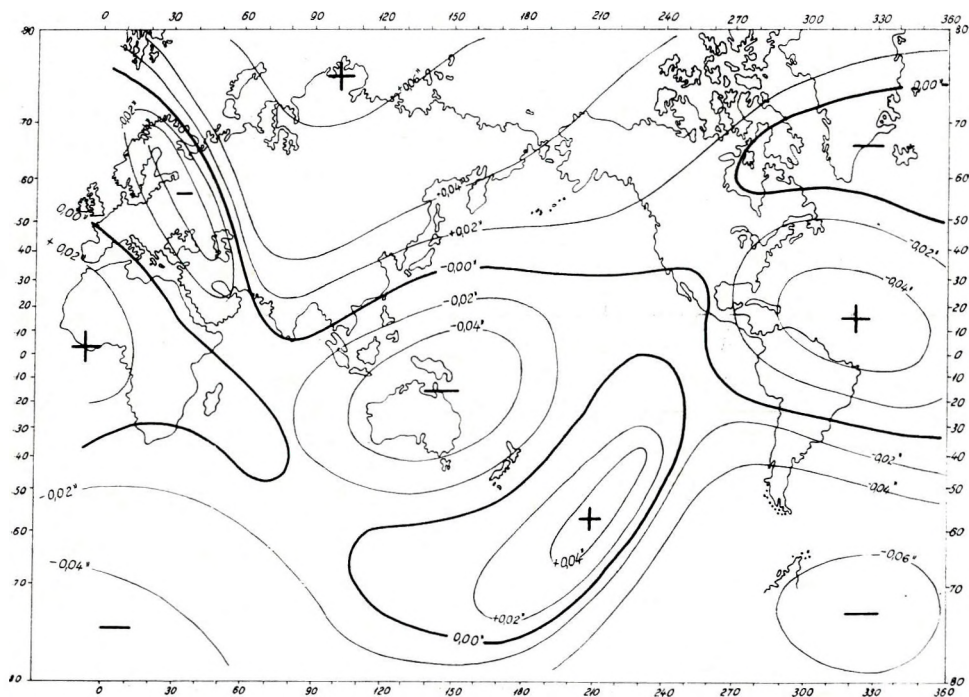
Az egyes epochákra vonatkozó, ilyen módon nyert Δq és $\Delta \lambda$ értékek különbségeit képezve a szomszédos epochák között, osztva az eltelt évek számával, megkaptuk az összetevők 1 évre eső változását. Az így nyert $\Delta \Phi$ és $\Delta \lambda$ értékeket a Föld említett 612 pontjában térképszerűen ábrázoltuk, megrajzolva az egyenlő változás görbéit (4 – 9. ábra).



5. ábra. A földrajzi hosszúság évi változása 1885 és 1922 között, a földmag feltételezett elmozdulása következtében.

Фиг. 5. Годовая вариация географической долготы за период от 1885 до 1922 г. в результате предполагаемого смещения ядра Земли

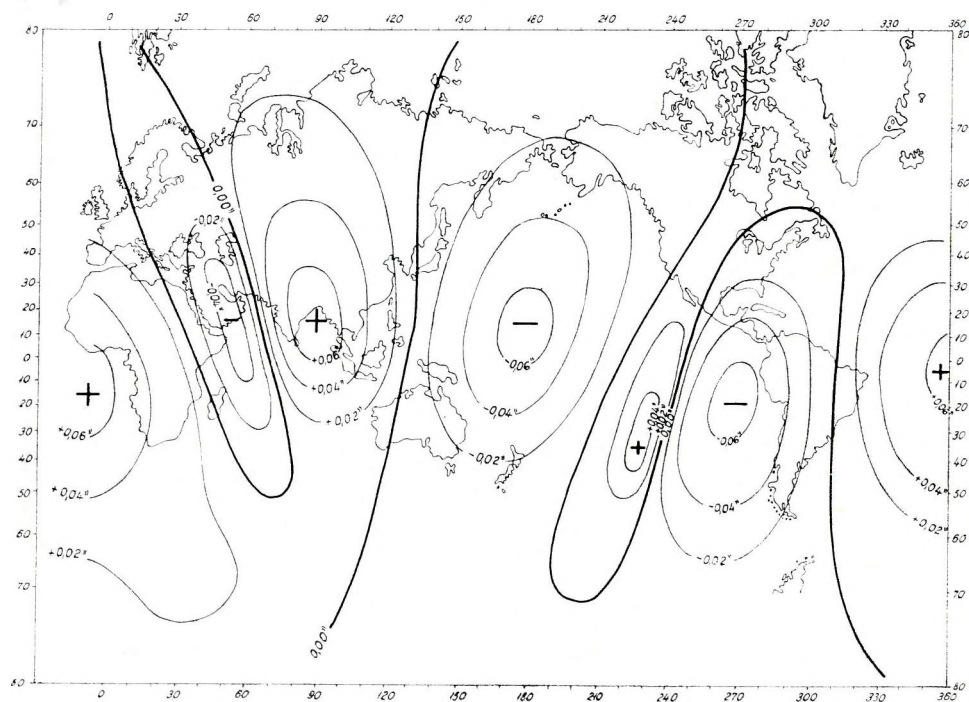
Fig. 5. Annual variation of the longitude in the period 1885 – 1922, due to the supposed shift of the Earth's core.



6. ábra. A földrajzi szélesség évi változása 1922 és 1945 között, a földmag feltételezett elmozdulása következtében.

Фиг. 6. Годовая вариация географической широты за период от 1922 до 1945 г., в результате предполагаемого смещения ядра Земли

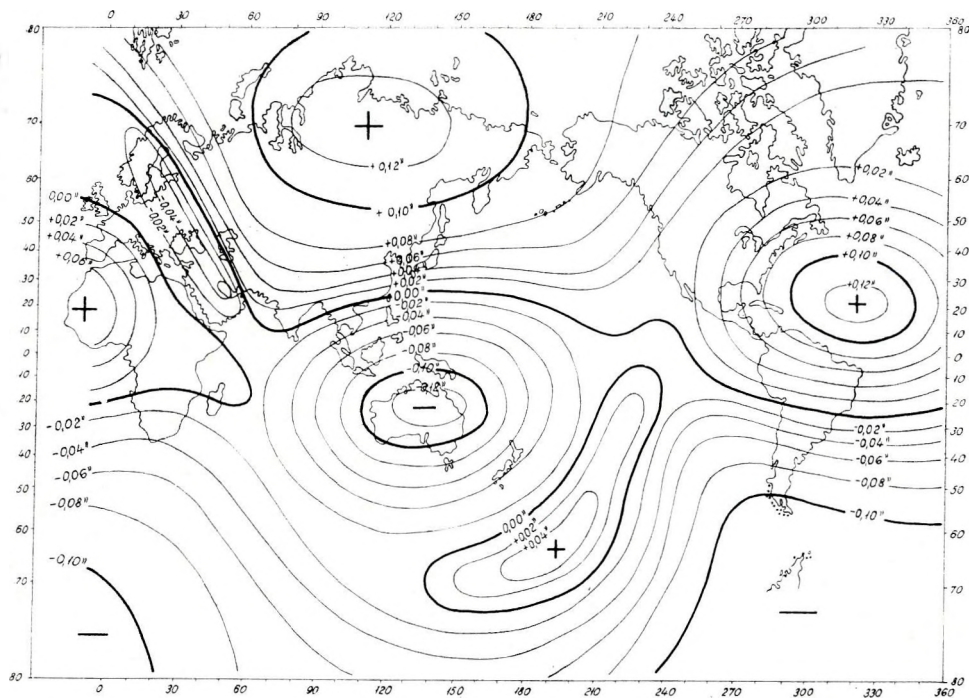
Fig. 6. Annual variation of the latitude in the period 1922 – 1945, due to the supposed shift of the Earth's core.



7. ábra. A földrajzi hosszúság évi változása 1922 és 1945 között, a földmag feltételezett elmozdulása következtében.

Фиг. 7. Годовая вариация географической долготы за период от 1922 до 1945 г. в результате предполагаемого смещения ядра Земли

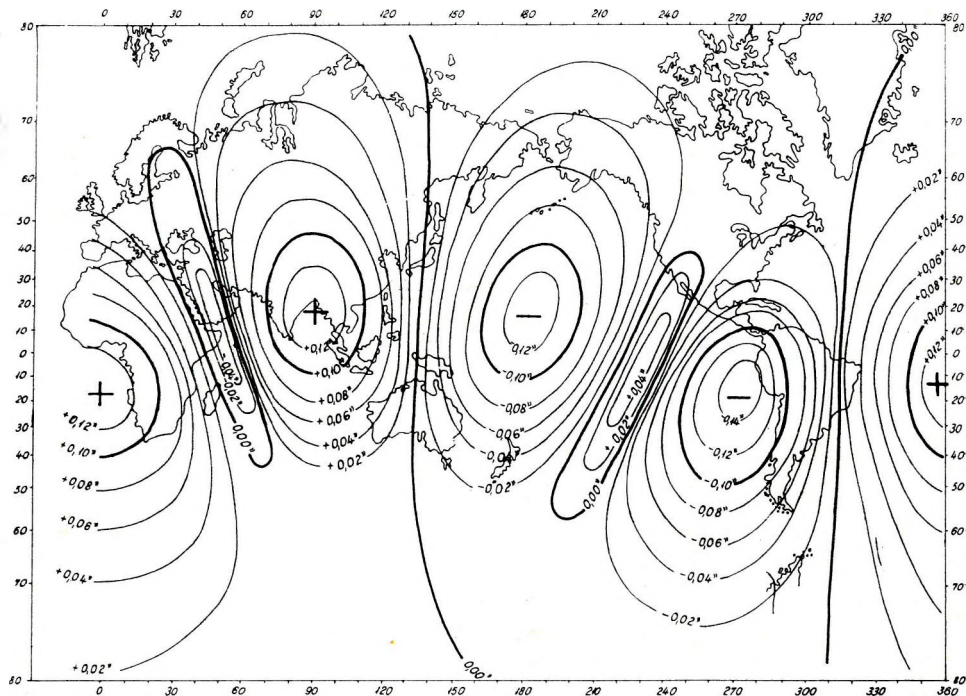
Fig. 7. Annual variation of the longitude in the period 1922–1945, due to the supposed shift of the Earth's core.



8. ábra. A földrajzi szélesség évi változása 1945 és 1955 között, a földmag feltételezett elmozdulása következtében.

Фиг. 8. Годовая вариация географической широты за период от 1945 до 1955 г. в результате предполагаемого смещения ядра Земли

Fig. 8. Annual variation of the latitude in the period 1945–1955, due to the supposed shift of the Earth's core.



9. ábra. A földrajzi hosszúság évi változása 1945 és 1955 között, a földmag feltételezett elmozdulása következtében.

Фиг. 9. Годовая вариация географической долготы за период от 1945 до 1955 г. в результате предполагаемого смещения ядра Земли

Fig. 9. Annual variation of the longitude in the period 1945 – 1955, due to the supposed shift of the Earth's core.

V. Az eredmények értékelése

A térképekről látható, hogy mindkét komponens változása igen kicsi, de ez éppen eredményeink realitását jelentheti. A földmag mozgása miatt ui. a gravitációs térben nem várható ennél jelentősebb változás, mert a belső mag tömegének gravitációs hatását elsimítja a Föld egész tömegének gravitációs hatása. Annyit mindenesetre kimondhatunk, hogy a feltevéseink mellett végzett számítás nem vezetett a gyakorlati tapasztalatnak ellentmondó eredményhez, azaz eredményeink az elmélettel összhangban vannak.

A $\Delta\Phi$ és $\Delta\lambda$ térképekből látható, hogy a legkisebb változás 1885 és 1922 között adódott, kissé nagyobb 1922 és 1945 között, a legnagyobb változást pedig az 1945 és 1955 között számított komponensek mutatják. Ennek oka az lehetett, hogy a földmag ez utóbbi időszakban nagyobb mérvű mozgást végezhetett. Másrészt azt is figyelembe kell vennünk, hogy az 1945 és 1955-re vonatkozó sorfejtések extrapolált értékeket tartalmaznak, ami ezeket az adatokat bizonytalanabbá teszi.

Az elméleti úton számított eredmények ellenőrzéseképpen a $\Delta\Phi$ és $\Delta\lambda$ értékeket összehasonlítottuk a földi pontok szélességi és hosszúsági koordinátáinak változásaira vonatkozó rendelkezésünkre álló legújabb mérési eredményekkel. Ismeretes úi., hogy a földi pontok koordinátái időben változnak. A geodéták ezért időről időre felsőgeodéziai úton meghatározzák egyes pontok koordinátáit (Laplace-pontok).

A legújabb szélesség-mérések eredményeit Stoyko francia kutató ismertette az 1962. évi lipcei Kéregmozgási Kongresszuson [5]. Ezeket, valamint az általunk számított értékeket a következő táblázatban közöljük, összehasonlítás céljából:

Hely	mérésből	$\Delta\Phi$ térkép szerinti átlag
Pulkovo – Poltava.....	- 0,01''/év	- 0,01''/év
Mizusawa – Tokyo.....	- 0,01''/év	+ 0,01''/év

A hosszúság-változások értékeire vonatkozóan sajnos csak túlságosan általános mérési adatok állnak rendelkezésünkre. Így Scseglov szovjet kutató közlése alapján ismerjük az 1919-ben és 1933-ban végrehajtott nemzetközi hosszúság-mérések eredményeit [6]. Ezeket az értékeket az előzőhöz hasonlóan, táblázatosan közöljük:

Hely	mérésből	$\Delta\lambda$ térkép szerinti átlag
Eurázsia – Észak-Amerika	+ 0,01''/év	0,00''/év
Észak-Amerika – Ausztrália, Japán	- 0,01''/év	- 0,01''/év

A számolt és mért értékek összehasonlításánál nehézséget jelent, hogy a legnagyobb változás helyei az óceánoknál találhatók. A mérésekben legintenzívebben résztvevő kultúrterületek pedig (pl. Magyarország is), a zérus változás zónájába esnek, így a magmozgásból származó igen kicsiny hatás ezeken a területeken egyébként sem mutatkozna. Így a jelenség a kutatók figyelmét nem is vonhatta volna magára.

A jelenleg rendelkezésünkre álló szórványos adatok zömének egyezése természetesen nem tekinthető még elegendőnek a kérdés végleges eldöntéséhez. Erre majd csak egy, az eddiginél sokkal pontosabb és kiterjedtebb mérési adathálózat fogja a lehetőséget megteremteni.

*

Köszönettel tartozom dr. Barta György osztályvezetőnek értékes tanácsaiért, ifj. Bartha Lajos és Kurali Ferencné munkatársaimnak a dolgozattal kapcsolatos nagy mennyiségű számítási munkában való szíves közreműködésükért.

IRODALOM

1. *Barta György*: A Föld mágneses sarkainak és középpontjának időbeli vándorlásáról. Geofizikai Közlemények VIII. kötet, 1 – 2. szám, 1959.
2. *Barta György*: A földmágneses tér excentricitásának kapcsolata a Föld háromtengelyűségével. Geofizikai Közlemények, X. kötet, 1 – 4. szám, 1962.
3. *Pintér Anna*: A gravitáció évszázados változásáról. Előadás a Magyar Geofizikusok Egyesületében 1962. III. 9-én. (Megjelenőben.)
4. *Gorskov*: Gravimetria i figura zemlji. Izvesztija VSzESz Geogr. o-va. Tom. 78. VIP 3., 1946.
5. *Soyko, N.*: La variation des latitudes et leur relation avec le mouvement de l'écorce terrestre. Internationales Symposium über rezente Erdkrustenbewegungen. 1962. Leipzig.
6. *Scheglov, V. P.*: Continental drift in the light of modern astronomical data and prospects of further researches in this field. Internationales Symposium über rezente Erdkrustenbewegungen. 1962. Leipzig.