

L. EGYED

ON THE CAUSES OF MOVEMENTS IN THE EARTH'S CRUST AND ON THE CRUSTAL MOVEMENTS IN HUNGARY

The first part of the paper deals with the origin and proper interpretation of tectonic forces and with an exact definition of the concepts of orogenetic, epeirogenetic and isostatic movement.

In the second part of the paper it is proved that the observed changes of level in Hungary are true ones instead of being caused by errors in measurement and that they are caused by primarily tectonic factors.

A KÉREGMOZGÁSOK OKAI ÉS A MAGYARORSZÁGI KÉREGMOZGÁSOK

EGYED LÁSZLÓ

I.

A Föld kérgét a Mohorovičić-felület határozza meg. Tágabb értelemben a földkérgét a Mohorovičić-felület felett helyetfoglaló kőzetek összessége alkotja. Szűkebb értelemben a földkéreghez csak a magmás-eredésű kőzeteket számítjuk.

A kéreg helyzetét az egész Földhöz képest, igen nehéz földtani időtartamra rögzíteni, bár a paleomágneses vizsgálatok adnak erre némi lehetőséget. Általában csak a kéreg két pontjának viszonylagos helyzetét, illetve ennek időbeli változását van módunkban meghatározni. A kéregmozgások tehát mindig viszonylagos adatokat jelentenek.

A kéregmozgásokat két részre szokás osztani: horizontális mozgásokról beszélünk, ha két pont gömbi távolsága változik meg. Szintváltozásokról pedig akkor van szó, ha két pont szintkülönbségében lép fel változás. Két kontinens között észlelhető horizontális mozgásokat kontinensvándorlásnak mondjuk.

A kéregmozgásokat kétféle erőhatásra lehet visszavezetni. Az egyik erőhatást az ún. tektonikai erők hozhatják létre. A másik erőhatás a tömegátrendeződések következménye s ezt izosztatikus erőnek nevezzük s forrása a magma felhajtóerejében keresendő.

Az izosztázia szerepe rendkívül egyszerű s tisztázott, ha csak a magma felhajtóerejét vesszük figyelembe.

A tektonikai erők eredete a legutóbbi időig teljesen homályos volt és csupán a Föld belső szerkezetére vonatkozó legújabb vizsgálatok alapján sikerült a kérdést tisztázni.

A Föld belső felépítésére vonatkozó vizsgálatok arra vezettek, hogy a Föld magjának anyaga folyamatosan átmegy a köpeny kisebb sűrűségű anyagába s ennek következményeképpen a Föld térfogata állandóan növekszik (1, 2). A Föld térfogatának a növekedésére azonban minden feltevéstől mentesen a megfigyelések is utalnak (3, 4). A sugárnövekedés legvalószínűbb értéke 0,5 mm/év. Ez a sugárnövekedés olyan energiaforrás jelenlétére utal, amelynek teljesítménye évi $2 \cdot 10^{29}$ erg munkával egyenlő. A belső erők energiaforrása tehát a Föld térfogatnövekedését biztosító folyamatokban keresendő.

A térfogatnövekedés folytán ugyanis a Föld kérgé és a köpeny egy része feszültség alá kerül s ennek következtében bennük rugalmas energia halmozódik fel. Az energiafelhalmozódás addig folytatódhat, amíg a kéreg és a köpeny szilárdsága a fellépő feszültségeket viselni tudja. Ha a kéreg, ill. köpeny a feszültségeknek nem tud ellenállni, akkor szétreped s a felhalmozott rugalmas energia, vagy egy része felszabadul. A kéregben felhalmozódó rugalmas energia maximumát meg lehet becsülni. Nagyságrendje 10^{33} erg körül van.

Tektonikai energián éppen azt a rugalmas energiát értjük, amely a földkéregben és a köpeny felső részében felhalmozódik. Ennek legnagyobb része a Föld tágulásából származik.

A tektonikai energia felhalmozódása és kioldódása egyaránt a kéreg deformációjával jár. Ez a deformáció a helyi kéregfelépítéstől és annak rugalmassági adataitól függ. Miután ebben elég nagy változatosság észlelhető, a deformációk módja is igen változatos lesz. A tektonikai erők tehát kéregmozgásokat fognak létrehozni.

A tektonikai energia felhalmozódásakor fellépő kéregmozgásokat *epirogén jellegű* mozgásoknak nevezzük.

A tektonikai energia feloldódásakor létrejövő kéregmozgásokat *orogén jellegű* kéregmozgásoknak nevezzük.

A magma felhajtóereje miatt beálló mozgásokat *izosztatikus jellegű* kéregmozgásoknak nevezzük.

A függőleges kéregmozgások egyaránt lehetnek orogén és epirogén vagy izosztatikus jellegűek. Az epirogén jellegű mozgások azonban főképpen függőleges kéregmozgások. A tömegátrendeződés miatt beálló függőleges kéregmozgások részben epirogén, részben izosztatikus jellegűek, mert a tömegátrendeződés egyrészt a feszültségek felhalmozódásához, másrészt a felhajtóerő megváltozásához vezet.

A szintváltozások tehát lehetnek tektonikai energiák következményei, de létrejöhetnek izosztatikus egyensúlyra való törekvés miatt is.

Komolyabb méretű horizontális mozgások csakis akkor várhatók, ha a kéreg folytonossága helyenként megszűnik. A vízszintes kéregmozgások tehát részben orogén jellegű mozgások lesznek, mert a tektonikus energiák feloldódásával kapcsolatosak.

Nagyméretű kéregmozdulások is természetes következményei a táguló Földnek és a kéreg nagyméretű felszakadásával kapcsolatban lépnek fel. A kontinensvándorlások tehát orogén jellegű jelenségek, szakaszosan és nem folytonos átmenettel jönnek létre. A Wegener-féle elmélet alapját

képező nagyméretű kontinenselmozdulások létrejöttét paleomágneses és paleoklimatológiai megfigyelések nagymértékben megerősítették (5), s mechanizmusa a Föld térfogatnövekedésének kézenfekvő következménye.

II.

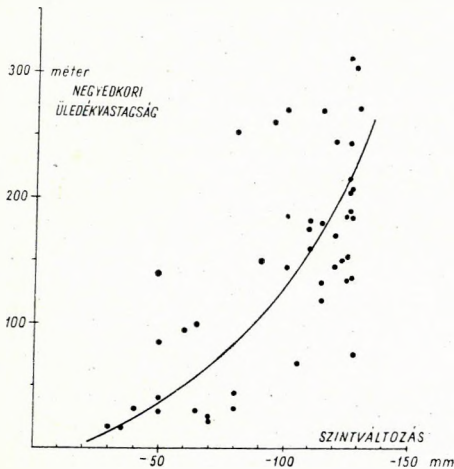
A most elmondott szempontok alapján vegyük vizsgálat alá a magyarországi kéregmozgásokat.

A jelenlegi kéregmozgások vizsgálatához a következőkben kétféle adatféléseget használunk fel. Az egyik ilyen adatösszességet szolgáltatják a szintváltozások, a másik adatösszességet a negyedkori üledékek vastagsági eloszlása.

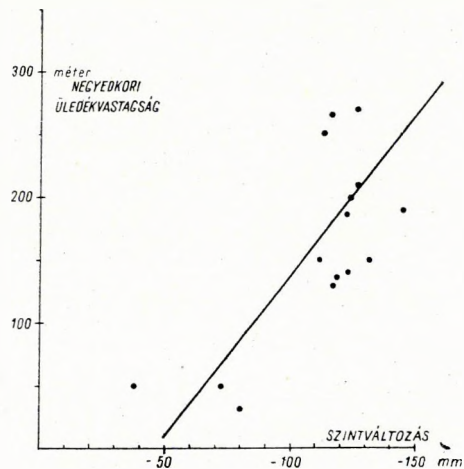
A szintváltozásokra vonatkozólag országos mérethez csupán a GÁRDONYI-féle adatok (6) állanak rendelkezésre. A negyedkori üledékvastagságok eloszlására JASKÓ közölt térképet (7).

A szintváltozások a jelenleg is folyamatban levő kéregmozgások értékeit adják s azok pillanatnyi sebességére jellemzők. A kvarter üledékvastagság viszont az utolsó egymillió évre vonatkozó kéregmozgások átlagát szolgáltatja. Általánosságban a kétféle adatösszességnek jellegben egyeznie kell e köztük monotonitás kell fennálljon.

A szintváltozások technikai kivitelében régebben elkövetett hibák miatt (8) a komolyabb domborzattal tarkított vidékek nem tekinthetők megbízhatóknak. Éppen ezért vizsgálatainkat csak a Nagy-Alföldre terjesztettük ki. Először is a JASKÓ által összeállított kvarterüledék vastagságokhoz minden fűrésra meghatároztuk a GÁRDONYI-féle izoanabázis térkép alapján a megfelelő szintváltozási értéket. A kettő közötti kapcsolatot az 1. ábra szemlélteti. A két mennyiség közötti monoton kapcsolat letagad-



1. ábra. Az interpolált szintváltozási adatokhoz tartozó negyedkori üledékvastagságok értéke a Nagyalföld területén



2. ábra. Az észlelt szintváltozási adatokhoz tartozó negyedkori üledékvastagságok értéke a Nagyalföld területén

hatatlan. Még jobb az eredmény, ha azokat a pontokat használjuk fel a diagram elkészítéséhez, amelyeknél a közvetlenül meghatározott szintváltásokhoz a közvetlenül megmért negyedkori üledékvastagságot is tudjuk (2. ábra).

Ez az összefüggés azt mutatja, hogy túlzott BENEDEFFY aggodalma a GÁRDONYI-féle adatok használatával kapcsolatban (8). A kétféle adatsor monoton kapcsolata megfelel az elméleti követelményeknek, tehát az adatok reálisak. Felvethető azonban az üledékek tömörödése is, mint a szintváltások oka.

Ha megnézzük a süllyedés évi maximális mértékét, akkor a GÁRDONYI adatokból azt kapjuk, hogy ez 2 mm/év, míg a kvarterüledékek szerint ez évente mintegy 0,3 mm-t tesz ki, azaz teljes nagyságrendkülönbség jelentkezik a két adat között. Milyen szerepet játszhat a rétegek tömörödése a szintváltások méretében?

Ha a tömörödési törvényt adott d vastagságú üledékes rétegre a $d(t) = a + b e^{-\lambda t}$ összefüggéssel írjuk le, akkor egy D vastagságú réteg, amely évi d vastagságú rétegekből jött létre, így írható fel:

$$D_n = na + b (1 + e^{-\lambda t} + e^{-2\lambda t} + \dots + e^{-(n-1)\lambda t}).$$

Újabb t idő múlva ez a réteg

$$D_{n+1} = na + b (e^{-\lambda t} + e^{-2\lambda t} + e^{-3\lambda t} + \dots + e^{-n\lambda t})$$

vastagságú lesz.

A tömörödés t idő alatt

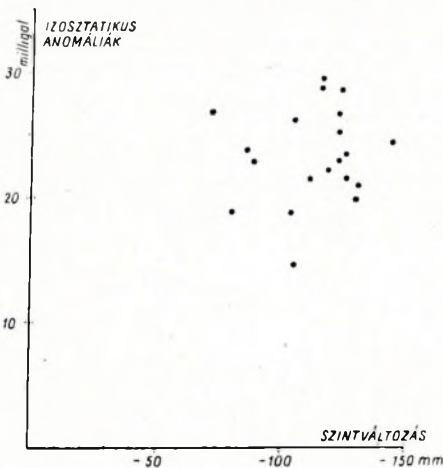
$$dD = D_n - D_{n+1} = b (1 - e^{-\lambda T}) \sim b,$$

ahol $nt = T$, és T elegendő nagy. Azaz, ha a lehelyezett magassági tárcsa tömörödés miatti süllyedését mutatja a szintváltás, akkor ez éppen annyival egyenlő, mintha az évi lerakódott réteg teljesen tömörödött volna.

Ha 100%-os tömörődéssel számolunk, akkor is az évi max szintváltás nem lehetne több 0,6 mm-nél, ha a kvarter alatti egyenes süllyedés ma is érvényben volna.

Az eddigiekből tehát azt a következtetést lehetett levonni, hogy a GÁRDONYI-féle adatok jellegükben reálisak, és nem lehetnek csupán a kompakció következményei. Tehát reális szintváltással állunk szemben, amely gyorsuló tendenciát mutat.

Most azt kellene eldönteni, hogy ez a szintváltás izosztatikussal vagy tektonikus erőkre vezethető

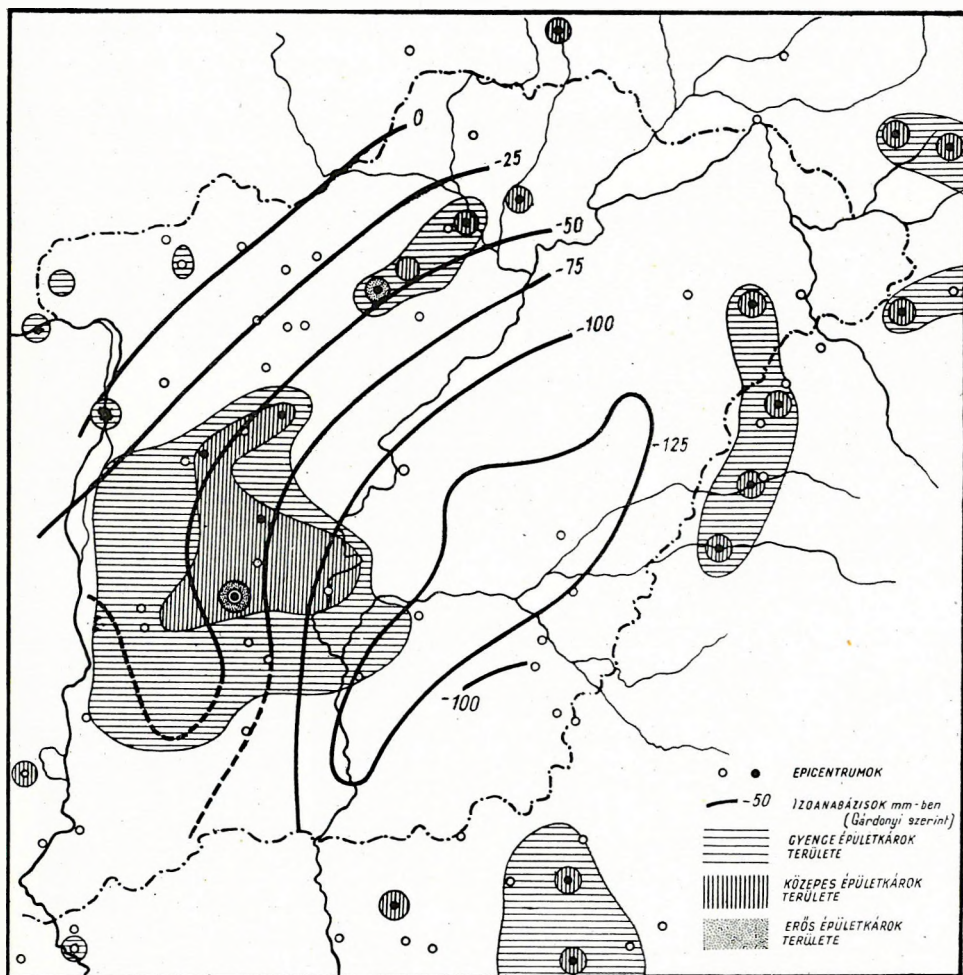


3. ábra. Az észlelt szintváltási adatokhoz tartozó izosztatikussal anomáliák értéke a Nagyalföld területén

vissza. SCHEFFER (9) arra a következtetésre jutott, hogy a szintváltozások szoros kapcsolatban vannak az izosztikus anomáliákkal.

Az országos gravitációs alaphálózat adatainak a közlése (10) ennek a kérdésnek a tisztázását is lehetővé tette.

Az összes, Gárdonyi által az Alföld nem dombos részeire vonatkozó adataihoz tartozó izosztikus anomáliák és a szintváltozások közötti kapcsolatot a 3. ábra mutatja. A pontok statisztikus eloszlása nem valószínűsíti az izosztikus anomáliák és a szintváltozások közötti szorosabb kapcsolatot, bár nem mond ellent annak, hogy (ha alárendelt formában) az izosztikus kiegyenlítődésnek is lehet szerepe.



4. ábra. Az izoanabázisok menete a rengéses területek eloszlásához viszonyítva a Nagyalföldön Gárdonyi J. és Simon B. adatai alapján

Az Alföld szintváltozásáról tehát kimutattuk azt is, hogy elsősorban tektonikai eredetűek s az izosztatikus túlterhelés szerepe legfeljebb járulékos.

Végül még egy mechanikai érvet a szintváltozások realitására vonatkozólag.

Magyarország területe teljesen aszeizmikusnak tekinthető abban az értelemben, hogy ezen a területen nincsenek a földkéregből vagy a köpeny felső részéből kipattanó földrengések. Ezt megerősítik Csomor D. és Kiss Z. (11) részletes vizsgálatai is, amennyiben azt találták, hogy a magyarországi rengésfészkek mélysége zömmel 5 km és 15 km közé esik. A deformációkból valóban az várható, hogy a kéreg felső részén és így a rátelepedő üledékekben (mészköttömegekben) is a süllyedés területén nyomójellegű erőhatások, a szélén kétoldalt húzóerőhatások jönnek létre. A kőzetek húzásnak kevésbé állanak ellent s ilyenkor szétszakadnak, ezáltal komolyabb méretű földrengéseket hozván létre. Ha pedig megnézzük a Gárdonyi-féle izoanabázisokat, akkor azt találjuk, hogy a —50-es izoanabázis éppen az Alföld legerősebben megrázott helyeit foglalja össze, teljesen összhangban a fenti következtetésekkel.

I R O D A L O M

1. *Egyed L.*: A Föld belső felépítésének új elmélete és annak földtani-geofizikai következményei. *Földtani Közlöny*, 85. 227—318, 1955.
2. *Egyed L.*: A new theory on the internal constitution of the Earth and its geological-geophysical consequences. *Acta Geol. IV.* 43—83, 1956.
3. *Egyed L.*: The change of the Earth's dimensions determined from palaeogeographical data. *Geofisica pura e applicata*. 33. 42—48, 1956.
4. *Egyed L.*: A tektonikai erők eredete és a kéregmozgások. *Földtani Közlöny*, 86, 12—16. 1956.
5. *Irving, E.*: Palaeomagnetic and palaeoclimatological aspects of polar wandering. *Geofisica pura e applicata*. 33. 23—41, 1956.
6. *Gárdonyi J.*: A régi felsőrendű szintezési alappontok magasságainak változásai. *Az Áll. Földm. Közl. II. sz.* Bpest, 1932.
7. *Jaskó S.*: Lepusztulás és üledékfelhalmozódás Magyarországon a Kainozoi-kumban. *Földtani Közlöny*, LXXVII. 25—38. 1947.
8. *Bendeffy L.*: Szintezési alappontok időközi magassági változásának meghatározása. *Geofizikai Közlemények*, IV. 3—30, 1956.
9. *Scheffer V.*: A magyarországi szintváltozások izosztatikus jellege és a szintezési alappontok magasságainak időbeni értékjavítási lehetősége. *M. Tud. Akad. Műsz. Tud. Oszt. Közl. XIII.* 13—25, 1954.
10. *Facsinay L. és Szilárd J.*: A magyar országos gravitációs alaphálózat. *Geofizikai Közlemények*, V. 3—49, 1956.
11. *Csomor D.* szóbeli közlése.