

A FÖLD MÉRETEINEK VÁLTOZÁSA A PALEOGEOGRÁFIAI ADATOK ALAPJÁN

EGYED LÁSZLÓ

Összefoglalás: Az ősföldrajzi adatok alkalmasak arra, hogy segítségével a Föld méreteiben bekövetkező változások nagyságát és irányát meghatározzuk. Az ősföldrajzi térképek azt bizonyítják, hogy a Föld térfogata állandó növekedésben van s a sugárnövekedés mértéke 0,5 mm/év.

A Föld tágulása alapján azonban könnyen érthetővé és magyarázhatóvá válik a kontinensek és óceáni medencék kialakulásának a kérdése. Meglepő, hogy az ebből számított sugárnövekedés évi átlaga mennyire jól egyezik a paleogeográfiai adatokból számított értékkel.

A Föld térfogatának növekedéséből ugyancsak érthetővé válnak a regressziós és transzgressziós jelenségek. Ezek elméletileg számított tartama is jól egyezik a földtani megfigyelésekkel.

A Föld mai méreteit geodéziai módszerekkel határozták meg. E módszerek azonban nem alkalmasak arra, hogy a Föld méretében esetleg bekövetkező változásokat meg lehessen határozni.

A Föld méretére vonatkozólag általánosságban kétféle felfogás volt forgalomban. Az egyik szerint a Föld térfogata a Föld kihülése miatt állandóan kisebb lesz, a Föld zsugorodik. A másik felfogás szerint a Föld térfogata a földtörténeti idők alatt nem változott. Hogy a valóságban a Föld méretére vonatkozólag mi a helyes megállapítás, azt csakis a tapasztalat döntheti el.

A földtani megfigyelések arra vezettek, hogy az óceánok vízmennyisége a földtörténet ideje alatt alig változott. K u e n e n [1] arra a következtetésre jutott, hogy a paleozoikum kezdetétől az óceánok vízének a növekedése nem lehet több össztérfogatának 4 százalékánál.

Ha tehát a Föld térfogata csökken, azaz a Föld zsugorodik, akkor a tengerek vízének átlagos vastagsága a felszín csökkenésével meg kell növekedjék. A tengerszint magasságának tehát a földtörténet folyamán átlagban növekednie kell. Magasabb tengerszintnek viszont az a következménye, hogy a Földön átlagban mind nagyobb és nagyobb területek borítódnak el vízzel.

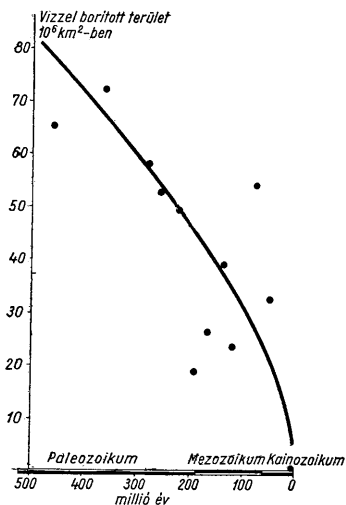
Ha viszont a Föld térfogata állandó, akkor a vízzel való elborítottságot csak a kéregmozgások befolyásolják, s a Föld felszínének vízzel való elborítottsága meghatározott érték körül ingadozik. A kérdést tehát egyszerűen el lehet dönteni, ha a paleogeográfiai adatok alapján megállapítjuk, hogy az egyes időszakokban mekkora területek voltak vízzel elborítva.

Ebből a célból egyrészt S z t r a h o v [2] 12 darab, másrészt T e r m i e r H. és G. [3] 34 paleogeográfiai térképét transzformáltuk gömbfelületre és planimetráltuk a tengerrel borított kontinentális területeket. Az eredményt az I. és II. táblázat, valamint az 1. és 2. ábra szemlélteti.

E diagramok zsugorodó Föld esetében emelkedő tendenciát, míg állandó Föld-térfogat esetén vízszintes átlag körüli ingadozást kellene mutassanak. Ezzel szemben mindkét diagram határozott csökkenő tendenciát mutat a jelen felé, bár a T e r m i e r

adatokban a csökkenés mértéke enyhébb. Ez azonban a paleogeográfiai térképek szerkesztésénél használt elvek következménye. Ugyanebből fakad az is, hogy a 400 millió évnél idősebb korokra vonatkozó Termier-adatok nem kifogástalanok.

Kontinentális területek felépítéséből és a hipszografikus görbe eloszlásából származó következmények figyelembevételével ez az eredmény csak úgy értelmezhető, hogy a Föld térfogata nem állandó, hanem állandó növekedésben van.



1. ábra. A vizzel borított területek különböző földtörténeti korokban Sztrahov térképei alapján. — Области, покрытые морской водой в различных геологических периодах, по палеогеологическим картам Н. М. Стрехова. — Water covered areas in different geological epochs, computed from the maps of Strahov. — Terrains couverts par l'eau de mer dans les diverses époques géologiques d'après les cartes paléogéographiques de Strahov.

A paleogeográfiai adatokból szerkesztett diagram alapján a földugár növekedésének méretét is ki lehet számolni.

Ha ugyanis a Föld felszíne dF -vel megváltozik, ezt a változást a tengeri medencék területének (F_s) a megváltozásában lehet csak észlelni.

E terület megváltozásának a következtében az átlagos tengermélység a mindenkori tengerszinhez viszonyítva is meg kell valamilyen dm -mel változzék, hiszen az össz-tengervíz mennyisége, azaz az $F_s m$ az utolsó 500 millió év folyamán 4%-on belül állandónak tekinthető.

Fennáll tehát a következő egyenlet :

$$(F_s + dF) (m - dm) = F_s m$$

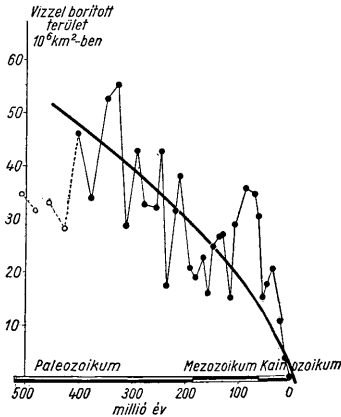
Eszert a Föld felszíne $\bar{d}m$ átlagszint csökkenés esetén

$$dF = \frac{F_s \bar{d}m}{m}$$

értékkel megnövekedett.

A Sztrahov-féle adatok szerint 500 millió évvel ezelőtt átlagban a kontinensek felszínéből 83 millió négyzetkilométer vízzel volt borítva, míg a Termier-féle adatok szerint 400 millió évvel ezelőtt 49 millió négyzetkilométert borított a tengervíz.

Tegyük fel, hogy a Föld felszínének hipszografikus eloszlása a mai eloszlásnak felelt meg 500 millió évvel ezelőtt is.



2. ábra. A vízzel borított területek különböző földtörténeli korokban a Termier-féle térképek alapján. — Области, покрытые морской водой в различных геологических периодах по палеогеографическим картам Термье. — Water covered areas in different geological epochs, computed from the maps of Termier. — Terrains couverts par l'eau de mer dans les diverses époques géologiques d'après les cartes paléogéographiques de Termier.

Ha felhasználjuk a Kossinna [4]-féle adatokat, akkor ez azt jelenti, hogy a Sztrahov-adatok szerint 500 millió évvel ezelőtt az átlagos tengerszint 550 méterrel volt magasabb ($\bar{d}m = 550$ m) míg a Termier-adatok azt mondják, hogy 400 millió évvel ezelőtt az átlagos tengerszint 275 méterrel emelkedett a mai átlagos tengerszint fölé ($\bar{d}m = 275$ m).

Ha figyelembe vesszük, hogy az előző képletekben $\bar{d}m$ az átlagos tengerszint csökkenés, az átlagos tengerélmélység m , és az óceánok felszíne F_s , akkor az előző adatok alapján megállapított $\bar{d}m$ értékekből megállapítható a Föld felszínének a 400 illetve 500 millió év alatt történt növekedése. Ebből viszont az akkori földszugar mérete számítható ki.

A Sztrahov-féle adatok arra vezetnek, hogy 500 millió évvel ezelőtt a Föld sugara $6,04 \cdot 10^8$ cm, míg a Termier adatok szerint 400 millió évvel ezelőtt a földszugar $6,21 \cdot 10^8$ cm volt, szemben a mai $6,37 \cdot 10^8$ cm-es adattal.

Ha ezekből az értékekből a sugárnövekedés évi átlagát kiszámítjuk, akkor a *S z t r a h o v*-adatok alapján 0,66 mm/év sugárnövekedési sebességet, míg a *T e r m i e r*-féle adatok alapján 0,4 mm/év sugárnövekedési sebességet kapunk.

A paleogeográfiai térképek tehát arról tanúskodnak, hogy az eddigi felfogással ellentétben a Föld térfogata növekszik. Az évi sugárnövekedés mértéke — az előző adatok középértékét véve figyelembe — átlagosan 0,5 mm/év.

I. Táblázat

A vízzel borított kontinentális területek a különböző földtörténeti korokban, *Termier* térképei alapján.

	Eltelt idő millió években	Millió km ²		Eltelt idő millió években	Millió km ²
Kambrium	505	34,80	Júra	155	16,06
«	480	31,57	«	145	24,87
«	455	32,99	«	135	26,62
			«	130	27,21
Ordovicium	425	28,36	Kréta	115	15,17
«	400	46,15	«	105	28,94
«	375	33,97	«	85	35,86
			«	70	34,71
Szilur	345	52,55	«	60	30,57
«	325	55,15			
Devon	310	28,74	Paleocén	55	15,52
«	290	43,11			
«	275	32,79	Eocén	45	18,08
Alsókarbon	255	32,04	Oligocén	35	20,81
«	245	42,78			
Felsőkarbon	235	17,61	Miocén	15	10,69
«	220	31,61			
Perm	210	38,21	Pliocén	7	3,78
«	190	20,92			
Triász	180	19,05	Pleisztocén	0,5	0,13
«	165	22,84			

Érdekesnek tartjuk megemlíteni, hogy ha a Föld térfogatának a növekedését a Föld kialakulásától kezdve tételezzük fel, akkor ebből meg tudjuk magyarázni a kontinentális kéregrészek, valamint a tengeri medencék kialakulását, egyszerűen úgy, hogy a kontinentális kéreg az első kialakult összefüggő és megszilárdult kérgé volt a Földnek. Ez azonban a térfogatnövekedés miatt szétszakadt s a felrepedési vonal mentén a bázisosabb, vagy egyenesen ultrabázisos magma felnyomult, de nagyobb sűrűségénél fogva nem tudta elérni a kontinentális kéreg átlagos szintjét, hanem a hidrosztatikus egyensúlynak megfelelően mintegy 5 km-rel mélyebb helyet foglalt el.

Ha az első kéregfelszín megegyezett a mai kontinentális felépítésű területekkel, akkor kezdetben a Föld felszíne $1,5 \cdot 10^{18}$ cm² és $2 \cdot 10^{18}$ cm² között lehetett. Ebből kiszámíthatjuk a kezdeti Föld sugar méretének határait. Ha figyelembe vesszük, hogy a Földkéreg életkora a legkorszerűbb adatok [5], [6] alapján $4,4 \cdot 10^9$ év, akkor a kezdeti

sugárnak a mai sugártól való eltéréséből meghatározható a Földsugár keletkezésétől számított időre vonatkozó évi sugárnövekedési átlag. Ez 0,54 mm/év és 0,66 mm/év közötti értékek adódik, meglepően jó egyezésben a paleogeográfiai adatokkal.

Ha a tengermedencék keletkezésének vázolt mechanizmusát és a Föld térfogatának állandó növekedését tételezzük fel, akkor a következő periodikus jellegű jelenséghez jutunk:

A Föld belsejében végbemenő térfogatnövekedés az összefüggő és rugalmas földkéregben feszültségeket hoz létre, mert azt kitágítja. Ez a feszültségváltozás a kéregben mindaddig tart, amíg a feszültségek értéke el nem éri a kérget alkotó kőzetek szakítási szilárdságát. Ebben az esetben a kéreg szétszakad s a kéregben levő feszültségek felszabadulnak. A szétrepedési vonal mentén új tengermedence terület alakul ki, amelynek megszilárdulása után a feszültségváltozás a kéregben előlről kezdődik.

II. Táblázat

A vízzel borított kontinentális területek a különböző földtörténeti korokban, Sztrahov térképei alapján.

	Eltelt idő millió években	Millió km ²
Középső- és felső- kambrium	460	65,65
Szilur	360	72,83
Felsődevon	280	58,86
Alsókarbon	255	53,42
Felsőkarbon	220	50,05
Felsőperm	190	19,43
Alsótriász	165	26,89
Felsőjura	135	39,56
Alsókréta	115	24,80
Felsőkréta	75	54,62
Paleogén	45	33,36
Felsőpliocén	5	1,46

Ez a periodikus megismétlődés egyszerűen a térfogatnövekedés következménye.

Mekkora lehet egy ilyen periódus ideje?

Kimutatható, hogy dR sugárnövekedés a kéregre vonatkoztatva

$$\theta = 2(1-\sigma) \frac{dR}{R}$$

viszonylagos térfogatváltozást hoz létre. Ez 0,5 mm/év sugárnövekedés esetén egy évre

$$\theta = 1,15 \cdot 10^{-10}$$

Másrészt kimutatható a következő összefüggés is:

$$\theta = \frac{2p}{3k}$$

ahol $k = 1,16 \cdot 10^{13}$ din cm^{-2} az inkompresszibilitási együttható, míg p a húzófeszültség. Ismeretes, hogy a kéreg mélyebb részeiben a törési szilárdság 10^{10} din cm^{-2} körül mozog.

Ebben az esetben

$$\theta = \frac{2p}{3k} = 5,75 \cdot 10^{-3}$$

Miután egy évre vonatkozó deformáció $\theta = 1,15 \cdot 10^{-10}$ az $5,75 \cdot 10^{-3}$ érték $5 \cdot 10^7$ évnek megfelelő deformáció. A feszültségfelhalmozódás időtartama tehát 50 millió éves periódust ad.

Ha viszont arra gondolunk, hogy egy ilyen feszültségfelhalmozódásnál egyúttal a kéregnek igen nagyméretű deformációi, vetemedései is létrejönnek, míg a feszültségek

felszabadulásakor e deformációk, vetemedések megszűnnek, akkor arra kell következtetnünk, hogy a feszültségfelhalmozódás és kioldódás paleogeográfiailag egy transzgresszióból és regresszióból álló teljes fázisnak felel meg.

A Termier-adatokból szerkesztett diagram éppen azt mutatja, hogy a vízzel borított kontinentális területek az állandó csökkenést mutató átlag körül a transzgressziós és regressziós szakaszoknak megfelelő oszcillációt mutatnak, amely kéregmozgásoknak a következménye. (A Sztrahov-adatokból szerkesztett diagramban ez a jelleg azért nem jelentkezik, mert kevés adatból van megszerkesztve.) Ha egy transzgressziót és regressziót egy periódusnak tekintünk, akkor a Termier térképekből szerkesztett diagram szerint 400 millió évre éppen 8 és fél ilyen periódus esik, azaz egy periódus ideje 47 millió év, feltűnően jó egyezésben a 0,5 mm/év sugárnövekedés feltételezése mellett számított 50 millió éves elméleti értékkel.

Ez szintén a paleogeográfia oldaláról, de elvileg lényegesen más úton erősíti meg a Föld térfogatának a növekedését s a sugárnövekedés mértékét.

A fentebbiekben a megfigyelési adatokból levont következtetések általános elvi alkalmazása igen egyszerűen s a mechanikai törvényeknek megfelelően tudja értelmezni a Földre vonatkozó geofizikai és földtani jelenségeket. Ezeknek részleteibe nem bocsátunk bele, hanem utalunk az ide vonatkozó irodalomra [7], [8].

Изменения размеров Земли, установленные на основании палеогеографических данных

Л. ЭДЬЕД

Резюме

Величина и направление изменений, происходящих в размерах Земли могут быть определены при помощи палеогеографических данных.

Палеогеографические карты доказывают, что объем Земли непрерывно увеличивается и размер увеличения радиуса составляет 0,5 мм/год.

Вопрос о развитии континентов и океанов станет ясным на основании теории о расширении объема Земли. Бросается в глаза, что средняя величина увеличения радиуса, исчисленная из развития континентов и океанов совпадает с величиной, исчисленной из палеогеографических данных.

Таким образом, явления трансгрессии и регрессии также объясняются на основании увеличения объема Земли. Кроме того, теоретически исчисленная длительность этих явлений также соответствует геологическим наблюдениям.

The change of the Earth's dimensions determined from paleogeographical data

L. EGYED

Abstraction

It is shown that paleogeographical data give evidence for the increase of the Earth's radius. The average annual increase computed is 0,5 mm/year. The formation of the continents and ocean basins may be easily explained on the basis of the Earth's expansion. The rate of the annual radius increase derived from this explanation is in good agreement with the value determined from paleogeographical data.

The theoretically computed duration of a transgression-regression period corresponds also to the geological observations.

Changement des dimensions de la Terre selon les données paléogéographiques

L. EGYED

Résumé

D'après les données paléogéographiques on peut déterminer les changements survenus dans les dimensions de la Terre et leur direction. Les cartes paléogéographiques prouvent que le volume de la terre grossit continuellement et que le taux de l'agrandissement du rayon de la Terre est 0,5 mm par an.

L'accroissement du volume de la terre rend plausible la question de la formation des continents et des bassins océaniques. Il est surprenant comment la moyenne annuelle de l'accroissement du rayon ainsi calculée concorde bien avec les valeurs calculées d'après les données paléogéographiques.

L'accroissement du volume de la terre rend aussi compréhensible les phénomènes de régression et de transgression. Leur durée calculée théoriquement coïncide aussi bien avec les observations géologiques.

IRODALOM — ЛИТЕРАТУРА — LITERATURE

1. K u e n e n, P. H. : Marine Geology. New York — London, 1950. ; 2. S z t r a h o v, N. M. : Történeti Földtan, Moszkva, 1948. ; 3. T e r m i e r, H. — T e r m i e r, G. : Histoire Géologique de la Biosphère. Paris, 1952. ; 4. K o s s i n a, E. : Die Erdoberfläche. Handb. d. Geophysik, Bd. 2. pp. 869—954. 1953. ; 5. A l l a n, D. W. : L'âge de la terre calculé d'après la méthode du plomb. Assemblée de Rome, Résumé 48. 1954. ; 6. U r e y, H. C. : The temperature of the primitive Earth. Assemblée de Rome, Résumé 69, 1954. ; 7. E g y e d L. : A Föld belső felépítésének új elmélete és annak földtani-geofizikai következményei. Földtani Közlöny LXXXV. kt. 277—318. o. 1955. ; 8. E g y e d L. : A new theory on the internal constitution of the Earth and its geological-geophysical consequences. Acta Geol. Acad. Sci. Hung. Vol. IV. pp. 43—83. 1956.