

A. Pintér - Z. Szabó

A SIMPLE METHOD FOR CALCULATING THE GRAVITATIONAL REGIONAL  
AND RESIDUAL EFFECT

With modern gravitational measurements there is a need for separation of the regional and residual effects. Till now, both numerical and graphical methods neglected regional maps. The method, presented here, is more simple and fast than the others, and it produces two maps, one for the regional anomaly and one for the residual effect.

In the second part the method discussed above is applied to a special interpretation problem in some mountains.

GRAVITÁCIÓS REGIONÁLIS ÉS MARADÉK ANOMÁLIÁK SZÁMITÁSÁNAK  
EGYSZERŰ MÓDSZERE

Pintér Anna és Szabó Zoltán

A gravitációs mérések értelmezésénél egyre inkább kevésnek bizonyul a Bouguer-anomália kép. Ez a probléma hazánkban különös jelentőséggel bír, tekintettel arra, hogy az ország területének már jelentős hányadát gravitációs hálózat borítja. Tehát amennyiben a gravitációs mérésekből újdonságot akarunk kiolvasni, akkor a nyers anomália képet kénytelenek vagyunk összetevőire bontani. (1. ábra)

Mielőtt erre a problémára rátérnénk, először vizsgáljuk meg, hogy tulajdonképpen milyen tényezők játszanak szerepet az anomáliák létrejöttében. A nehézségi erő anomáliáit a sűrűségkülönbségekben jelentkező földtani hatók okozzák. Ezt megzavarhatják a korrekciók számításának fogyatékoságai, a műszerek és a mérések hibái.

A mérések kiértékelése során létrejövő anomáliákat tehát a fent említett tényezők közösen hozzák létre. A kapott anomáliákat jellegük szerint - szovjet szerzők nyomán - a következőképpen osztályozhatjuk:

a) Zonális anomáliák: ezeknek tereit kisméretarányú térképeken ábrázolják, 10-20 milligal térközökkel az egyes izovonalak között. A zonális anomáliák mennyiségei elsősorban a normális képletetől, a geoidundulációtól, a földkéreg mélységi szerkezetétől, tehát általában olyan tényezőktől függenek, melyeknek hatása kiterjed a földfelület nagy egységeire. A zonális anomáliáknak szerepe a geodéziai feladatok megoldásánál van. (Az egyenlítői normális érték meghatározása, az ellipszoid lapultságának megállapítása.) Másrészt ezeknek alapján választhatók el egymástól a geoszinklinális és a táblás területek.

b) Regionális anomáliák: 500 ezresnél nagyobb méretarányú térképeken ábrázolják 2-10 milligalnyi értékkel. A regionális anomáliákat főleg a földkéreg legfelső 10-15 km-es mélységeiben települő rétegek és szerkezetek okozzák. Ezeket az anomáliákat eredményesen lehet felhasználni a kristályos alaphegység szerkezetének felderítésére.

c) Lokális (maradék) anomáliák: ezeket a hatásokat részletes felmérések alapján lehet tanulmányozni. Az izogammák értékkeze 1 mgal vagy ennél kisebb. Ásványkincsek kutatásánál lényeges szerepük van.

d) Elemi (pontoszerű) anomáliák: terük összemérhető az állomástávolságokkal. Okozói elsősorban a műszer közvetlen közelében települt kis anomáliás tömegek és másodsorban a műszerek hibái, vagyis olyan zavarok, melyek csökkentik a mérések pontosságát.

A fenti anomália típusok természetesen egymásra rakódva jelentkeznek, külön-külön csak úgy lehet tanulmányozni őket, ha hátterüket leválasztjuk.

A négy anomáliacsoport közül nyersanyagkutatás szempontjából bennünket elsősorban a regionális és a lokális anomáliák érdekelnek. A regionális anomália jellemzője, hogy aránylag nagy területre terjed ki, egyenletesen változik, sima lefutású. A lokális anomália ezzel szemben kisebb kiterjedésű, hirtelen és rendszertelen változásaival rátelepszik a regionális anomáliára és az összképet zavarttá teszi. A két hatás szétválasztásának rendkívül nagy a jelentősége, de pontos megoldása nincs. Az egyes tényezők hatását csak közelítéssel lehet meghatározni. A lokális terek kijelölése azt a célt szolgálja, hogy megkönnyítse az észlelések eredményeinek az értelmezését. Természetesen ezt a célt csak akkor érjük el, ha a szétválasztás eredményeként a lokális terek nem szenvednek torzulásokat, lehetőleg megtartják eredeti intenzitásukat, méreteiket, alakjukat.

A két különböző hatás szétválasztásának különös jelentősége lehet olyan területeken, ahol ellentmondás jelentkezik a gravitációs eredmények és a szeizmikus módszerrel kapott eredmények között. Megjegyzem azonban, hogy ezeknek az ellentmondásoknak vizsgálatánál mindig szem előtt kell tartani a két módszer elvi alapjainak különbözőségét. S bár közöttük bizonyos összefüggés áll fenn, de ezt annyi másodlagos tényező zavarhatja meg, hogy a két módszer eredményeinek teljes megegyezése inkább a körülmények szerencsés összjátékának, semmint törvényszerűségnek tekinthető.

A szóbanforgó tényezők szétválasztására, mint már említettem, univerzális és exact eljárás nem ismeretes. A megoldás keresése során számos eljárás született, és ezen eljárások elsődleges és kizárólagos célja kivétel nélkül a maradékhathatások nyerése. A regionális hatást minden

esetben elhanyagolják, pedig sok esetben éppen ez az összetevő az, mely értékes felvilágosítást nyújthat nagyszerkezeti viszonyokról és a fő tektonikai vonalak irányáról.

Az eddig kidolgozott eljárások két végletben mozognak; az egyik véglet a grafikus módszer, amikor az interpretátor pusztán szemre huzza be a maradékanomáliák konturjait. A másik véglet pedig bonyolult matematikai úton, sorfejtések és integrálok közelítő megoldása révén igyekszik közfelferkőzni a probléma megoldásához, pedig a részterek kijelölése elsősorban geológiai és nem matematikai feladat. Sőt olyan matematikai eljárás alkalmazása, amely nincs összhangban a geológiai viszonyokkal, gyakorlati szempontból nemcsak haszontalan, hanem egyenesen káros lehet, mert a különböző terek közötti összefüggések torzulást szenvednek és ez csak az értelmezés feltételeit rosszabbítja. A matematikai eljárások másik hátránya a szemléletesség hiánya, a  $10^{-9}$ ,  $10^{-15}$  nagyságrendek könnyen megzavarhatják a szemléletet, különösen azokat, akik az eredményeket készen kapják és nincsenek tisztában a kiértékelés problémáival.

Az említett okok kiküszöbölése céljából megpróbáltuk pusztán empirikus úton egy olyan eljárás kidolgozását, mely kevesebb szubjektív elemet tartalmaz, mint a grafikus módszer, mégis megtartja szemléletességét.

Célunk az volt, hogy minden egyes állomásra külön-külön megállapítsuk egy  $\rho$  sugaru környezetben az anomáliák átlagértékét, és ezt az értéket tekintjük azután az illető állomás regionális anomáliájának.

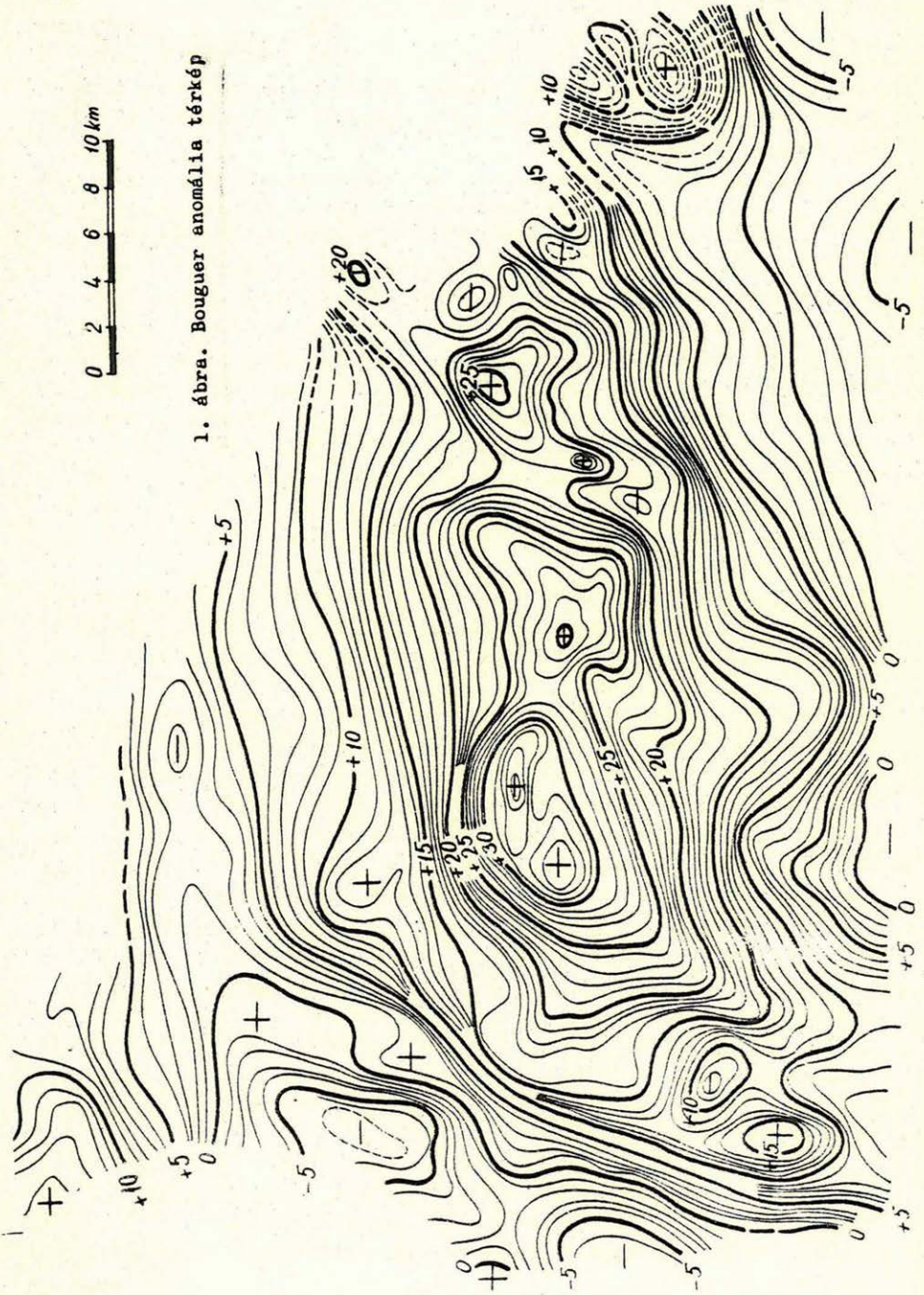
Ebből a célból koncentrikus körökből álló rasztert készítettünk, a legbelső kör sugarát 1 km-nek választottuk, mert a feldolgozásra váró területen ez tekinthető átlagos állomástávolságnak. A következő körök sugarait a legbelső sugár egészszámu többszöröseinek választottuk. Itt jegyzem meg, hogy az állomástávolságot mindig úgy kell megválasztani, hogy az megfeleljen a várható ható mélységének. Ebben az esetben a közeli zavaró hatások elemi anomáliaként jelentkeznek és könnyen kiszűrhetők az általános képből.

A raszter szerkesztésével kapcsolatban két probléma merült fel, egyik, hogy miként állapítsuk meg az egyes körökön a helyes átlagértéket, a másik pedig, hogy mekkorára válasszuk a sugarat, ami gyakorlatilag a körök számának meghatározását jelenti.

Az egyes körök mentén a Bouguer-anomália átlagértékét úgy határoztuk meg, hogy kiolvastuk a kör 4, 6, 8, ill. 16 körszimmetrikusan elhelyezkedő pontján a  $g$  értékeket és ezek számtani közepét vettük. A 16 ponton történő leolvasásból nyert középértéket fogadtuk el valóságos átlagértéknek. Próbaképpen néhány állomásra elvégeztük a kiolvasásokat



1. ábra. Bouguer anomália térkép



annak eldöntése céljából, hogy az egyes körökön mennyi az a minimális pontszám, melyen elvégezve a kiolvasást, eredményül a kör menti valószínűségi átlagértéket kapunk. Eredményeinket az alábbi táblázat tartalmazza:

Pontok száma:		4	6	8	16
I.	r 1 km	23,4	23,4	23,4	23,4
	2 "	21,4	21,7	22,3	22,2
	3 "	19,4	19,6	20,2	19,8
II.	r 1 "	14,2	14,2	14,2	14,2
	2 "	14,3	14,3	13,9	14,2
	3 "	14,3	14,2	14,2	14,2
III.	r 1 "	16,2	16,2	16,2	16,2
	2 "	14,9	14,9	14,9	14,9
	3 "	14,5	14,4	14,2	14,2

A kapott eredményekből azt a tapasztalatot szűrtük le, hogy a belső két körön elég 4-4, a külsőn pedig 8 ponton kiolvassuk a  $\Delta g$  értékeket ahhoz, hogy az egyes körök mentén a helyes átlagértéket nyerjük.

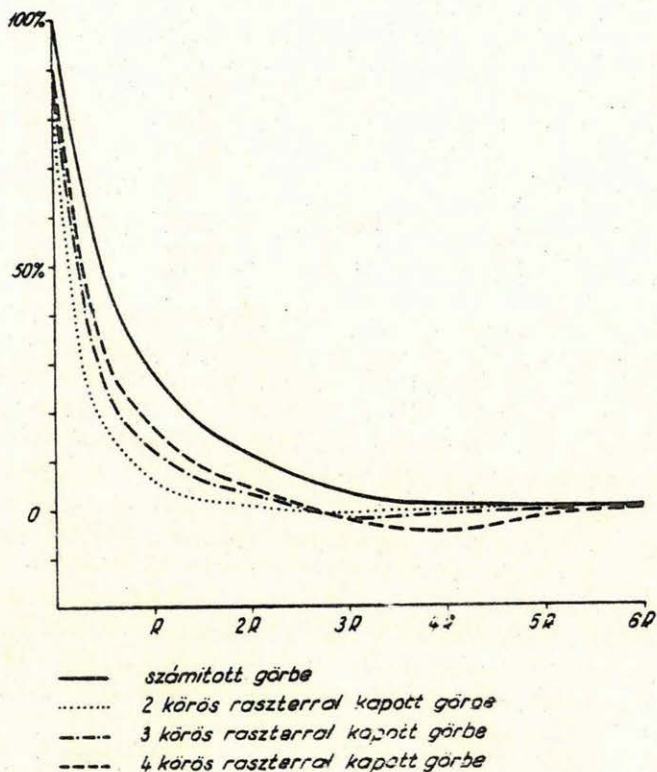
A másik probléma volt a sugár, azaz a körök számának meghatározása. A következőképpen jártunk el: kiszámítottuk egy gömbalaku tömeg gravitációs hatását és ábrázoltuk a gömb epicentrumától való távolság függvényeként. Ezután a szóbanforgó gömböt úgy tekintettük, mint egy járulékos anomáliás tömeget, mely egy minden irányban végtelen kiterjedésű vízszintes réteg tetején helyezkedik el. Hatását az általunk szerkesztett raszter segítségével határoztuk meg, mégpedig úgy, hogy először csak két kört vettünk figyelembe az átlagérték meghatározásánál, azután hármat, ill. négyet. A kiolvasó diagram kezdő körének sugarát a gömb középpontjának felszintől való távolságával vettük azonosnak. Így nyert eredményeinket az alábbi ábrán mutatjuk be. (2. ábra)

Az ábrán látható, hogy az elméleti görbét legjobban a négykörös raszterrel számított értékek közelítik meg, de a hatómélység négyszere-sének megfelelő epicentrális távolságban fiktív negatív anomália lép fel, melynek nagysága mindössze az egész hatás 4-5%-a, mégis zavarokat idézhet elő. Ez a fiktív negatív anomália-sáv a kétkörös raszternél a legkisebb, ennél viszont a nyert értékek meglehetősen távol esnek a z elméleti értékektől. Mindent egybevetve legjobbnak a háromkörös raszter látszik, mert itt az értékek megközelítik az elméletileg kiszámított értékeket és a negatív anomália-sáv sem haladja meg az egész hatás 2%-át.

Végeredményben tehát az adódott, hogy legjobb és leggazdaságosabb a háromkörös raszter, a belső két körön 4-4, a külsőn pedig 8 ponttal.

A számítás menete a következő: a raszter középpontját az állomásra helyezzük és a megfelelő pontokon kiolvassuk a  $\Delta g$  értékeket. Az így

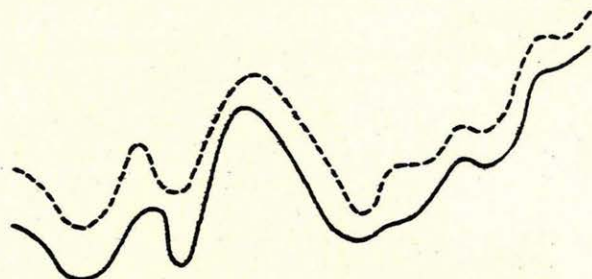
nyert adatok átlagértéke lesz az illető állomás regionális anomáliája, melyet levonva az állomás  $g$  értékéből a maradék hatást kapjuk.



2. ábra.

A fenti módon kidolgozott módszerünkkel kiszámítottuk, ill. megszerkesztettük az egyik hegység maradék és regionális anomália térképét. Eredményeink ellenőrzéseként két szelvény mentén kiszámoltuk a gyakorlatban már elfogadott és általánosan alkalmazott Elkins-féle eljárással is a maradék anomáliát. A két különböző módszerrel kapott görbék lefutásban tökéletes egyezést mutatnak, természetesen a dimenziók és a nagyságrendek különböznek. (3. ábra)

A módszer alkalmazhatóságának feltételei megegyeznek az eddig ismeretes eljárások használhatóságának feltételeivel, nevezetesen lehetőleg egyenletes hálózatú és kellő pontosságú mérés.



--- Elkins-féle módszerrel kapott görbe  
 — Egyszerű módszerrel kapott görbe

3. ábra.

A számítás gyors és egyszerű, lényegesen gyorsabb és egyszerűbb, mint az eddig alkalmazott számítások bármelyike. Két gyakorlott számoló naponta kb. 100 állomás értékeinek kiolvasására és kiszámítására képes, ez több, mint kétszerese az egyéb módszerekkel elérhető teljesítménynek. További előnye, hogy eredményeinkből regionális anomália térképet is szerkeszthetünk, mely sok esetben értékeesebb lehet, mint a maradék-anomália kép.

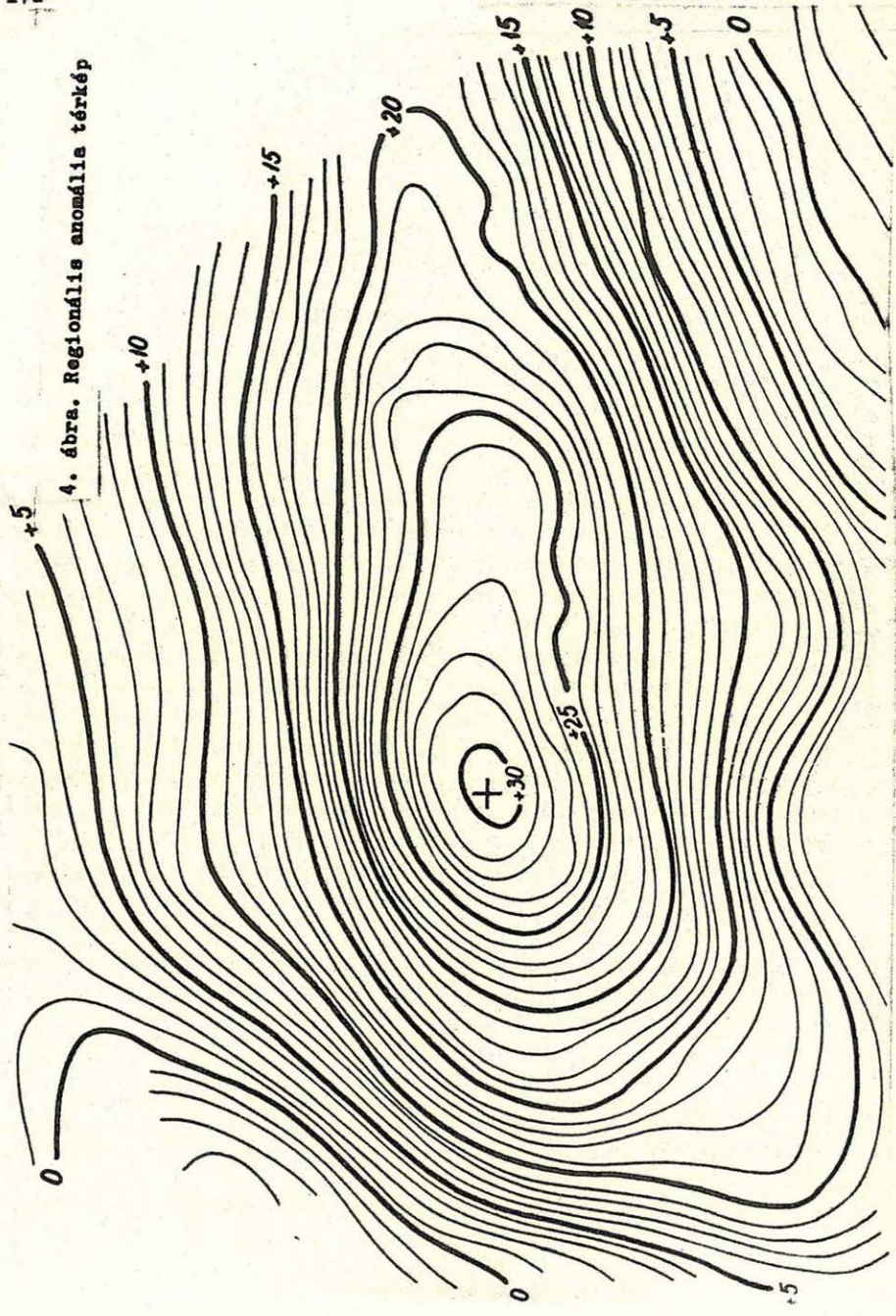
Természetesen ugyanilyen módon járhatunk el Eötvös-inga mérések eredményeinek értelmezésénél is. Az eljárás azonban ebben az esetben bonyolultabbá válik, tekintettel arra, hogy a gradiens irányított mennyiség. A módszer alkalmazása során először az Uxz és az Uyz értékek izovonalas térképeit kell megszerkeszteni. A tapasztalat azt mutatja, hogy az izovonalakat elegendő ötösével megszerkeszteni, mert ellenkező esetben túlságosan bonyolult térképet kapunk. A továbbiakban ugyanúgy kell eljárni, mint a graviméteres mérések kiértékelésénél. A regionális gradiens komponenseit levonva a mért komponensekből megkapjuk a maradék gradiens összetevőt.

Ez a dolgozat a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Gravitációs osztályán készült.

#### IRODALOM

- Egyed L.: A regionális anomáliák elvi kérdéseiről. Geofizikai Közlemények V. 3.sz. 1956.
- Elkins: The second derivative method of gravity interpretation Geophysics No 1. 1951.
- Maloviczko: Metodi analiticeszkovo prodolssenija ... Moszkva 1956.

4. ábra. Regionális anomália térkép





5. ábra. Maradék anomália térkép

