

G. BARTA

## ON THE SECULAR VARIATION OF THE GEOMAGNETIC FIELD

The author makes the statement on the basis of his researches in this object, that the secular variation of the geomagnetic field is the consequence of a general process affecting the whole Earth. The axes of the generally used coordinate system XYZ change their direction in dependence on the place of observation; the components in such a system cannot be compared directly and are therefore not suitable for general researches.

A clear picture of the phenomenon is obtained by the transformation of the vectors representing the secular variation into a common coordinate system, one axis of which is the axis of rotation of the Earth, whereas the two other axes are directed towards the points  $291^{\circ}$  E and  $21^{\circ}$  E Gr. of the Equator. The vectors orthogonally projected to the planes of this coordinate system show regularities indicating that the symmetry center of this phenomenon is lying around Pakistan. Rotating now our coordinate system so that the center of the projected picture be in Pakistan, it can be seen that the vectors converge around the center of the picture while at the edges of the picture they are diverging (Fig. 5.). As a matter of course, the picture as well as the respective lateral views (Figs. 6–7.) indicate an assumption that around Pakistan as a center, a circuit is flowing which has a radius of about 3000 km in a depth of about 3000 km, the direction of this circuit is clockwise as seen from Pakistan, its intensity being about  $10^7 - 10^8$  Ampere. The secular variation is due to the change in time of the position and intensity of the circuit.

It is known that the magnetic center of the Earth lies excentrically towards the Marshall–Islands and its surface projection is moving towards N–NW with a velocity of 10 km pro year. If we assume that the Earth's core is bearing the magnetism of the Earth, then this variation is equivalent to a motion of the Earth's core. This motion causes an increase of pressure and spreading out of material around a spot below Pakistan. If the moving mass is electrically charged, the resulting convection current may cause the secular variation of the magnetic field.

From the velocity of motion we infer that the magnetic center of the Earth revolves around the axis of rotation of the Earth in 4000 years which estimation is not in accordance with the secular period of about 500 years of the long declination-series at London. But we may presume that the movement of the Earth's core is oscillatory with a period of 4–500 years. The precession of the axis of the eddy may cause the superposed wave, as well as the helical course observed in the secular variation. In order to unravel this complex of problems, further researches are in course.

## A FÖLDMÁGNESES TÉR ÉVSZÁZADOS VÁLTOZÁSÁRÓL

BARTA GYÖRGY

A földmágneses tér évszázados változásának vizsgálatára különböző módszereket alkalmazhatunk aszerint, hogy a változás milyen sajátságára összpontosítjuk figyelmünket.

Különböző időpontokból származó mágneses térképek összehasonlításával megállapíthatjuk a mágneses tér időbeli változásának térbeli eloszlását, vagyis megszerkeszthetjük a földmágneses tér összetevőinek izopor görbéit [12]. Az izopor térképek alapján elég könnyen megállapíthatjuk a Föld bármely pontján a földmágneses tér változásának irányát és nagyságát.

Az izopor térképek azonban a földmágneses tér évszázados változásáról *széteső* képet nyújtanak. Ezek a térképek ugyanis a változás földfelületi eloszlását szemléltetik, vagyis az időbeli változás rovására a térbelit domborítják ki, az egyes elemek változásait külön-külön ábrázolják, és ezzel a jelenség széteső jellegét még hangsúlyozzák.

Mágneses izopor térképeket aránylag ritkán szerkesztenek, a szerkesztésre felhasznált adatok mérése között gyakran hosszú idő telik el, és az eredményeket távoli obszervatóriumok adatainak felhasználásával redukálják. Ezért izopor térképek alapján a földmágneses tér változásának *mibenlétéről és részleteiről* nem várhatunk felvilágosítást.

Az obszervatóriumokban észlelt elemek évi középértékeinek adatsora a mágneses tér évszázados változásának időbeli jellegét már jobban kiemeli. Az egyes adatok megbízhatóbbak, és az adatsorokat finomabb vizsgálatoknak is alávetjük. Ezek az adatsorok azonban csak a Föld egy-egy pontján érvényesek, így az időbeliség hangsúlyozásával a térbeliséget veszítettük el. Ezekben az adatsorokban valóban sikerült bizonyos periodicitásokat kimutatni [1; 2], az alkalmazott koordinátarendszer azonban továbbra is erősen befolyásolta szemléletünket.

A mágneses kutatások egész területén nagyon hátrányos, hogy az időbeli változásokat összetevőkre szétbontva vizsgáljuk. Ez a szokás a jelenség teljes megismerésének lényeges akadálya, mert a vizsgált folyamat nem korlátozódik az egyes összetevőkre, hanem a térben játszódik le. További nehézséget okoz, hogy az ábrázolásban az időkoordináta térkoordinátaként jelentkezik, és az időbeli egymásutánosság térbelivé válik.

Haladást jelent ezzel a szemléleti móddal szemben a vektordiagram-ábrázolás [3]. Vektordiagramban az egyes térkoordinátáknak egyenlő szerepük van, az időparaméter pedig lényegesen más megvilágításba kerül, mert a térkoordinátáktól elkülönülve a jelenséget ábrázoló görbe pontjaihoz kapcsolódik és azokon fut végig. Az időbeli egymásrakövetkezés itt is térbelivé válik ugyan, de a jelenséggel sokkal szorosabb kapcsolatba kerül. A vektordiagram a mágneses vektor végpontjának valódi vándorlását ábrázolja. A mágneses vektor végpontja ugyanis az idő folyamán térgörbét ír le. A vektordiagram ennek a görbének vetülete a koordináta síkokra. A koordinátarendszer alkalmas választásával lényeges új szempontokat kaphatunk a jelenség vizsgálatára.

Az évszázados változás vizsgálatának leglényegesebb — de általában határozottan ki nem mondott — sarokpontja az a kérdés, hogy az évszázados változás *egységes*, az egész Földre vonatkozó jelenségnek tekinthető-e vagy sem. A szuperponált hullám az egyes obszervatóriumok adatrendszereiben az egész Földön jelentkezik, tehát az évszázados változásnak ez a másodlagos jelensége is az egész Földet érintő általános folyamat következménye. Világos tehát, hogy a fő változás még inkább általános jellegű.

Az izopor térképek, és az egyes obszervatóriumok elszigetelt adatsorozatainak vizsgálatával ellentétben ebből arra következtethetünk, hogy az évszázados változás a Földet, mint egészet érintő folyamat megnyilvánulása. Világos, hogy ha a jelenséget a Földre, mint egészre vonatkoztatjuk, akkor a kutatásra alkalmazott módszerrel is hangsúlyoznunk kell a jelenség egységes felfogását.

Egyes kutatók az egységes szemléletet azzal kívánták elérni, hogy az évszázados változást a különböző időpontokra kiszámított gömbfüggvény-együtthatók alapján vizsgálták [5; 8; 11]. A Föld mágneses terét valóban gömbfüggvényekkel állíthatjuk elő legszabatosabban. A sorfejtés egyes tagjai a Föld mágneses terének sajátosságait képviselik; az elsőrendű tagok a Föld mágneses nyomatékának nagyságát és irányát, a másodrendű tagok a dipólus excentricitását. A magasabbrendű tagoknak nincs egyszerű fizikai jelentésük, részben a koordinátarendszer választásától függenek, részben a Föld mágneses terének geometriai sajátosságait fejezik ki. Az együtthatókat a különböző időpontokra megszerkesztett földmágneses világtérképek adataiból számítják ki. Természetes tehát, hogy az évszázados változás az együtthatókban kifejezésre jut. Sikerült is ezen az alapon néhány általános jellegű törvényszerűséget megállapítani, pl. hogy a földmágneses sarkok lassan nyugati irányban mozognak és hogy a Föld mágneses nyomatéka az utolsó évszázad folyamán csökkent.

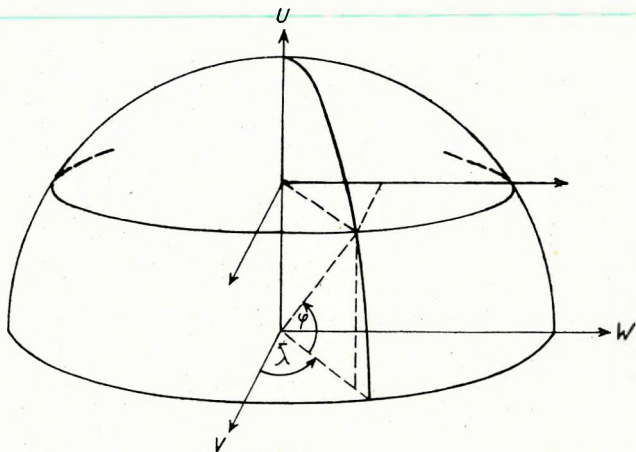
Az évszázados változás ilyen módon megállapított tulajdonságai valóban az egész Földre vonatkoznak. A gömbfüggvények együtthatóinak változásában ugyanis az egyes területek mágneses változásai kiegyenlítőten jelentkeznek. A kutatási módszernek igen nagy hátránya azonban, hogy a gömbfüggvény együtthatókat csak meglehetősen ritkán számították ki, és a számítás alapanyagát szolgáltató térképek szerkesztésére felhasznált adatok többé-kevésbé bizonytalan térbeli és időbeli extrapoláció eredményei. Ezért ilyen módon az évszázados változásról leginkább csak olyan általános eredményekre juthatunk, amelyeket többnyire már úgyis tudunk.

Az általánosan használt XYZ koordinátarendszer tengelyei az észlelés helyétől függően változó irányúak, tehát az ilyen rendszerekben megadott összetevők közvetlenül nem hasonlíthatók össze egymással. Ha a földmágneses tér évszázados változását a Földet, mint egészet érintő folyamatnak tekintjük, akkor tanulmányozására a Földhöz, mint egészhez kapcsolt koordinátarendszert kell alkalmaznunk.

A földmágnességet már évszázadok óta kapcsolatba hozzák a Föld forgásával, közelfekvő tehát a gondolat, hogy olyan koordinátarendszert kell alkalmazni, amelynek egyik tengelye a Föld forgástengelye. Legyen ennek megfelelően új koordinátarendszerünk  $U$  tengelye a Föld forgástengelye,  $V$  tengelye mutasson a Föld középpontjából az Egyenlítő  $291^\circ E$  pontja,  $W$  tengelye pedig a  $21^\circ E$  Gr. pontja felé, ugyanis a mágneses tengely végpontjának földrajzi hosszúsága 1922-ben a Dyson—Furner-féle gömbfüggvény együtthatókból számítva  $291^\circ E$  Gr. volt. A  $VW$  sík tehát az egyenlítő síkja, az  $UV$  sík a forgási és mágneses tengelyek által meghatározott sík, az  $UW$  sík pedig a Föld középpontján áthaladó, ezekre merőleges sík.

Az eddig alkalmazott koordináta-rendszerekkel szemben ennek a rendszernek az az előnye, hogy benne a jelenséget úgy vizsgálhatjuk, mintha a Földet *kivülről* szemlélnénk. A rendszer Földhöz viszonyított helyzete térben és időben *állandó*, megszabadulunk a gravitációs tér által okozott *szemléleti kényszerektől*, és a koordináta-rendszerrel is hangsúlyozzuk a Föld forgásának és a mágneses változásnak feltételezett kapcsolatát.

A vizsgálat első lépéseként ki kell számítanunk az obszervatóriumok helyét és az évszázados változás vektordiagramjait az új koordináta-rendszerben.



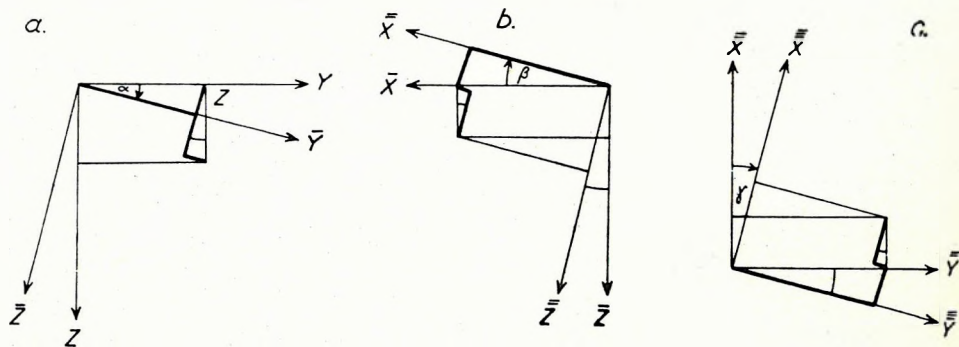
1. ábra. Az obszervatóriumok  $U, V, W$  koordinátái

Az obszervatóriumok koordinátáit az  $UVW$  rendszerben az 1. ábra alapján igen egyszerűen állapíthatjuk meg. Az ábrából leolvashatóan ugyanis

$$U = \sin \varphi$$

$$V = \cos \varphi \cos (\lambda + 69^\circ) = \cos \varphi \cos \bar{\lambda}$$

$$W = \cos \varphi \sin (\lambda + 69^\circ) = \cos \varphi \sin \bar{\lambda},$$



2. ábra

ahol a Föld sugarát egységnek vettük és  $\bar{\lambda} = \lambda + 69^\circ$  a mágneses és csillagászati pólusokon áthaladó meridiántól számított hosszúság.

A vektorok adatait az új rendszerben az XYZ koordinátarendszer bizonyos forgatásával számíthatjuk ki. Hasonlóképpen forgatásokat kell végeznünk akkor is, ha az UVW rendszerről más rendszerre akarunk áttérni.

Állapítsuk meg ezért a különböző tengelyek körüli forgatásoknak megfelelő transzformációs formulákat. Forgassuk rendszerünket az X tengely körül  $\alpha$ , az Y tengely körül  $\beta$ , és a Z tengely körül  $\gamma$  szöggel. A 2. ábrából leolvashatóan a megfelelő transzformációs formulák a következők:

$$\begin{aligned}\bar{X} &= X \\ \bar{Y} &= Y \cos \alpha + Z \sin \alpha \\ \bar{Z} &= -Y \sin \alpha + Z \cos \alpha\end{aligned}\quad (2a)$$

$$\begin{aligned}\bar{\bar{X}} &= \bar{X} \cos \beta - \bar{Z} \sin \beta \\ \bar{\bar{Y}} &= \bar{Y} \\ \bar{\bar{Z}} &= \bar{X} \sin \beta + \bar{Z} \cos \beta\end{aligned}\quad (2b)$$

$$\begin{aligned}\bar{\bar{\bar{X}}} &= \bar{\bar{X}} \cos \gamma + \bar{\bar{Y}} \sin \gamma \\ \bar{\bar{\bar{Y}}} &= -\bar{\bar{X}} \sin \gamma + \bar{\bar{Y}} \cos \gamma \\ \bar{\bar{\bar{Z}}} &= \bar{\bar{Z}}.\end{aligned}\quad (2c)$$

A három forgatásnak megfelelő egyesített transzformáció pedig a következő:

$$\begin{aligned}\bar{\bar{\bar{X}}} &= X \cos \beta \cos \gamma + Y (\sin \alpha \sin \beta \cos \gamma + \cos \alpha \sin \gamma) + \\ &\quad Z (\sin \alpha \sin \gamma - \cos \alpha \sin \beta \cos \gamma) \\ \bar{\bar{\bar{Y}}} &= -X \cos \beta \sin \gamma + Y (\cos \alpha \cos \gamma - \sin \alpha \sin \beta \sin \gamma) + \\ &\quad Z (\cos \alpha \sin \beta \sin \gamma + \sin \alpha \cos \gamma)\end{aligned}\quad (3)$$

$$\bar{\bar{\bar{Z}}} = X \sin \beta - Y \sin \alpha \cos \beta + Z \cos \alpha \cos \beta$$

Az XYZ koordinátarendszerről az UVW koordinátarendszerre két forgatással térhetünk át. Forgassuk el először az XYZ koordinátarendszert az Y tengely körül  $\varphi$  szöggel, akkor (2b) alapján (3. ábra)

$$\begin{aligned}U &= X \cos \varphi - Z \sin \varphi \\ \bar{Y} &= Y \\ \bar{Z} &= X \sin \varphi + Z \cos \varphi,\end{aligned}$$

és forgassuk tovább rendszerünket az U tengely körül  $270^\circ - \bar{\lambda}$ -val, akkor (2a) alapján a következő transzformációs formulákat kapjuk:

$$\begin{aligned}V &= -\bar{Y} \sin \bar{\lambda} - \bar{Z} \cos \bar{\lambda} \\ W &= \bar{Y} \cos \bar{\lambda} - \bar{Z} \sin \bar{\lambda}.\end{aligned}$$

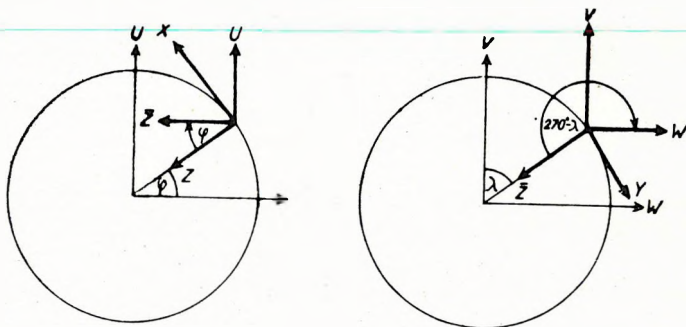
A két forgatás egyesítéséből megkapjuk az  $XYZ$  és az  $UVW$  koordinátarendszerek közötti transzformációs összefüggéseket.

$$U = X \cos \varphi - Z \sin \varphi$$

$$V = -X \sin \varphi \cos \bar{\lambda} - Y \sin \bar{\lambda} - Z \cos \varphi \cos \bar{\lambda}$$

$$W = -X \sin \varphi \sin \bar{\lambda} + Y \cos \bar{\lambda} - Z \cos \varphi \sin \bar{\lambda}$$

ahol  $\varphi$  az obszervatórium földrajzi szélessége,  $\bar{\lambda}$  a mágneses és csillagászati pólusokon áthaladó meridiántól számított hosszúsága.



3. ábra. Áttérés az  $XYZ$  koordinátarendszerről az  $UVW$  koordinátarendszerre

A formulákkal meg tudjuk határozni az  $XYZ$  koordinátarendszerben adott vektor összetevőit az  $UVW$  rendszerben. Természetes, hogy ha a vektorösszetevők időben változnak, vagyis:

$$X = X(t)$$

$$Y = Y(t)$$

$$Z = Z(t),$$

akkor az  $U, V, W$  koordináták is az idő függvényei lesznek, vagyis

$$U = U(t)$$

$$V = V(t)$$

$$W = W(t).$$

Az  $X, Y, Z$  összetevőket az obszervatóriumok megfigyeléseiből ismerjük. Az átszámításnak tehát nincs semmi akadálya, mégis, hogy a csekély helyi hatásokat és az észlelési hibákat kiküszöböljük, nem az észlelések adatait számítottuk át az  $UVW$  rendszerre, hanem az obszervatóriumok adatait a legkisebb négyzetek elve szerint megközelítő polinomokat transzformáltuk át. A hatványpolinom által képviselt térgörbe pontjainak a megfelelő mért pontoktól számított távolságainak négyzetösszege minimum. A matematikai úton megállapított hatványpolinom tehát egy közepes évszázados változást képvisel. A számított görbe (ívelése, iránya) alkalmazkodik az évszázados változás ezen sajátosságaihoz, ugyanakkor nem tartalmazza, illetve elsimítja a kis, helyi jellegű hatásokat és az esetle-

ges észlelési hibákat. A hatványpolinomokat előző értekezéseinkben körvonalazott módon az ott említett gyűjteményekből vett adatrendszerek alapján számítottuk ki [1; 2; 3; 4; 9].

Az obszervatóriumok helyét és a változásvektor összetevőit ismerve a változásokat minden nehézség nélkül az  $UVW$  rendszerben is ábrázolhatjuk (I. és II. táblázat).

Az évszázados változás vetületét az egyenlítő síkjára a 4. ábrán közöljük. Az első érdekes és könnyen megállapítható összefüggés az, hogy a jelenség valóban az egyenlítő síkjában a legegységesebb. A  $321^\circ E$  Gr. vonal mentén a kiegyenlített menetek egymástól elfordulnak (divergenciavonal), az erre merőleges  $51^\circ E$  Gr. vonal mentén pedig egymással szembe fordulnak (konvergenciavonal). Az évszázados változás egyenlítőre merőleges koordinátasíkokon jelentkező további szimmetriáinak vizsgálata arra a felismerésre vezetett, hogy a vektorok egy pont felé irányulnak. Ezt a pontot először Tibet környékén kerestük, ezért rendszerünket az  $U$  és  $V$  tengely körül  $\alpha = 69^\circ$  és  $\beta = 120^\circ$  szöggel elforgattuk. Az újabb ábrázolás azt mutatta, hogy az így kapott vetítési középpont még nem kielégítő és ezért rendszerünket a  $W$  tengely körül  $\gamma = -20^\circ$ -kal tovább forgattuk. Így kaptuk meg az  $UVW$  koordinátarendszerből az  $ABC$  koordinátarendszert. A transzformáció képletei a következők:

$$\begin{aligned} A &= -0,469846 U + 0,637177 V - 0,610942 W \\ B &= -0,17101 U + 0,613281 V + 0,771131 W \\ C &= 0,866025 U + 0,466790 V - 0,179184 W. \end{aligned}$$

Az egyenletek együtthatói az  $A$ ,  $B$ ,  $C$  tengelyek irányába mutató egységvektorok vetületei az  $U$ ,  $V$ ,  $W$  tengelyekre. Ebből könnyen kiszámíthatjuk az  $A$ ,  $B$ ,  $C$  tengelyek irányát az  $UVW$  rendszerben (1. ábra).

Az  $A$ ,  $B$ ,  $C$  tengelyek irányát földrajzi koordinátákkal kifejezve a következőkben foglalhatjuk össze:

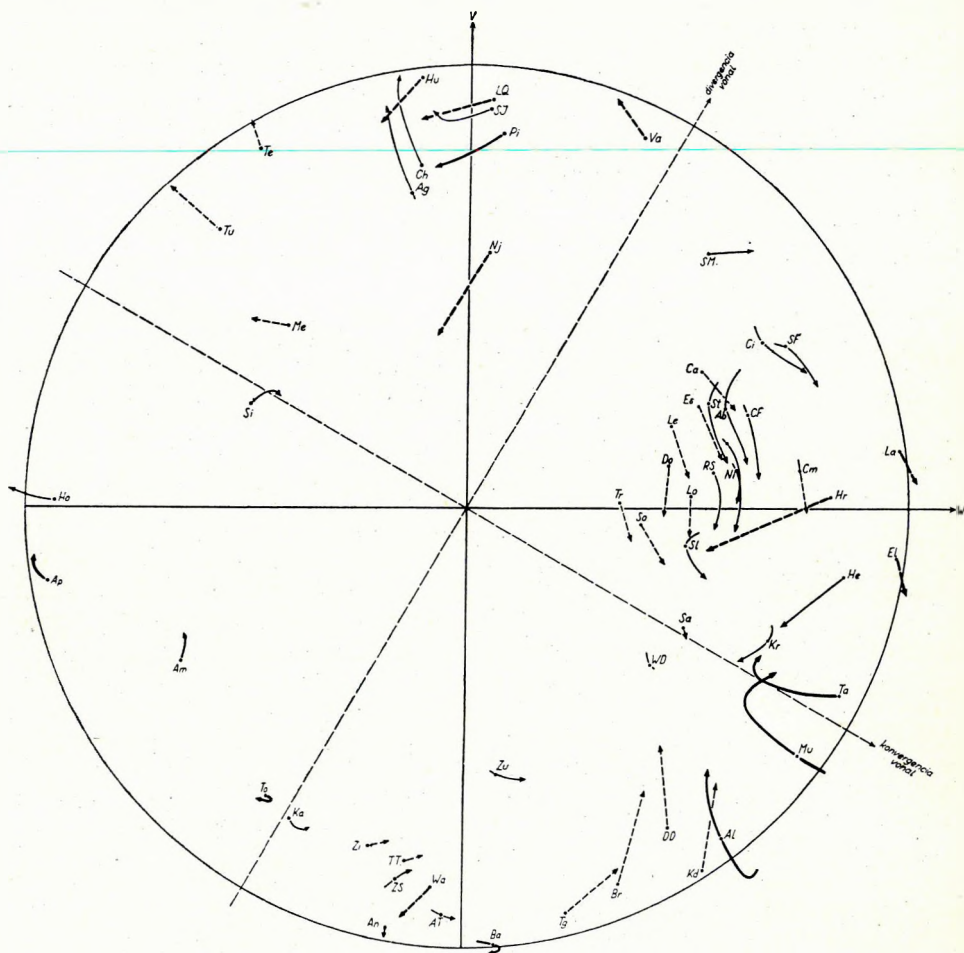
|                      | $\varphi$       | $\lambda$       |           |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| az $A$ tengely ..... | $-28^\circ 02'$ | $247^\circ 12'$ | pont felé |
| a $B$ „ .....        | $-9^\circ 51'$  | $342^\circ 31'$ | „ „       |
| a $C$ „ .....        | $60^\circ 00'$  | $270^\circ 00'$ | „ „       |

irányul.

Az évszázados változás így kiszámított összetevőinek vektordiagramjait az  $ABC$  rendszer síkjain az 5., 6., 7. ábrán szemléltetjük. Az ábra megszerkesztésére a rövidebb sorozatú obszervatóriumok adatait is felhasználtuk. 10 évnél hosszabb sorozatú obszervatóriumok kezdő és vég adatát felhasználva feltételeztük, hogy időközben a változás lineáris volt. Ezt a menetet vetítettük a megfelelő koordinátasíkokra. A kezdő és végpont által meghatározott irányban a sorozatot 50 év hosszúságúra extrapoláltuk. Az ábrák szerkesztésére felhasznált adatokat az I. és II. táblázatban közöljük.

Az 5. ábrából világosan kitűnik, hogy a vektorok a vetületi kép középpontja körül ( $\varphi = 28^\circ 02'$  és  $\lambda = 67^\circ 12'$ ) szembefordulnak. A peremen fekvő obszervatóriumok vektorai pedig sugarasan kifelé mutatnak. Az

átellenes ponton ismét szembefordulás tapasztalható, itt azonban kevés az obszervatórium, a jelenség tehát nem mutatkozik egészen határozottan. Ebből és a megfelelő oldalnézetekből (6—7. ábra) arra következtethetünk, hogy Pakisztán körül, mint középpont körül, nagy mélységben (2—3000 km) mintegy 3000 km sugarú *köráram folyik*. Pakisztán felől nézve az áram



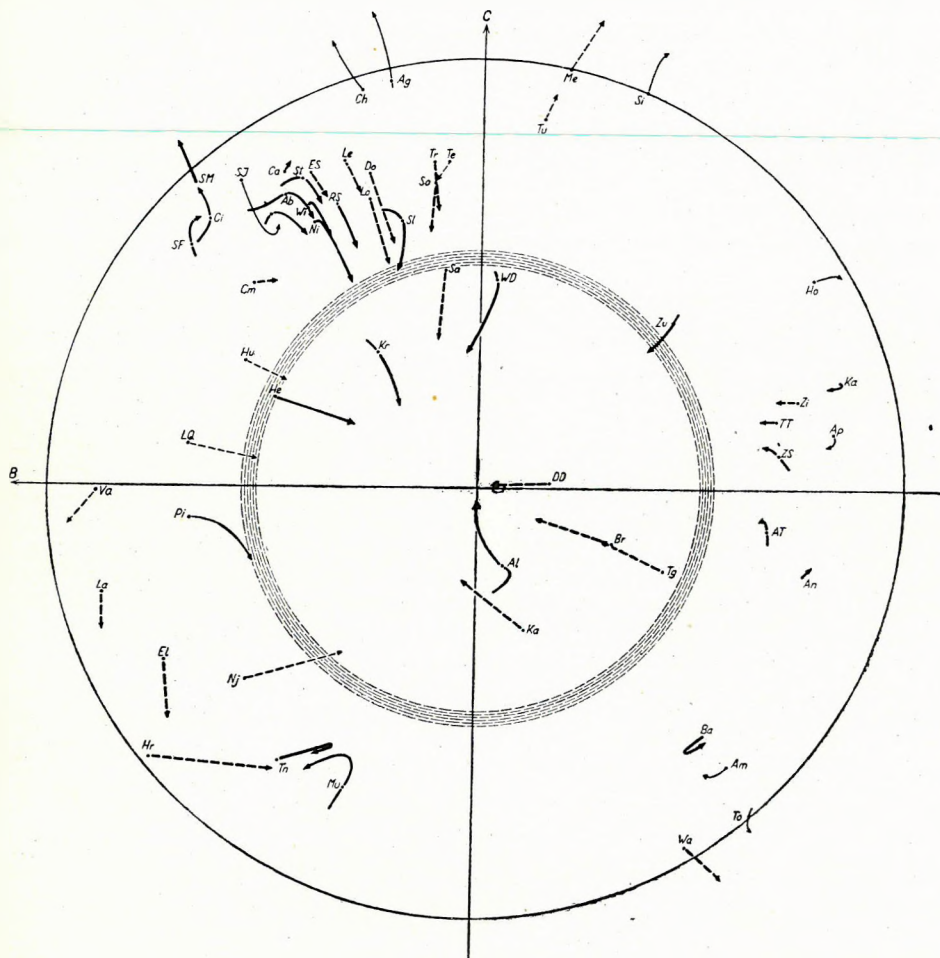
4. ábra. Az évszázados változás kiegyenlített vektordiagramjainak ortogonális vetülete az egyenlítő síkjára a déli pólus felől nézve (a nézőpont felől fekvő obszervatóriumok menetét vastag, az átellenes oldalon fekvőket vékony, a rövid sorozatú obszervatóriumok menetéből 50 év hosszúra extrapolált meneteket pedig szaggatott vonallal ábrázoltuk)

Fig. 4. Orthogonal projection of the smoothed vector diagrams of the secular variation to the plane of the Equator as seen from the South pole (the course of observatories lying from the view-point is represented by a thick line, that of observatories situated opposite by a thin line and the courses of short-series observatories extrapolated to 50 years by a dotted line)



iránya megegyezik az óramutató járásával, intenzitása hozzávetőleges számítás szerint  $10^7$ – $10^8$  amper nagyságrendűnek becsülhető; helyzete és erőssége időben változik, ez lehet az évszázados változás oka.

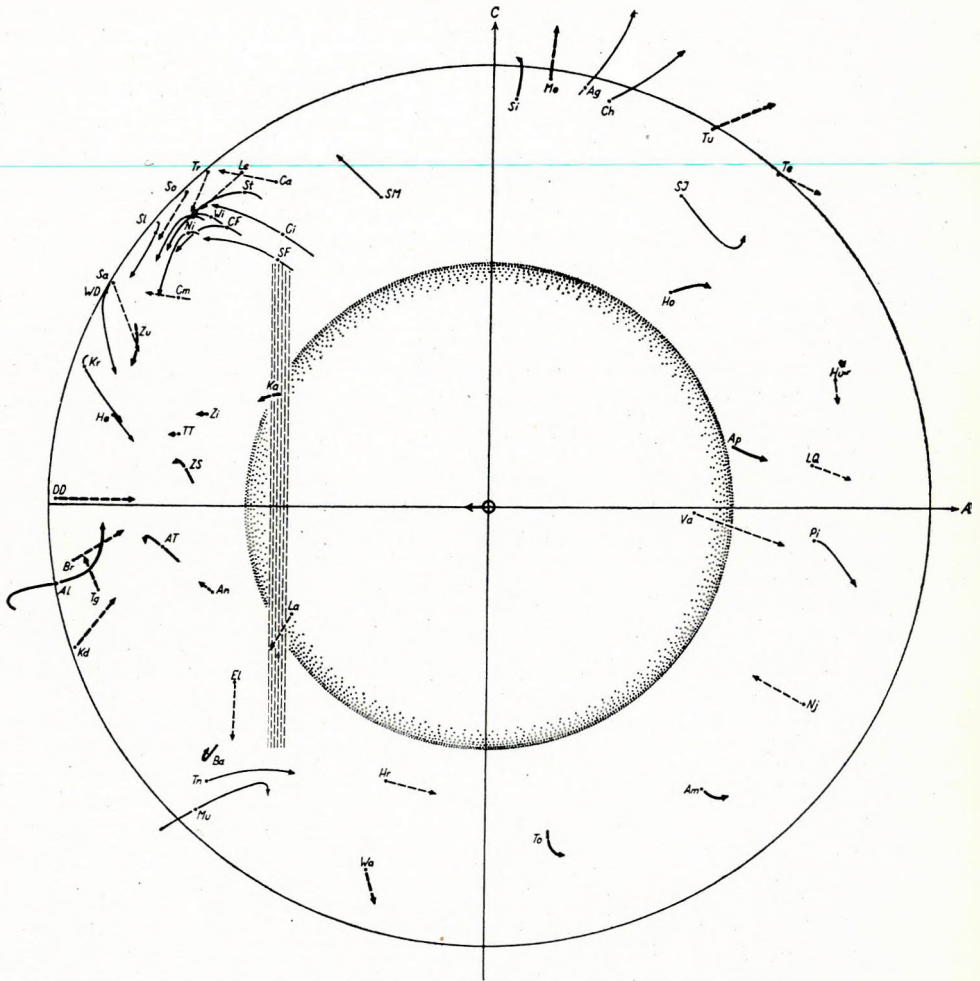
Érdekes megemlíteni, hogy a Föld mágneses középpontja a Föld geometriai középpontjától —342 km távolságra éppen a *B* tengelyen fekszik



5. ábra. Az évszázados változás Pakisztán felől nézve :≡≡≡ a feltételezett örvény; ○ a Föld mágneses középpontja. (A nézőpont felől fekvő obszervatóriumok menetét vastag, az átellenes oldalon fekvőket vékony, a rövid sorozatú obszervatóriumok menetéből 50 év hosszúra extrapolált meneteket pedig szaggatott vonallal ábrázoltuk)

Fig. 5. The secular variation as seen from Pakistan: ≡≡≡ the assumed eddy, ○ the magnetic center of the Earth. (The course of observatories situated from the view-point is represented by a thick line, that of observatories situated opposite by a thin line and the courses of short-series observatories extrapolated to 50 years by a dotted line)

(a mágneses középpont koordinátája 1922-ben  $\varphi = 6,5^\circ$ ,  $\lambda = 161,8^\circ$  volt). Az eddigi gömbfüggvény sorfejtések alapján megállapítható, hogy ez a középpont évenként 10 km sebességgel NyÉNy irányban Pakisztán felé



6. ábra. Az évszázados változás a Marshall-szigetek felől nézve:  $\equiv \equiv \equiv$  a feltételezett örvény;  $\odot$  a Föld mágneses középpontja és mozgásának iránya. (A nézőpont felől fekvő obszervatóriumok menetét vastag, az átellenes oldalon fekvőket vékony, a rövid sorozatú obszervatóriumok menetéből 50 év hosszúra extrapolált meneteket pedig szaggatott vonallal ábrázoltuk)

Fig. 6. The secular variation as seen from the Marshall-Islands:  $\equiv \equiv \equiv$  the assumed eddy,  $\odot$  magnetic center of the Earth and direction of its movement. (The course of observatories situated from the view-point is represented by a thick line, that of observatories situated opposite by a thin line and the courses of short-series observatories extrapolated to 50 years by a dotted line)



iránya van: a mágneses tengely, a geometriai középpontot a mágneses középponttal összekötő irány és az évszázados változást okozó örvény középpontját a geometriai középponttal összekötő irány. A három irány egymásra közel merőleges.

Könnyű ehhez az elgondoláshoz kapcsolódni. A földmag elmozdulása ugyanis nyomásnövekedést és anyagszétáramlást okoz a Pakisztán alatti pont körül. A szétáramló tömeget a Coriolis-erő az óramutató járásával megegyező irányú spirális pályára kényszeríti. Ha a mozgó tömegnek pozitív elektromos töltése van, akkor a keletkező konvekciós áram okozhatja a mágneses tér évszázados változását. Az egész örvény a földmag mozgása következtében NyÉNy irányban halad, ez az oka a mágneses változások ismeretes, általános nyugati irányú mozgásának.

A mágneses középpont mozgásának sebességéből könnyen megállapítható, hogy a Föld forgástengelyét a földmag 4000 év alatt kerülné meg, hasonló nagy időtartamokat kapunk, ha az izoporok vándorlássebességéből, vagy a mágneses sarok mozgássebességéből következtetünk az évszázados változásra. Ezzel szemben a londoni és más hosszú sorozatokból megállapítható, hogy egy helyen észlelve a mágneses változás periódusa 400—500 év, ami az előző időtartamnak csak töredéke.

Az egységes szemlélet ellenére tehát a folyamat periódusa egy bizonyos jelenségsorozat szerint több 1000, más — ugyancsak cáfolhatatlan — megfigyelések szerint pedig csak néhány 100 év. Az ellentmondást megszüntethetjük, ha feltételezzük, hogy a földmag nem kerüli meg a forgástengelyt, hanem egy bizonyos egyensúlyi állapot körül ingalengést végez. Az ingalengés periódusa 400—500 év. Természetes, hogy ennek a feltevésnek alkalmazásával jogosulatlanná válik a földmag, vagy a mágneses sarok, vagy az izoporok mozgásának extrapolálása és annak a kiszámítása, hogy ezek mennyi idő alatt kerülnék meg a Földet.

A feltevésből következik, hogy a mostani örvény néhány 100 évvel ezelőtt a Föld átellenes oldalán lehetett. Érdekes ezzel kapcsolatban megemlíteni, hogy H. Fritsche 1900-ban megjelent munkájában [8., 62. o.] kijelenti, hogy 1550, 1600, 1650, 1780, 1842, 1885, 1900-as években a pozitív elhajlású területeket — nem tekintve a pólustól pólusig húzódó főagon vonalakat — egy kisebb zárt agonvonal választotta el a körülfekvő negatív elhajlású területektől (Fritsche a nyugati elhajlást nevezte pozitívnak és a keletit negatívnak). Az 1550, 1600 és 1650-es években ez a zárt agonvonal a 200—260° meridiánok és a 30° északi és déli szélességek között feküdt, nagyságát és helyzetét alig változtatta. 1700-ban a zárt agonvonal eltűnt, 1782-ben a 110—140° hosszúságok és a +60° — +25° szélességek közötti területen megjelent, és 1842, 1885 és 1900-ban helyét alig változtatta, csak minden irányban gyengén kiterjedt. Fritsche megállapítása és az előbb felvázolt elképzelés közötti összefüggés könnyen felismerhető, ezért a Fritsche által nyújtott adatrendszerre a vizsgálatot ki öhajtjuk terjeszteni.

A fenti elképzeléssel a szuperponált hullámot, illetve az évszázados változás térgörbéjének csavarvonalaszerű mozgását szintén könnyen magyarázhatjuk. Az örvény helyzete és intenzitása nem állandó, tengelye precessziós mozgást is végezhet. Ezek a másodlagos hatások hozhatják létre

a szuperponált hullámot, illetve a mágneses évszázados változásban észlelt csavarvonal jellegű menetet. A szuperponált hullám alapján tehát a földmagmozgás kisebb, rendszeres sajátságaira is következtethetünk. A hullám vektordiagramjait az *ABC* rendszerben is ábrázoltuk, és ezek az ábrák szintén az örvény középpontja körül mutattak jellegzetes szimmetriákat. Ezzel a kérdéssel egy későbbi értekezésünkben kívánunk foglalkozni.

Köszönettel tartozom dr. Albert Anna munkatársamnak, mert a vizsgálattal kapcsolatos nagy tömegű számítási munkát nagy szakértelemmel szervezte meg, megbízhatóan végezte és részben irányította.

A rövid sorozatú obszervatóriumok adatai

| Obszervatórium |      | φ       | λ        | észlelés<br>időköze | ΔX    | ΔY    | ΔZ    | ΔU    | ΔV    | ΔW    | ΔA    | ΔB    | ΔC    |
|----------------|------|---------|----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| neve           | jele |         |          |                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Tromsö         | Tr   | +69°40' | +18°57'  | 1931—1944           | —313  | +431  | +269  | —360  | —424  | +215  | —233  | —33   | —547  |
| Sodankylä      | So   | +67°22' | +26°39'  | 1914—1942           | —1058 | +846  | +370  | 749   | 924   | +747  | +694  | +138  | —1211 |
| Dombas         | Do   | +62°05' | +9°06'   | 1931—1946           | —185  | +631  | +804  | 797   | 661   | +78   | 2     | +329  | 983   |
| Lerwiek        | Le   | +60°08' | +358°49' | 1923—1946           | 22    | +1148 | +197  | 181   | —1093 | +360  | +833  | —414  | 730   |
| Lovö           | Lo   | +59°21' | +17°50'  | 1929—1946           | —329  | +665  | +684  | 756   | 667   | —29   | —52   | +302  | —956  |
| Saimischische  | Sa   | +55°50' | +48°51'  | 1914—1945           | —1367 | +185  | +1579 | —2079 | —282  | +37   | +775  | +212  | —1939 |
| Meanook        | Es   | +55°18' | +356°48' | 1908—1946           | +195  | +1894 | —173  | 254   | —1753 | +720  | —1680 | —565  | 727   |
| Eskdalemuir    | Me   | +54°37' | +246°40' | 1918—1942           | 33    | —530  | —1205 | +1002 | +109  | —848  | +117  | —759  | +1072 |
| Cahirelveen    | Ca   | +51°56' | +349°45' | 1899—1937           | +601  | +1560 | —1162 | +1285 | —1207 | +1017 | —1992 | —176  | +353  |
| Capodimonte    | Cm   | +40°52' | +14°15'  | 1884—1911           | +490  | +952  | +461  | 672   | —942  | +140  | —1002 | —586  | +116  |
| Zins           | Zi   | +37°28' | +126°38' | 1918—1941           | +155  | —332  | +131  | 43    | +102  | +373  | —184  | +343  | 17    |
| Tsingtau       | TT   | +36°04' | +120°19' | 1916—1936           | +70   | —302  | +97   | 0     | +69   | +318  | —150  | +288  | —25   |
| Tucson         | Tu   | +32°15' | +249°10' | 1910—1947           | —1311 | —239  | —1764 | 168   | +1473 | —1639 | +2018 | —333  | +835  |
| Dehra Dun      | DD   | +30°19' | +78°03'  | 1903—1937           | —143  | —1070 | +2603 | —1437 | +2407 | —285  | +2387 | +1504 | —65   |
| Barrackpore    | Br   | +22°46' | +88°22'  | 1904—1914           | +188  | +542  | +678  | 89    | 853   | +232  | +435  | +714  | +277  |
| Teoloyucan     | Te   | +19°45' | +260°49' | 1922—1946           | —947  | +54   | —274  | 799   | +527  | +241  | 855   | +273  | 400   |
| Tuongpoo       | Tg   | +18°56' | +96°27'  | 1905—1922           | +484  | +882  | +323  | 353   | +669  | +785  | 219   | +955  | +476  |
| Antipolo       | An   | +14°36' | +121°10' | 1911—1938           | +285  | —53   | —296  | +350  | —220  | 11    | —299  | +204  | 204   |
| Kodaikanal     | Kd   | +10°14' | +77°28'  | 1902—1922           | 433   | —1099 | +110  | 229   | +1582 | +271  | +768  | +1102 | 898   |
| Loanda         | La   | —8°49'  | +13°13'  | 1902—1915           | —220  | +400  | +181  | 245   | —376  | +198  | —246  | —36   | 422   |
| Elisabethville | El   | —11°40' | +27°28'  | 1933—1945           | 468   | +331  | —218  | 503   | 342   | +80   | 30    | —62   | 608   |
| Huancayo       | Hu   | —12°03' | +284°40' | 1922—1946           | —362  | +919  | +754  | 196   | —96   | +10   | 823   | +19   | —899  |
| La Quiaca      | LQ   | —22°07' | +294°25' | 1920—1933           | —322  | +852  | +247  | 209   | —289  | +871  | 443   | 815   | 159   |
| Vassouras      | Va   | —22°24' | +316°21' | 1915—1942           | —1307 | —1233 | —1642 | 1834  | +1450 | —678  | +2197 | +680  | 783   |
| Watheroo       | Wa   | —30°19' | +115°53' | 1919—1945           | 118   | +623  | —866  | 589   | —719  | +686  | +240  | 868   | —721  |
| Hermanus       | Hr   | —34°25' | +19°14'  | 1933—1946           | —923  | +558  | +1102 | 139   | —602  | —1412 | +547  | —1434 | —149  |
| Neujahrinsel   | Nj   | —54°39' | +295°51' | 1902—1916           | —400  | —559  | +1288 | 819   | —1020 | —647  | —641  | —1271 | +347  |

## II. táblázat

## A hosszú sorozatú obszervatóriumok adatait megközelítő függvények az XYZ, UVW és ABC rendszerben

|                             |                             |                             |                          |                           |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Slutzk                      | Sl                          | (1869—1941)                 | $\varphi = + 59,7^\circ$ | $\lambda = + 30,5^\circ$  |
| $X = 32,02 t - 0,6510 t^2$  | $U = 6,33 t - 0,3280 t^2$   | $A = 10,01 t - 0,2958 t^2$  |                          |                           |
| $Y = 20,18 t + 0,0983 t^2$  | $V = -14,40 t - 0,1898 t^2$ | $B = -37,87 t + 0,3549 t^2$ |                          |                           |
| $Z = 11,38 t - 0,0005 t^2$  | $W = 36,26 t + 0,5384 t^2$  | $C = 5,26 t - 0,4691 t^2$   |                          |                           |
| $t =$ időpont — 1868        |                             |                             |                          |                           |
| Sitka                       | Si                          | (1902—1950)                 | $\varphi = + 57,1^\circ$ | $\lambda = + 224,7^\circ$ |
| $X = -6,19 t + 0,1248 t^2$  | $U = 67,95 t - 0,6558 t^2$  | $A = 14,86 t - 0,2798 t^2$  |                          |                           |
| $Y = 14,04 t - 0,3692 t^2$  | $V = 34,92 t - 0,5812 t^2$  | $B = 21,18 t + 0,0304 t^2$  |                          |                           |
| $Z = -84,93 t + 0,8618 t^2$ | $W = -40,17 t + 0,3562 t^2$ | $C = 82,34 t - 0,9030 t^2$  |                          |                           |
| $t =$ időpont — 1901        |                             |                             |                          |                           |
| Wysokaja-Doubrava           | WD                          | (1887—1944)                 | $\varphi = + 56,7^\circ$ | $\lambda = + 61,1^\circ$  |
| $X = -25,36 t - 0,3059 t^2$ | $U = -0,58 t - 0,6701 t^2$  | $A = -28,36 t + 0,4198 t^2$ |                          |                           |
| $Y = 24,89 t - 0,4247 t^2$  | $V = -38,33 t + 0,3726 t^2$ | $B = -18,10 t + 0,5103 t^2$ |                          |                           |
| $Z = -15,96 t + 0,6008 t^2$ | $W = 6,88 t + 0,2168 t^2$   | $C = -19,63 t - 0,4452 t^2$ |                          |                           |
| $t =$ időpont — 1886        |                             |                             |                          |                           |
| Rude Skov                   | RS                          | (1892—1949)                 | $\varphi = + 55,8^\circ$ | $\lambda = + 12,5^\circ$  |
| $X = 6,19 t - 0,2560 t^2$   | $U = 42,60 t - 0,8925 t^2$  | $A = -50,94 t + 0,3486 t^2$ |                          |                           |
| $Y = 26,90 t + 0,3084 t^2$  | $V = -23,43 t - 0,3489 t^2$ | $B = -2,22 t - 0,2527 t^2$  |                          |                           |
| $Z = -47,30 t + 0,9051 t^2$ | $W = 25,21 t - 0,2482 t^2$  | $C = +21,44 t - 0,8913 t^2$ |                          |                           |
| $t =$ időpont — 1891        |                             |                             |                          |                           |
| Stonyhurst                  | St                          | (1865—1943)                 | $\varphi = + 53,8^\circ$ | $\lambda = + 357,5^\circ$ |
| $X = 41,71 t - 0,2979 t^2$  | $U = 29,44 t - 0,1492 t^2$  | $A = -12,39 t - 0,2781 t^2$ |                          |                           |
| $Y = 9,41 t + 0,3244 t^2$   | $V = -20,65 t - 0,1938 t^2$ | $B = -36,12 t + 0,1902 t^2$ |                          |                           |
| $Z = -5,95 t - 0,0331 t^2$  | $W = -23,90 t + 0,3677 t^2$ | $C = 20,14 t - 0,2856 t^2$  |                          |                           |
| $t =$ időpont — 1864        |                             |                             |                          |                           |
| Witteween                   | Wi                          | (1891—1947)                 | $\varphi = + 52,8^\circ$ | $\lambda = + 6,7^\circ$   |
| $X = 12,64 t - 0,1740 t^2$  | $U = 54,87 t - 0,8208 t^2$  | $A = -55,50 t + 0,2465 t^2$ |                          |                           |
| $Y = 24,09 t + 0,4100 t^2$  | $V = -16,98 t - 0,4972 t^2$ | $B = 4,06 t - 0,3888 t^2$   |                          |                           |
| $Z = -59,30 t + 0,8984 t^2$ | $W = 30,94 t - 0,2908 t^2$  | $C = 34,06 t - 0,8908 t^2$  |                          |                           |
| $t =$ időpont — 1890        |                             |                             |                          |                           |
| Zuy                         | Zu                          | (1887—1945)                 | $\varphi = + 52,5^\circ$ | $\lambda = + 104,0^\circ$ |
| $X = -24,69 t + 0,0544 t^2$ | $U = -32,69 t + 0,1352 t^2$ | $A = 8,48 t - 0,2261 t^2$   |                          |                           |
| $Y = -4,95 t - 0,2606 t^2$  | $V = -5,39 t - 0,0031 t^2$  | $B = 6,64 t + 0,1778 t^2$   |                          |                           |
| $Z = 22,26 t + 0,1286 t^2$  | $W = 5,65 t + 0,2629 t^2$   | $C = -31,84 t + 0,0685 t^2$ |                          |                           |
| $t =$ időpont — 1886        |                             |                             |                          |                           |
| Niemegk                     | Ni                          | (1890—1949)                 | $\varphi = + 52,1^\circ$ | $\lambda = + 12,7^\circ$  |
| $X = 9,68 t - 0,2341 t^2$   | $U = 35,21 t - 0,7629 t^2$  | $A = -44,65 t + 0,2790 t^2$ |                          |                           |
| $Y = 28,31 t + 0,3225 t^2$  | $V = -25,83 t - 0,3620 t^2$ | $B = -7,16 t - 0,2824 t^2$  |                          |                           |
| $Z = -37,08 t + 0,7846 t^2$ | $W = 19,07 t - 0,2475 t^2$  | $C = 15,02 t - 0,7854 t^2$  |                          |                           |
| $t =$ időpont — 1889        |                             |                             |                          |                           |

## II. táblázat folytatás

|   |    |             |  |                             |
|---|----|-------------|--|-----------------------------|
| Abinger                                   | Ab | (1846—1946) | $\varphi = + 51,2^\circ$                   | $\lambda = + 359,6^\circ$   |
| $X = 56,16 t - 0,4139 t^2 + 0,000997 t^3$ |    |             | $U = 36,74 t - 0,0044 t^2 - 0,001316 t^3$  |                             |
| $Y = 29,39 t - 0,1632 t^2 + 0,002369 t^3$ |    |             | $V = -42,89 t + 0,3445 t^2 - 0,003059 t^3$ |                             |
| $Z = -1,98 t - 0,3271 t^2 + 0,002491 t^3$ |    |             | $W = -28,87 t + 0,4316 t^2 - 0,001312 t^3$ |                             |
| $A = -26,95 t - 0,0421 t^2 - 0,00052 t^3$ |    |             |  |                             |
| $B = -54,85 t + 0,5448 t^2 - 0,00266 t^3$ |    |             |  |                             |
| $C = 16,97 t + 0,080 t^2 - 0,00234 t^3$   |    |             |  |                             |
| $t = \text{időpont} - 1845$               |    |             |  |                             |
| Chambon-la-Forêt                          | CF | (1883—1950) | $\varphi = + 48,0^\circ$                   | $\lambda = + 2,3^\circ$     |
| $X = 26,72 t - 0,1728 t^2$                |    |             | $U = 47,41 t - 0,4538 t^2$                 | $A = -38,32 t - 0,0581 t^2$ |
| $Y = 16,91 t + 0,4219 t^2$                |    |             | $V = -13,86 t - 0,4561 t^2$                | $B = -7,50 t - 0,2264 t^2$  |
| $Z = -39,74 t + 0,4551 t^2$               |    |             | $W = 11,80 t - 0,0316 t^2$                 | $C = 32,47 t - 0,6002 t^2$  |
| $t = \text{időpont} - 1882$               |    |             |  |                             |
| Agincourt                                 | Ag | (1899—1950) | $\varphi = + 43,8^\circ$                   | $\lambda = + 280,7^\circ$   |
| $X = -50,36 t + 0,4103 t^2$               |    |             | $U = 36,49 t - 0,0607 t^2$                 | $A = 75,67 t - 0,5906 t^2$  |
| $Y = -25,98 t + 0,3147 t^2$               |    |             | $V = 104,40 t - 0,5893 t^2$                | $B = 24,59 t - 0,0437 t^2$  |
| $Z = -105,25 t + 0,5156 t^2$              |    |             | $W = -43,04 t + 0,3986 t^2$                | $C = 88,05 t - 0,3991 t^2$  |
| $t = \text{időpont} - 1898$               |    |             |  |                             |
| Karsani                                   | Kr | (1879—1934) | $\varphi = + 41,8^\circ$                   | $\lambda = + 44,7^\circ$    |
| $X = -2,42 t - 0,4383 t^2$                |    |             | $U = 14,92 t - 1,0760 t^2$                 | $A = -35,38 t + 0,9538 t^2$ |
| $Y = 34,94 t - 0,0092 t^2$                |    |             | $V = -40,16 t + 0,2278 t^2$                | $B = -23,66 t - 0,0590 t^2$ |
| $Z = -25,09 t + 1,1241 t^2$               |    |             | $W = 4,56 t - 0,4962 t^2$                  | $C = -6,64 t - 0,7366 t^2$  |
| $t = \text{időpont} - 1878$               |    |             |  |                             |
| Coimbra                                   | Ci | (1866—1944) | $\varphi = + 40,2^\circ$                   | $\lambda = + 351,6^\circ$   |
| $X = 45,26 t - 0,1729 t^2$                |    |             | $U = 47,53 t + 0,0695 t^2$                 | $A = -33,97 t - 0,3111 t^2$ |
| $Y = 17,18 t + 0,2358 t^2$                |    |             | $V = -21,79 t - 0,0336 t^2$                | $B = -24,32 t + 0,2920 t^2$ |
| $Z = -20,07 t - 0,3123 t^2$               |    |             | $W = -3,67 t + 0,4208 t^2$                 | $C = 31,65 t - 0,0309 t^2$  |
| $t = \text{időpont} - 1865$               |    |             |  |                             |
| Cheltenham                                | Ch | (1902—1950) | $\varphi = + 38,7^\circ$                   | $\lambda = + 283,2^\circ$   |
| $X = -90,65 t + 0,8609 t^2$               |    |             | $U = -2,72 t + 0,1492 t^2$                 | $A = 115,71 t - 1,0888 t^2$ |
| $Y = -25,70 t + 0,3250 t^2$               |    |             | $V = 136,76 t - 1,1352 t^2$                | $B = 49,90 t - 0,3489 t^2$  |
| $Z = -108,81 t + 0,8359 t^2$              |    |             | $W = -44,67 t + 0,4834 t^2$                | $C = 69,49 t - 0,4873 t^2$  |
| $t = \text{időpont} - 1901$               |    |             |  |                             |
| San Miguel                                | SM | (1911—1950) | $\varphi = + 37,8^\circ$                   | $\lambda = + 334,3^\circ$   |
| $X = 32,72 t$                             |    |             | $U = 62,55 t$                              | $A = -50,87 t$              |
| $Y = 25,75 t$                             |    |             | $V = 2,18 t$                               | $B = 19,50 t$               |
| $Z = -59,87 t$                            |    |             | $W = 37,43 t$                              | $C = 48,48 t$               |
| $t = \text{időpont} - 1910$               |    |             |  |                             |
| San Fernando                              | SF | (1891—1950) | $\varphi = + 36,5^\circ$                   | $\lambda = + 353,8^\circ$   |
| $X = 29,36 t + 0,0256 t^2$                |    |             | $U = 68,21 t - 0,2881 t^2$                 | $A = -62,98 t - 0,0542 t^2$ |
| $Y = 23,81 t + 0,3529 t^2$                |    |             | $V = -1,60 t - 0,5115 t^2$                 | $B = 25,12 t - 0,4366 t^2$  |
| $Z = -74,99 t + 0,5189 t^2$               |    |             | $W = 48,97 t - 0,2232 t^2$                 | $C = 49,55 t - 0,4482 t^2$  |
| $t = \text{időpont} - 1890$               |    |             |  |                             |



## II. táblázat folytatás

|  |  |                              |                          |                           |
|--|--|------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Kakioka                                    | Ka   | (1897—1950)                  | $\varphi = + 36,2^\circ$ | $\lambda = + 140,2^\circ$ |
| $X = - 2,54 t + 0,0932 t^2$                | $U = 6,09 t - 0,0770 t^2$                  | $A = -22,91 t + 0,1482 t^2$  |                          |                           |
| $Y = -19,88 t + 0,0523 t^2$                | $V = -20,72 t + 0,2552 t^2$                | $B = - 5,12 t + 0,2334 t^2$  |                          |                           |
| $Z = -13,79 t + 0,2578 t^2$                | $W = 11,19 t + 0,0827 t^2$                 | $C = - 6,40 t + 0,0376 t^2$  |                          |                           |
| $t = \text{időpont} - 1896$                |  |                              |                          |                           |
| Zô-Sè                                      | ZS   | (1875—1947)                  | $\varphi = + 31,1^\circ$ | $\lambda = + 121,2^\circ$ |
| $X = 35,40 t - 0,2324 t^2$                 | $U = 29,27 t - 0,1995 t^2$                 | $A = -14,92 t + 0,0623 t^2$  |                          |                           |
| $Y = -16,17 t + 0,0426 t^2$                | $V = 16,83 t - 0,1098 t^2$                 | $B = 20,32 t - 0,0819 t^2$   |                          |                           |
| $Z = 2,02 t + 0,0009 t^2$                  | $W = 19,46 t - 0,0631 t^2$                 | $C = 29,72 t - 0,2128 t^2$   |                          |                           |
| $t = \text{időpont} - 1874$                |  |                              |                          |                           |
| Helwan                                     | He   | (1903—1944)                  | $\varphi = + 29,9^\circ$ | $\lambda = + 31,3^\circ$  |
| $X = 12,38 t$                              | $U = -16,15 t$                             | $A = 16,57 t$                |                          |                           |
| $Y = 55,74 t$                              | $V = -45,38 t$                             | $B = -72,90 t$               |                          |                           |
| $Z = 53,92 t$                              | $W = -62,03 t$                             | $C = -24,05 t$               |                          |                           |
| $t = \text{időpont} - 1902$                |  |                              |                          |                           |
| Au-Tau                                     | AT   | (1884—1939)                  | $\varphi = + 22,4^\circ$ | $\lambda = + 114,0^\circ$ |
| $X = 54,45 t - 0,5022 t^2$                 | $U = 64,17 t - 0,5942 t^2$                 | $A = -55,54 t + 0,4648 t^2$  |                          |                           |
| $Y = -27,44 t + 0,1722 t^2$                | $V = -14,22 t + 0,1327 t^2$                | $B = 0,92 t + 0,0554 t^2$    |                          |                           |
| $Z = -36,30 t + 0,3410 t^2$                | $W = 26,73 t - 0,1654 t^2$                 | $C = 44,15 t - 0,4231 t^2$   |                          |                           |
| $t = \text{időpont} - 1883$                |  |                              |                          |                           |
| Honolulu                                   | Hu   | (1902—1950)                  | $\varphi = + 21,3^\circ$ | $\lambda = + 201,9^\circ$ |
| $X = -31,43 t + 0,1630 t^2$                | $U = - 3,18 t - 0,1295 t^2$                | $A = 58,27 t - 0,4684 t^2$   |                          |                           |
| $Y = 12,95 t - 0,0709 t^2$                 | $V = 14,18 t - 0,0831 t^2$                 | $B = -51,02 t + 0,5724 t^2$  |                          |                           |
| $Z = -71,85 t + 0,7746 t^2$                | $W = -78,15 t + 0,7797 t^2$                | $C = 17,87 t - 0,2907 t^2$   |                          |                           |
| $t = \text{időpont} - 1901$                |  |                              |                          |                           |
| Alibag                                     | Al   | (1846—1949)                  | $\varphi = + 18,6^\circ$ | $\lambda = + 72,9^\circ$  |
| $X = 62,42 t - 1,3311 t^2 + 0,009318 t^3$  | $U = 77,05 t - 2,0419 t^2 + 0,013425 t^3$  |                              |                          |                           |
| $Y = 49,72 t - 1,0038 t^2 + 0,004159 t^3$  | $V = -56,84 t + 2,1095 t^2 - 0,010966 t^3$ |                              |                          |                           |
| $Z = -56,09 t + 2,4461 t^2 - 0,014399 t^3$ | $W = -18,60 t - 0,3786 t^2 + 0,003314 t^3$ |                              |                          |                           |
| $A = -61,06 t + 2,5348 t^2 - 0,01532 t^3$  |  |                              |                          |                           |
| $B = -62,38 t + 1,3510 t^2 - 0,00647 t^3$  |  |                              |                          |                           |
| $C = 43,53 t - 0,7158 t^2 + 0,00591 t^3$   |  |                              |                          |                           |
| $t = \text{időpont} - 1845$                |  |                              |                          |                           |
| San Juan                                   | SJ   | (1903—1950)                  | $\varphi = + 18,4^\circ$ | $\lambda = + 293,9^\circ$ |
| $X = -141,31 t + 1,7405 t^2$               | $U = -162,47 t + 2,0786 t^2$               | $A = 101,53 t - 0,8606 t^2$  |                          |                           |
| $Y = - 77,62 t + 0,5120 t^2$               | $V = - 36,76 t + 0,7079 t^2$               | $B = - 56,12 t + 0,5016 t^2$ |                          |                           |
| $Z = 89,93 t - 1,3532 t^2$                 | $W = - 79,58 t + 0,5484 t^2$               | $C = -143,60 t + 2,0323 t^2$ |                          |                           |
| $t = \text{időpont} - 1902$                |  |                              |                          |                           |
| Batavia                                    | Ba   | (1884—1944)                  | $\varphi = -6,2^\circ$   | $\lambda = + 106,9^\circ$ |
| $X = - 13,53 t + 0,3009 t^2$               | $U = -27,44 t + 0,4035 t^2$                | $A = -29,21 t + 0,3107 t^2$  |                          |                           |
| $Y = - 50,65 t + 0,7349 t^2$               | $V = - 8,71 t + 0,0172 t^2$                | $B = 45,50 t + 0,6760 t^2$   |                          |                           |
| $Z = -129,54 t + 0,9659 t^2$               | $W = 59,84 t - 0,8008 t^2$                 | $C = -38,55 t + 0,5009 t^2$  |                          |                           |
| $t = \text{időpont} - 1883$                |  |                              |                          |                           |

## II. táblázat folytatás

|                             |                              |                              |                         |                          |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Apia                        | Ap                           | (1905—1950)                  | $\varphi = -13,8^\circ$ | $\lambda = +188,2^\circ$ |
| $X = -29,80 t + 0,1491 t^2$ | $U = -36,25 t + 0,2301 t^2$  | $A = 38,16 t - 0,1524 t^2$   |                         |                          |
| $Y = 14,30 t + 0,1286 t^2$  | $V = 8,92 t + 0,1944 t^2$    | $B = -7,81 t + 0,2922 t^2$   |                         |                          |
| $Z = -30,66 t + 0,3575 t^2$ | $W = -25,27 t + 0,2754 t^2$  | $C = -22,70 t + 0,2407 t^2$  |                         |                          |
| $t = \text{időpont} - 1904$ |                              |                              |                         |                          |
| Tananarivo                  | Tn                           | (1902—1950)                  | $\varphi = -18,9^\circ$ | $\lambda = +47,5^\circ$  |
| $X = -50,03 t - 0,0137 t^2$ | $U = 8,15 t - 0,6737 t^2$    | $A = 116,14 t - 0,7262 t^2$  |                         |                          |
| $Y = 94,69 t - 1,8726 t^2$  | $V = -5,20 t + 0,8168 t^2$   | $B = -160,19 t + 2,5892 t^2$ |                         |                          |
| $Z = 171,30 t - 2,0398 t^2$ | $W = -201,79 t + 2,5587 t^2$ | $C = 40,79 t - 0,6606 t^2$   |                         |                          |
| $t = \text{időpont} - 1901$ |                              |                              |                         |                          |
| Mauritius                   | Mu                           | (1893—1950)                  | $\varphi = -20,1^\circ$ | $\lambda = +57,6^\circ$  |
| $X = -39,09 t - 0,0066 t^2$ | $U = 40,00 t - 0,9110 t^2$   | $A = 170,86 t - 1,5492 t^2$  |                         |                          |
| $Y = 30,31 t - 1,1705 t^2$  | $V = 108,65 t - 0,5329 t^2$  | $B = -92,22 t + 1,8961 t^2$  |                         |                          |
| $Z = 223,20 t - 2,6325 t^2$ | $W = -197,12 t + 2,6807 t^2$ | $C = 120,68 t - 1,5180 t^2$  |                         |                          |
| $t = \text{időpont} - 1892$ |                              |                              |                         |                          |
| Pilar                       | Pi                           | (1905—1950)                  | $\varphi = -31,7^\circ$ | $\lambda = +296,1^\circ$ |
| $X = -22,01 t - 0,5570 t^2$ | $U = 5,62 t - 0,8591 t^2$    | $A = 19,88 t + 0,3317 t^2$   |                         |                          |
| $Y = -78,35 t + 0,3970 t^2$ | $V = -43,81 t + 0,2944 t^2$  | $B = -91,50 t + 0,6551 t^2$  |                         |                          |
| $Z = 46,33 t + 0,7331 t^2$  | $W = -82,57 t + 0,4248 t^2$  | $C = -0,79 t - 0,6827 t^2$   |                         |                          |
| $t = \text{időpont} - 1904$ |                              |                              |                         |                          |
| Toolangi                    | To                           | (1893—1949)                  | $\varphi = -37,5^\circ$ | $\lambda = +145,5^\circ$ |
| $X = -27,94 t + 0,2210 t^2$ | $U = -34,73 t + 0,2337 t^2$  | $A = -3,82 t + 0,2678 t^2$   |                         |                          |
| $Y = -23,44 t + 0,4490 t^2$ | $V = -12,75 t + 0,2061 t^2$  | $B = 13,29 t - 0,1445 t^2$   |                         |                          |
| $Z = -20,64 t + 0,0958 t^2$ | $W = 19,67 t - 0,4032 t^2$   | $C = -39,56 t + 0,3708 t^2$  |                         |                          |
| $t = \text{időpont} - 1892$ |                              |                              |                         |                          |
| Amberley                    | Am                           | (1902—1950)                  | $\varphi = -43,2^\circ$ | $\lambda = +172,7^\circ$ |
| $X = -30,50 t + 0,1469 t^2$ | $U = -27,16 t + 0,1574 t^2$  | $A = 9,62 t + 0,2642 t^2$    |                         |                          |
| $Y = 0,64 t + 0,3845 t^2$   | $V = 7,98 t + 0,3163 t^2$    | $B = 19,92 t - 0,0054 t^2$   |                         |                          |
| $Z = -7,19 t + 0,0735 t^2$  | $W = 13,46 t - 0,2236 t^2$   | $C = -22,21 t + 0,3240 t^2$  |                         |                          |
| $t = \text{időpont} - 1901$ |                              |                              |                         |                          |

## I R O D A L O M

1. *Barta György*: A földmágnassági értékek változásának törvényszerűségei hazánkban. Magy. Tud. Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei, V. kötet, 1—2. szám, 1952.

2. *Barta György*: A földmágnassági tér évszázados változásának 44 éves periódusáról. Geofizikai Közlemények, III. évfolyam, 1. szám, 1954.

3. *Barta György*: A 40—50 year period in the secular variation of the geomagnetic field. Acta Geologica, Tomus IV, Fasciculus 1, 1956.

4. *Bock R. — Schumann W.*: Katalog der Jahresmittel der magnetischen Elemente. Akademie Verlag, Berlin, 1948.

5. *Fanslau G. und Sellien K.*: Die analytische Erfassung der geomagnetischen Säkularvariation. Erdmagnetisches Jahrbuch 1953, Akademie-Verlag, Berlin, 1956.

6. *Fisk H. W.*: The unsymmetrical distribution of Magnetic Secular Variation. Terr. Magn. 37. kötet, 3. szám, 1932.
7. *Fleming J. A.*: Geomagnetic secular variations and surveys. Proceedings of the Physical Society LVIII. kötet, 1946.
8. *Fritsche H.*: Die Elemente des Erdmagnetismus und ihre saecularen Aenderungen . . . Szentpétervár, 1900.
9. *Johnston H. F.*: List of geomagnetic observatories and thesaurus of values. J. of Geophysical Research, 56. kötet, 3. szám, 1951.
10. *Vestine E. H.*: Magnetic secular variation in the Pacific area. Proceedings of the sixth Pacific Science Congress, 1939.
11. *Vestine E. H.*: On variations of the geomagnetic field, fluid motions and the rate of the Earth's rotation. J. of Geophysical Research, 58. kötet, 2. szám, 1953.
12. *Vestine E. H.* – *Laporte L.* – *Cooper C.*: Geomagnetic secular change during past epochs. Transactions, American Geophysical Union, 27. kötet, VI. szám, 1946.

