

9. A GRAVITÁCIÓS ANOMÁLIÁK FELHASZNÁLÁSA

A gravitációs anomáliák geodéziai alkalmazásával a felsőgeodézia foglalkozik, ezért itt csupán megemlítjük, hogy a geodéziában a legfontosabb felhasználási területe a Föld elméleti alakjának, a geoidnak a meghatározása. Mivel a geoid meglehetősen bonyolult felület, ezért a legcélszerűbb pontonként meghatározni, azaz valamilyen megfelelő vonatkoztatási felülethez (pl. forgási ellipszoidhoz, vagy szintzferoidhoz) viszonyítva a távolságát (a geoidmagasságot, vagy geoidundulációt) pontonként megadni. A gravitációs rendellenességek alapján a Föld tetszőleges P pontjában a geoidundulációt az

$$N = \frac{R}{4\pi \tilde{\gamma}} \iint_{\sigma} \Delta g S(\psi) d\sigma \quad (1)$$

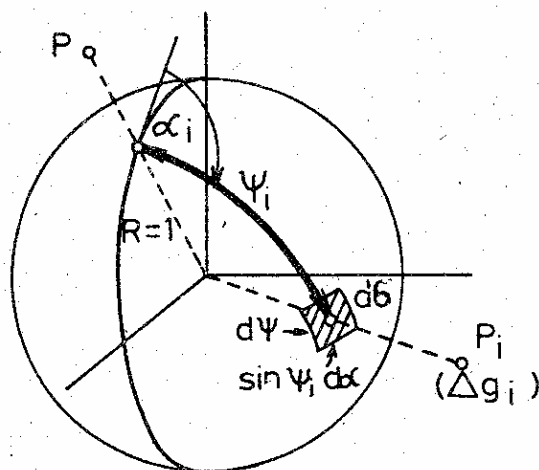
Stokes-integrállal számíthatjuk ki – ahol R a Föld közepes sugara, $\tilde{\gamma}$ a kérdéses földfelszíni pont ellipszoidi megfelelőjében a nehézségi gyorsulás normálértéke, az

$$S(\psi) = \frac{1}{\sin(\psi/2)} - 6 \sin \frac{\psi}{2} + 1 - 5 \cos \psi - 3 \cos \psi \ln \left(\sin \frac{\psi}{2} + \sin^2 \frac{\psi}{2} \right)$$

a Stokes-féle függvény, a

$$d\sigma = \sin \psi \, d\psi \, d\alpha$$

az 1. ábrán látható $R=1$ sugarú gömb felületeleme, ψ pedig a ds felületelem távolsága a kérdéses P ponttól. Az integrálást a teljes egységsugarú gömb felületére kell elvégezni; ennek megfelelően tetszőleges P pontban a geoidmagasság kiszámításához az egész Föld felületén ismerni kell a gravitációs rendellenességek értékét.



1. ábra. Polárkoordináták egységsugarú gömbön

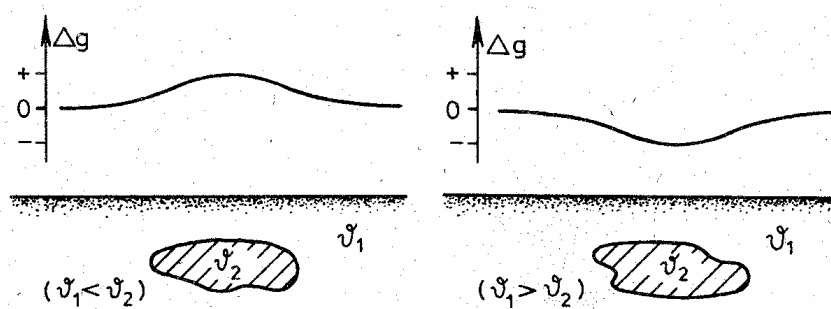
Az (1) Stokes-integrál a fizikai geodézia legfontosabb összefüggése, mivel ez ad lehetőséget a nehézségi erőter ismeretében a geoid meghatározására.

A gravitációs rendellenességeket a geofizikában a Föld szerkezetének kutatásában és a felszín alatti tömeginhomogenitások meghatározásán keresztül különféle ásványi nyersanyagok kutatására használják.

A földkéreg egyensúlyára és a kéregalatti sűrűséginhomogenitásokra az izosztatikus rendellenességek alapján lehet következtetni. A vizsgálatok szerint a nehézségi gyorsulás mérések izosztatikusan redukált értékei a földfelszín döntő részén csak igen kis mértékben különböznek a normál nehézségi gyorsulás értékétől. Ebből arra következtethetünk, hogy a földkéreg általában izosztatikus egyensúlyi állapotban van.

Nagyobb regionális izosztatikus anomáliák a földfelszínnek csak igen kis részén találhatóak és zömében hosszú, keskeny sávok mentén helyezkednek el. Ezek jelenléte egyrészt arra enged következtetni, hogy helyenként jelentős sűrűséginhomogenitások lehetnek a Föld kérgé alatt is; másrészt a Föld kisebb területein a kéreg egyensúlya eltérhet az izosztatikus egyensúlyi állapottól. Ez utóbbi esetből az következik, hogy a földkéreg egyensúlyát nem csupán az izosztázia törvénye szabályozza, hanem bizonyos területeken más erők is szerepet játszanak ebben.

Ezek után tekintsünk át néhány fontosabb modellt, amelyek jellegzetes gravitációs anomáliákat szolgáltatnak. Az egyik példában a Föld belső részében feltételezett sűrűséginhomogenitások felszíni gravitációs hatását, a másik példában pedig a földkéreg izosztatikus egyensúlyi állapotának megfelelő gravitációs anomáliákat vizsgáljuk.

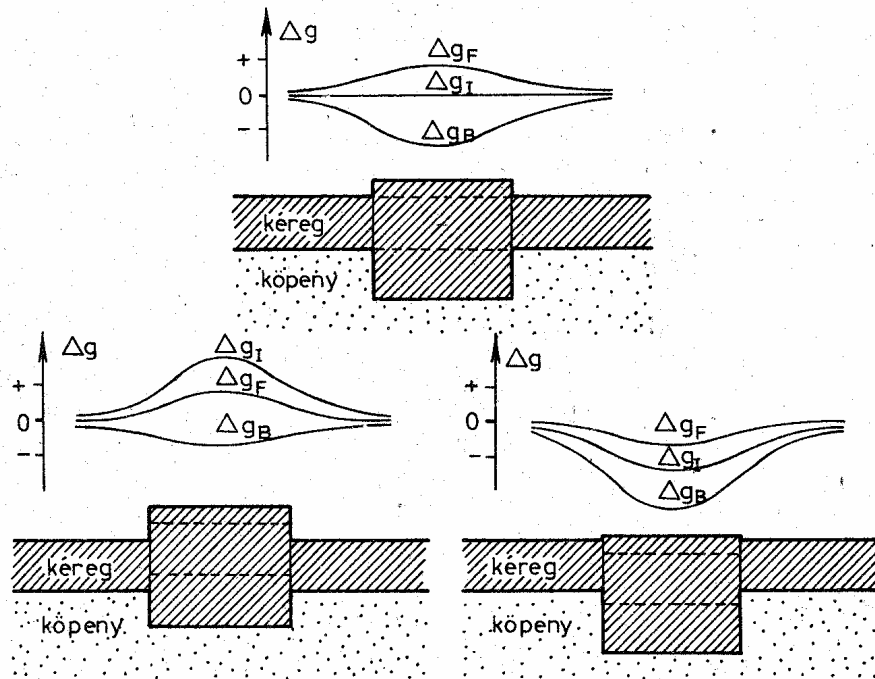


2. ábra. Sűrűséginhomogenitások gravitációs hatása

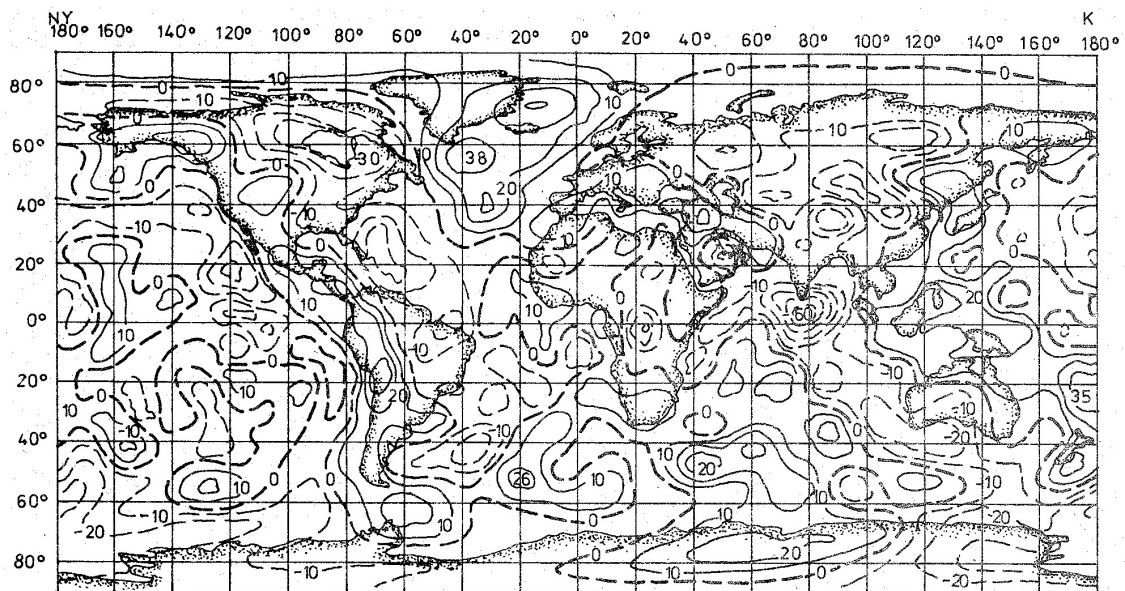
A 2. ábrán a Föld belsejében feltételezett sűrűséginhomogenitások hatását szemléltetjük; az ábra bal oldalán relatív tömegtöbbletet, a jobb oldalán relatív tömeghiányt feltételeztünk. Az egyszerűség kedvéért legyen a Föld felszíne vízszintes, és magassága esések egybe a tengerszint magasságával. Ekkor a Faye-, a Bouguer-, valamint az izosztatikus anomáliák közel egyenlők; és az ábrán látható sűrűségviszonyoknak megfelelően tömegtöbblet esetén pozitív, tömeghiány esetén pedig negatív anomáliaértékek adódnak.

A 3. ábrán látható modell hegyvidéki területeken mutatja be a földkéreg izosztatikus egyensúlyi állapota, illetve ennek megbomlása esetén a különféle gravitációs anomáliák alakulását. Az ábra felső részén a hegység izosztatikus egyensúlyi állapotban van. Ennek megfelelően az izosztatikus anomália zérus, a Faye-anomália gyengén pozitív, a Bouguer-anomália pedig határozottan negatív a "hegységgyökér" által okozott relatív tömeghiány miatt. A 3. ábra alsó jobb oldali részén a hegység jobban benyomódott a felső köpeny anyagában, mint azt a súlya megkívánná; így ennek megfelelően mindhárom anomália negatív. Ezzel ellentétes irányú a 3. ábra alsó bal oldali részén látható eset,

ahol a földkéreg megemelkedése miatt a Bouguer-anomália negatív, a Faye- és az izosztikus anomália viszont pozitív. (Teljesen hasonlóan modellezhetők a gravitációs anomáliák óceáni területeken is.)



3. ábra. Lehetséges gravitációs anomáliák hegyvidéki területeken



4. ábra. RAPP (1973) Faye-anomália térképe

A megfigyelések szerint a nagy regionális gravitációs anomáliák általában egybeesnek a Föld tektonikailag legaktívabb zónáival. Például a szeizmikusan igen aktív Cirkum-Pacifikus és Alp-Himalájai övet a 4. *ábra* szerint határozottan pozitív Faye-anomáliák jellemzik, de általában pozitív Faye-anomáliák tapasztalhatók az óceánközépi-hátságok mentén is. A jelenség okával a későbbiekben foglalkozunk.

A nagy regionális anomáliák közül igen érdekes pl. a skandináviai, a kanadai és az észak-szibériai negatív izosztatikus anomáliák magyarázata. Ezeken a területeken a legutóbbi jégkorszak során vastag jégtakaró volt. Ennek hatására a kéreg erősen benyomódott a felső köpeny anyagába és a jégtakaró elolvadása után a 3. *ábra* alsó jobb oldali részén bemutatott helyzet állt elő. Az izosztázia törvénye szerint az egyensúly helyreállításához ezeknek a területeknek emelkedni kell – amit geodéziai mérésekkel sikerült is kimutatni.