

L. EGYED

ON THE ORIGIN OF THE RED SEA

In spite of a number of similar features, the Red Sea differs from the African rifts in that it is accompanied by positive isostatic anomalies. Girdler has interpreted this anomaly by supposing the surge of a basic mass along the axis of the Red Sea. He thinks the negative anomalies of the African rifts to be due to a different mechanism.

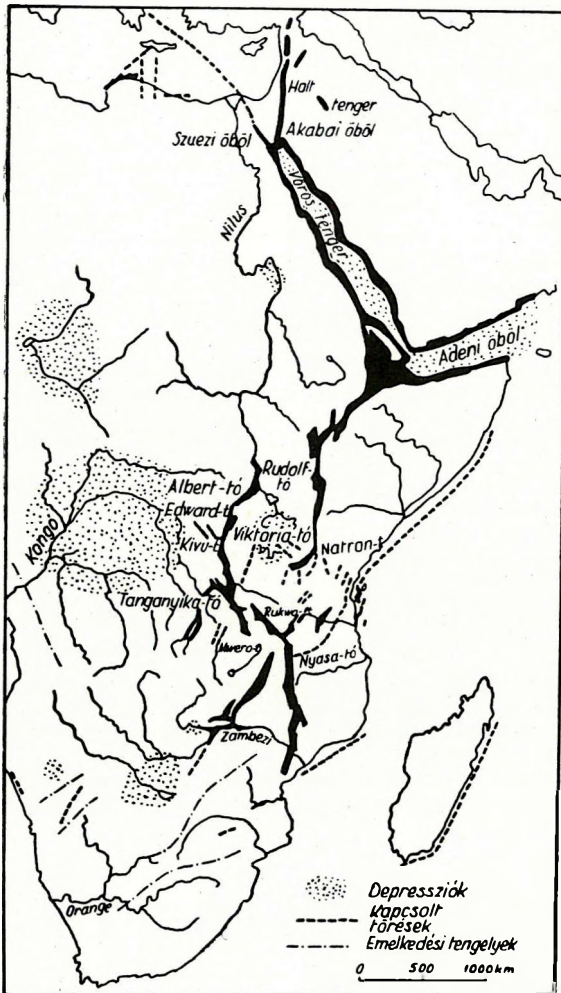
Author shows that the entire rift system, the Red Sea included, may be derived from crustal tension, involving also the upper 6—700 kilometers of the mantle, which are supposed to be rigid and mechanically coupled to the crust. The crust and this part of the mantle are that part of the Earth which may be termed with right "tectonosphere". The young phase of rift formation involves a thinning of the tectonosphere layer, by fracturing near the surface, and by plastic deformation in the mantle. The thickness of the crust being small as related to that of the tectonosphere, the sialic crust will sink, thus bringing about a negative gravity anomaly.

At the same time, the plastic deformation leads to the accumulation of heat energy, resulting in the formation of a magma chamber. In the mature stage of rift formation the basic magma thus formed may surge along deep fractures in the neighbourhood of the surface, giving rise to the positive isostatic and magnetic anomalies interpreted so well by Girdler. This mature phase is encountered in the Red Sea, while the Gulf of Suez and the Gulf of Aqaba are still in the young phase.

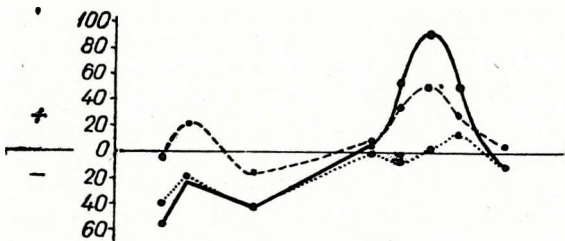
A VÖRÖS TENGER KIALAKULÁSÁNAK KÉRDÉSÉHEZ

EGYED LÁSZLÓ

Ha valaki rátekint Afrika tektonikai térképére (1. ábra), akkor a Vörös-tenger és az Afrikai árkok egyazon összefüggő árokrendszer tagjainak látszanak. A morfológiai hasonlóság még feltűnőbb lesz, ha a legkisebb szélesség és legnagyobb mélység viszonyszámát szigorúbb értelemben nézzük. A Vörös-tenger területén végzett újabb gravitációs mérések adatai azonban lényegesnek látszó eltérést domborítanak ki, mert míg az árkok területét az 50 és 100 milligal közötti negatív izosztikus anomáliák jellemzik, addig a Vörös-tenger tengelyében egy pozitív anomália-sáv húzódik (2. ábra). Ha azonban a Szuezi öböl vagy az Akabai öböl területét nézzük, amelyek maguk is árkok, itt ismét negatív anomáliákkal jellemzett területeket találunk (3. ábra). A Vörös-tengeren végzett légi mágneses mérések is jellegzetes mágneses rendelleneségeket mutatnak annak tengelyében.



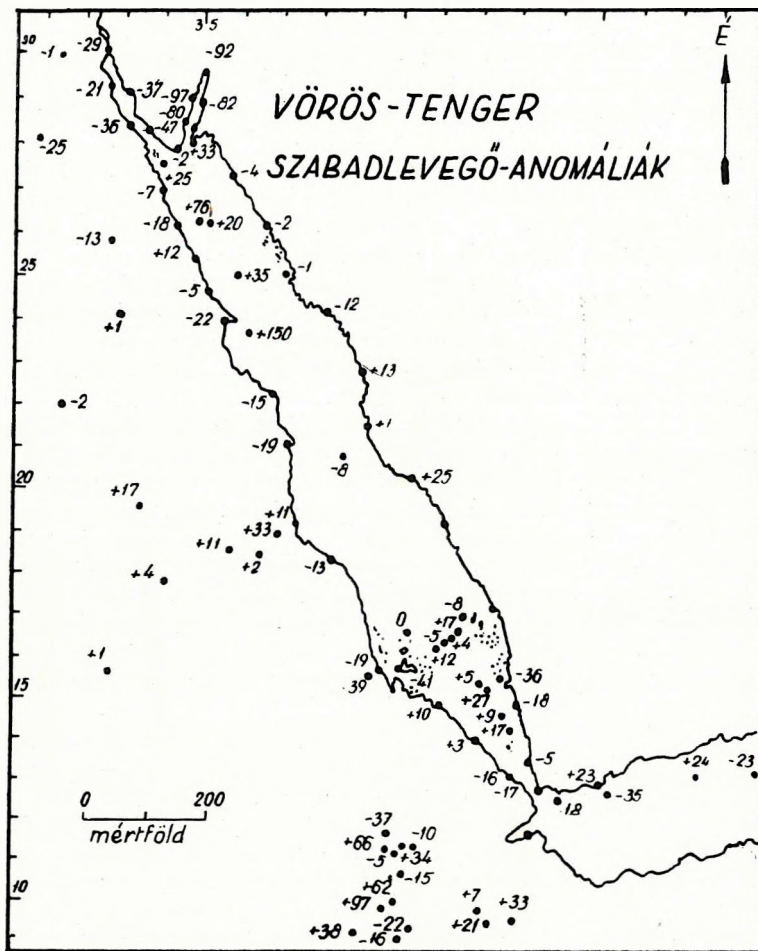
1. ábra. A keletafrikai árokrendszer térképe



2. ábra. A Vörös-tenger nehézségi anomália szelvénye, Girdler után

A gravitációs és mágneses anomáliák értelmezésével legutóbb R. W. Girdler (1) foglalkozott, „The relationship of the Red Sea to the East African rift system” c. dolgozatában s kimutatta, hogy mind a gravitációs kép, mind pedig a mért mágneses szelvény összhangba hozható a Vörös-tenger tengelye mentén kialakult, a kéreg felső részébe benyomult tömegek hatásával. A Vörös-tenger kialakulását ő éppen ezért a kéregben fellépő húzásokból magyarázza s a magmabenyomuláshoz a felszakadt részekben szerinte a kéreg alól odaáramló magma biztosította az anyagot. Ezzel szemben a keletafrikai árkoknál kétféle lehetőséget tételez fel. Vagy azt, hogy a húzás mértéke kisebb volt és csupán arra vezetett, hogy a törésvonalak mentén besülylyedtek az árkok közepét felépítő blokkok, vagy pedig felveti azt a lehetőséget, hogy vetődések mentén nyomás hozta létre az árkokat, megfelelően a Bullard-féle magyarázatnak (2). Nem kerüli el a figyelmét azonban az, hogy mind geofizikai, mind pedig földtani felépítés szempontjából a Szezi öböl és az Akabai öböl teljesen hasonlóak a keletafrikai árkokhoz.

Mi az alábbiakban egy realisabb és egységes magyarázatot szeretnénk adni a Vörös-tenger és a keletafrikai árkok kialakulására s egyúttal néhány alapvető tévhitet szeretnénk eloszlatni.



3. ábra. A Vörös-tenger környékének szabadlevegő-anomáliái Girdler után

Mindenekelőtt szeretnénk azt leszögezni, hogy a kéreg alatt, tehát a Mohorovičić-féle szint alatt nincs összefüggő egységes latens magmaöv. Tehát a nyomás megcsökkenése nem eredményezi azt, hogy a kéreg alatt a magma folyékonyvá válik. A Mohorovičić-szint tehát nem jelent egyúttal valamiféle termikus határt is.

Ennek alátámasztására a következőket hozom fel: a kontinentális táblák területén (Afrika, Kanada, Orosz tábla, stb.) a hőmérséklet átlagban 100–200 méterenként emelkedik 1 C° -ot (3), ami 35 km mélységben 300–350 C° -nak felel meg. Jobban emelkedő hőmérsékletet csak az újabb orogén mozgásoknak alávetett területeken találunk. Ez mindjárt arra utal, hogy ezeken a területeken a jobban emelkedő hőmérséklet a mozgá-

sok által keletkezett s a rossz hővezető szilikátokban felhalmozott hőben keresendő.

Ugyancsak 200—500 C° közötti kéregalatti hőmérsékletre jutott J. F. Lovering is (4). Ez a hőmérséklet pedig messze alatta van a kérget, vagy a köpenyt alkotó szilikátok 1 atm nyomásra vonatkoztatott olvadáspontjának.

A mélyfészku rengések keletkezése és hipocentrumainak térbeli eloszlása arra enged következtetni, hogy a köpenyben levő hőmérséklet csak igen nagy mélységben — talán 750 km-ben — éri el az 1 atm nyomásra vonatkoztatott olvadási hőmérsékletet.

Ugyancsak többen kezdenek arra a következtetésre jutni (4), hogy a Mohorovičić-szint nem jelent kémiai összetételben való változást, csupán valamilyen nagynyomású módosulatba történő átalakulás határa.

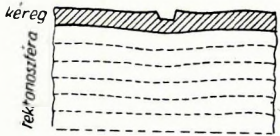
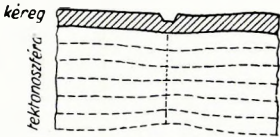
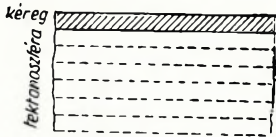
Mindez arra a meggondolásra kényszerít, hogy a kéreg deformációinak mechanikai tárgyalásánál nem lehet a kérget a köpeny felső részén úszó és csúszó lemezek tekinteni, mert az szoros mechanikai csatolásban van a köpenynek egy, a kéreg vastagságának a többszörösét kitevő szilárdnak tekinthető részével. A felszínen történő jelenségek tehát többszáz km vastagságú öv mechanikai deformációinak a játékából alakulnak ki. Ez az amit helyesen *tektonoszférának* lehet nevezni.

Honnan táplálkoznak azonban a kéregbe benyomódó magmás tömegek? Fentebb említettük, hogy a jobban átmozgatott területeken hőtartalek halmazódnak fel. Általában ha a tektonoszférában törések, sűrűlódások, mozgás, de legfőképpen plasztikus jellegű deformáció megy végbe, a deformáló mechanikai energia igen tekintélyes része hőenergiává alakul át. Miután a köpenyt alkotó szilikátok hővezetőképessége igen kicsiny,

az így keletkezett hő kis veszteséggel raktározódik, s a további plasztikus deformációknál továbbhalmozódik. A felhalmozott hő miatt a hő elérheti a köpeny anyagának olvadáspontját s a plasztikus deformációk tartományában latens, túlnyomás alatt levő magmafészkek alakulnak ki, a mélyek pl. egy törésvonal kialakulásakor a feszültségek lecsökkenése folytán olvadékká válnak, s a törésvonal mentén benyomulnak a köpeny felsőbb részeibe, illetőleg a kéregbe.

Ez a szemlélet egészen egyszerű és egységes magyarázatot szolgáltat mind a Vörös-tenger, mind pedig a keletafrikai árok kialakulásának a mechanizmusára. Ez pedig a következő:

Az expanzióból származó feszültségek folytán kialakul egy húzott öv a tektonoszférában. a) A feszültségek növekedésével a kéregnek merev legfelsőbb része felszakad, s felszíni törések alakulnak ki. A felrepedt



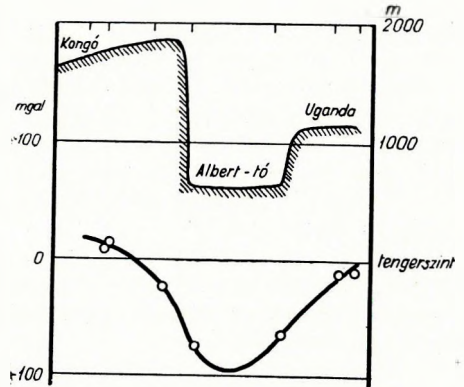
4. ábra. A tektonoszféra egy húzott részének szelvénye, árokmélységgel

a) Trajektóriarendszer árok nélkül b) Trajektóriarendszer árokkal, ha a nehézségi erőteret elhanyagoljuk c) Trajektóriarendszer árokkal, a nehézségi erő tekintetbevételével

s meggyengült rész miatt ezen a keresztmetszeten viszonylagosan meg-növekednek a deformáló feszültségek, s ha eltekintünk a nehézségi erőtől, kialakul a mellékelt trajektória-zóna. b) A nehézségi erő miatt ez aszimmetrikus lesz. c) A tektonoszférában plasztikus jellegű deformációk lépnek fel, mégpedig elsősorban a kisebb keresztmetszetű övben, tehát a felszíni felrepedés alatt. Itt tehát lassanként kialakul egy magmafészkek.

Az első stádiumban tehát létre-jön az árok, amely főképpen a felszíni morfológiában jelentkezik. A kivékonyodás — az árok morfológiailag kihangsúlyozott részétől eltekintve — a tektonoszféra teljes keresztmet-szetén oszlik meg s a tulajdonkép-peni kéregre ebből igen kevés jut. A feszültségek és a fellépő aszim-metria miatt a Mohorovičić-szint még süllyed is. Ezeket a mozgásokat a tektonoszféra övének méretéhez ké-pest differenciális mennyiségeknek kell tekintetni.

Ha most itt nézzük a nehézségi gyorsulás eloszlását és izosztikus kompenzációt tételezünk fel, mégpedig az Airy-Heiskanen-féle feltevések mellett, akkor ez pl. az Albert tó esetében, amelynek feneké a tsza.



5. ábra. Az Albert-tó árkanak nehézségi anomália-szelvénye



6. ábra. A Vörös-tenger szelvénye a benyomult magmás tömeggel



7. ábra. A Vörös-tengerre emlékeztető alakzatok

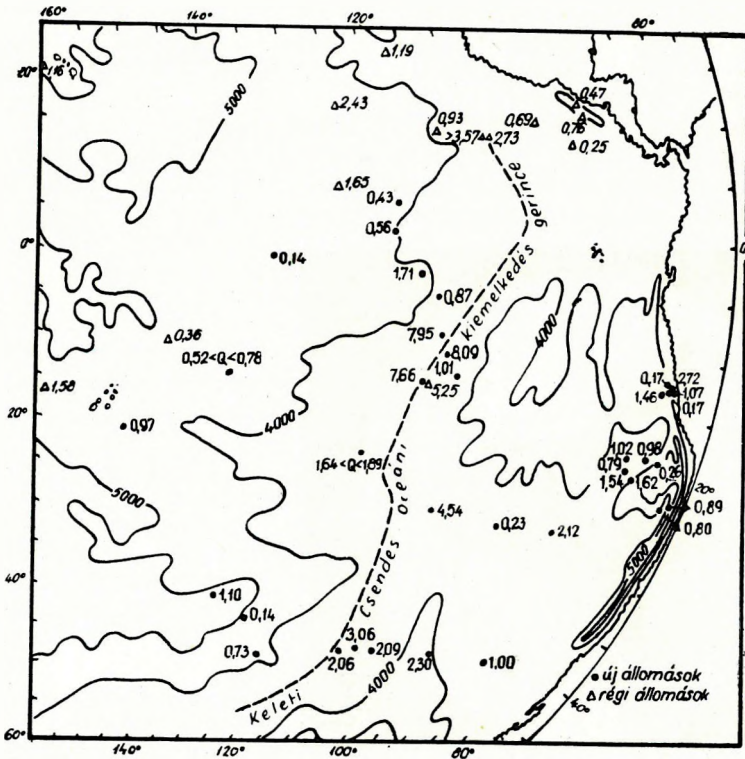
300 méterre van, közelítés-sel egy 35 km mélyen fekvő, 1,35 km vastag, 40 km széles és $0,6 \text{ gcm}^{-3}$ sűrűségű víz-szintes oszlop hiányaként je-lentkezik, ami a tömeg von-zásban kerekén 60 milligal negatív izosztikus anomá-liát jelent. Az izosztikus anomália itt ténylegesen el-éri a 95 milligalt. A külön-b-séget az Albert tó medencé-jében felhalmozott üledékek terhére lehet írni, amit Gird-ler (1) szerint alátámaszt az anomáliáknak a tó területén való elég éles csökkenése is.

Ha a húzából származó hatások oly nagyméretűek, hogy kialakulhat a megfe-

elő magmacentrum és az árok tengelyében az ehhez vezető mély törésvonal, ahogyan a Vörös-tenger esetében létre is jött, akkor a felnyomuló olvadék a mély felrepedés vonalát betölti, megcsökkennek a területen a mélyben levő feszültségek s kialakulnak mindazok a jelenségek, amelyeket Girdler a gravitációs és mágneses mérések alapján oly precízen értelmezett. A húzásból származó hatások a Szuezi és Akabai öböl területén csak az első fázisig jutottak el. Ezért észlelhető itt csupán negatív anomália.

Hogy egy húzott kéregben valóban létre tudnak jönni a Vörös-tengerhez hasonló morfológiai formák, azt igen szemléletesen világítja meg Kádár Lászlónak felfújott gumiballonra felhordott gipsztömegeken végzett kísérlete (5).

Hogy valóban az árokrendszer mentén ki fog alakulni egy nagyobb hőmérsékletű zóna, amely később magmafészékké fejlődhet, igen meggyőzően alátámasztja az a tény, hogy a tengeri hátságok közepvonalán végighaladó árokrendszer mentén helyezkednek el a legmagasabb hőfluxus értékek s ezektől jobbra-balra szimmetrikusan csökkenő hőfluxus-értékeket észlelünk. Az árkos területek feszültségalatti voltát jelzik a nagyereőségű földrengések, amelyek mind az afrikai árkok, mind pedig



8. ábra. A hőfluxus eloszlása az Albatrosz-platón, Herzen adatai szerint

a tengeri hátságokat kísérő árkok mentén s csakis itt jelentkeznek. Nem szabad elfelejteni, hogy az afrikai árokrendszer az egész világot végigölelő tengeri hátsági árokrendszernek egy részét képezi.

A tengeri hátságok árokvonulatának hőfluxusemelkedését tehát felesleges nem megalapozott magmaáramlások kétséges hatására visszavezetni. (6), mert a fenti értelmezés természetes módon még kvantitatíve is helyes eredményhez vezet.

IRODALOM

1. *Girdler, R. W.*: The relationship of the Red Sea to the East African Rift System. *Quart. J. Geol. Soc. London*, 104, 79–105, 1958.
2. *Bullard, E. C.*: Gravity measurements in East Africa. *Phil. Trans. Roy. Soc. A*. 235. 445–531. 1936.
3. *Gutenberg, B.*: Internal constitution of the Earth. New York, 1951.
4. *Lovering, J. F.*: The nature of the Mohorovicic discontinuity. *Trans. AGU*. 39. 946–955. 1958.
5. *Kádár L.*: Korreferátum. *Földrajzi Közlemények*, 16–18, 1959.
6. *Herzen, R. v.*: Heat flow values from the South-Eastern Pacific. *Nature* 183, No. 4665, 882–883, 1959.

