

GRAVITÁCIÓ ÉS NYERSANYAGKUTATÁS

A tömegvonzáson alapuló gravitációs módszer a geofizika egyik legrégebb kutatási eszköze. *Eötvös Loránd* rendkívül érzékeny torziós ingája nemcsak a tiszta tudomány néhány alapvető mérésének elvégzését tette lehetővé. Módosított változatai a földtani kutatás előtt is új távlatokat nyitottak. *Eötvös* mérés, majd számítások útján meg tudta határozni a Föld nehézségi erőterének egységnyi távolságra eső változását (úgynevezett gradiensét) és ebből a normál értéktől mért eltérés (anomália) értékét. Ezekből pedig a felszín alatti kőzetek sűrűségviszonyaira lehet következtetni, néha több kilométeres mélységeig.

A nemzetközi szakirodalom is úgy tartja számon, hogy az 1916-os, Egbell környékén végzett torziósinga-mérések jelentik a modern gyakorlati, nyersanyagkutató geofizika megszületését. Jogos büszkeséggel tölthet el bennünket az is, hogy *Eötvös* tanítványai, *Renner János*, *Pekár Dezső*, *Fekete Jenő* és mások mintegy két évtizeden át Európa, Ázsia és Amerika különböző országaiba kaptak meghívást, és számos expedíciójuk jelentős kőolaj- és földgáz-készletek megtalálását segítette elő.

Az 1930-as években a nehézségi erőter mérésére új műszert, gravimétert építettek. Pontosságát az elmúlt évtizedekben sikerült jelentősen megnövelni. Az utóbbi másfél évtizedben pedig bevezették az adatok számítógépes kiértékelését. A feldolgozásban hasznosított matematikai módszerek tökéletesedése új lendületet adott a gravitációs nyersanyagkutatásnak. A gyakorlati eredmények indokolják, hogy áttekintsük és illusztráljuk ennek a tradicionális, *Eötvös Loránd* világhírű ingájával kezdődő módszernek megújulását.

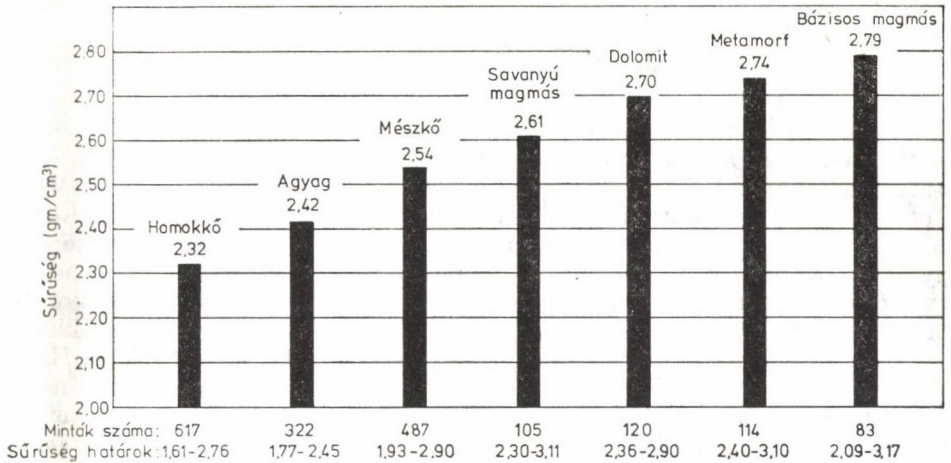
A gravitációs kutatás alapjai

A gravitációs kutatási módszer alapelve egyszerű: különböző kőzetek különböző sűrűségűek. A nagyobb sűrűségű kőzet azonos térfogatú darabjának nagyobb a tömege és így nagyobb a gravitációs vonzása is. Ahol a nagyobb sűrűségű kőzetrétegek közelebb vannak a felszínhez, a felszínen mért gravitációs vonzás nagyobb lesz, mint a csúcstól távol, ahol a nagyobb sűrűségű kőzetek mélyebben fekszenek.

A leggyakoribb kőzettípusok sűrűségeit az *1. ábrán* adjuk meg. A feltüntetett oszlopok igen sok mérési adatból számított átlagértékek, ettől jelentős eltérések is lehetnek. Ezek érzékeltetésére a második sorban a tapasztalt legkisebb és legnagyobb sűrűségeket is feltüntettük.

A gravitációs módszer akkor alkalmazható, ha különbség van a kutatott rétegek és környezetük sűrűsége között. Az *1. ábra* adataiból kitűnik, hogy a gravitációs módszer alkalmas üledékes medencék kutatására. A medence aljzatát alkotó kőzetek sűrűsége többnyire nagyobb, mint a laza medence-

üledékeké. Hazánkban a szénhidrogén (olaj és gáz) kutatására számbajövő területek többsége ilyen. Az Alföldön a már ismert készlet mintegy 70%-ban kis sűrűségű homokkőben rejtőzik. A Pannon medence üledékeinél a néhány kilométer mélységben elhelyezkedő, a medence aljzatát alkotó kőzetek 0,2, esetleg 0,3 gm^{-3} értékkel is nagyobb sűrűségűek.



I. ábra. Néhány alapvető kőzettípus sűrűsége. Az oszlopok magasságai az átlagot szemléltetik. Az alsó sorban a minták száma, a második sorban a tapasztalt legkisebb és legnagyobb érték szerepel

A gravitációs vonzás *Newton*tól származó képlete szerint egy m tömegű ponttól r távolságban, egységnyi tömegre ható erő $G \cdot m/r^2$. G a gravitációs állandót jelöli, melynek értéke $6,67 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{gsec}^2$. Egységnyi tömegre ható erő számértéke megegyezik az erő hatására fellépő gyorsulással. A geofizikai gyakorlatban emiatt a gravitációs mérési eredményeket gyorsulásegységekben adjuk meg. Az $1 \text{ cm}/\text{sec}^2$ gyorsulást a geofizikában *gal*nak nevezzük, *Galilei* tiszteletére, akinek a pizai ferde toronyból végzett ejtő kísérletei először mutatták ki, hogy a Föld erőterében különböző testek azonos gyorsulással mozognak. A vonzás, illetve a hatására fellépő gyorsulás rendkívül kicsiny, csak igen nagy tömegek esetén válik érzékelhető nagyságúvá. A teljes Földtest — azaz $6 \cdot 10^{27} \text{ g}$ tömeg — a felszínen mintegy 980 gal gyorsulást hoz létre.

A geofizikus számára a gal túlságosan nagy egység. Ennek ezredrészét, a milligal (rövidítve: mgal) használjuk. A mérési pontosság általában a mgal század része, de már vannak microgal (rövidítve: μgal) pontosságú, a mgal ezredrészét érzékelő graviméterek is.

A méréstől elvárt pontosság érzékeltetésére tekintsük az átlagos normál értéket 1000 galnak. A jelenlegi gyakorlat műszerei érzik ennek százmilliomod résznyi változását ($10^{-5}/10^3 = 10^{-8}$), a nagy pontosságú műszerek pedig még ennek tizedét is! Más típusú mérésekkel összehasonlítva ez olyan pontosságot jelent, mintha egy 1 km hosszúságú rúd század (illetve ezred) milliméteres hosszváltozását is mérni tudnánk, vagy érzékelnénk, hogy egy tonna tömegre (10^6 g) ráesett egy porszem (0,001 g). További érdekes példa az, hogy a Földdel

azonos, $5,52 \text{ g/cm}^3$ átlagsűrűségű, de annál százmilliószor kisebb, azaz $6,4 \text{ cm}$ sugarú gömb felszínén lenne a gyorsulás század mgal.

A mérés elvégzésében segítség, hogy nem a teljes gyorsulást, csak annak változását kell meghatározni. Ez az egyenlítő és a Föld pólusai között is csupán 5 gal , azaz a teljes értéknek mintegy fél százaléka. Gyakorlati kutatásban, néhány száz, esetleg néhány ezer km^2 területen pedig még ennél is jóval kisebb a teljes változás, ritkán haladja meg a $0,1 \text{ gal} = 100 \text{ mgal}$ értéket. Részben ennek a ténynek, részben szellemes mérés technikai ötleteknek köszönhető, hogy az említett — és a földtani kutatásban jelentősen ki is használt — pontosságot sikerült megvalósítani. A graviméter az összes tömegek hatását érzi — természetesen a Newton-féle törvénnyel leírt módon. Így például az égitestek közül a Nap és Hold hatása is szerepel a mérésekben, általában néhány század mgal járulékot adva.

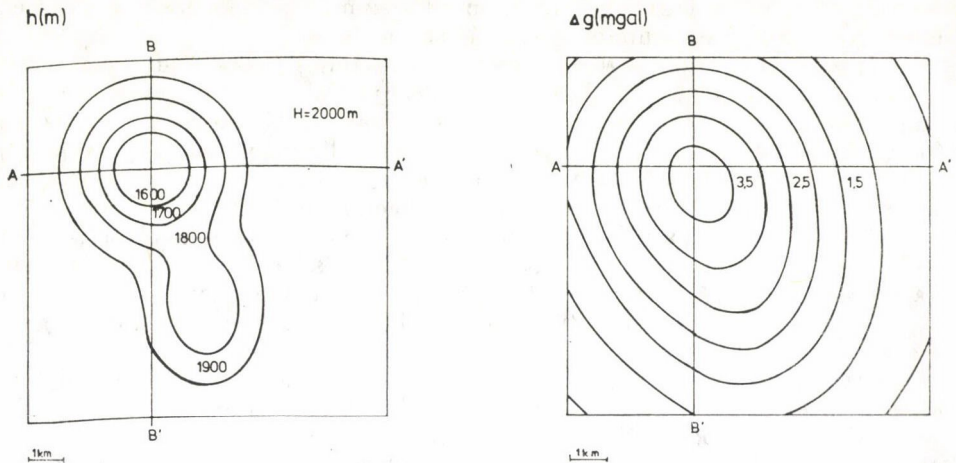
A mért értékben a döntő járulékot egy elméleti, homogén felépítésű Föld földrajzi szélességtől függő hatása jelenti. De lényeges a mérési pont tengerszint feletti magassága, a közvetlen és távolabbi környezet domborzata és sűrűsége. Mivel a mélybeli tömegekre akarunk következtetni, lehetőleg minden más hatást el kell távolítani. Ezt pontos magasság- és távolságmérések és különböző számítások segítségével elég jól végre tudjuk hajtani. A végeredmény rendszerint néhány mgal nagyságú javított érték, mely egy elképzelt, a valódi felszínnel ellentétben pontosan vízszintes, úgynevezett vonatkoztatási sík alatti hatásokat tartalmaz.

Gravitációs térképek

Ideális esetben a javított értékek már csak azért térnek el zérustól, mert a különböző sűrűségű közetrétegek felépítése eltér a szabályostól. A szabályostól való eltérést fejezi ki az, hogy *gravitációs anomáliáról* beszélünk. Az anomáliákat térképeken ábrázoljuk. A gravitációs anomáliatérképek szintvonalas domborzati térképre hasonlítanak. A szintvonalak ez esetben azonban nem az azonos magasságú, hanem az azonos gravitációs anomáliájú pontokat kötik össze. A hasonlóság esetleg arra csábít, hogy a gravitációs anomáliákat a nagyobb sűrűségű réteg felszínének szintvonalaiival közvetlen kapcsolatba hozzuk. Ez azonban több okból is hibás.

Az egyik ok az, hogy — optikai hasonlattal élve — a gravitációs „kép” nem „éles”, nem jól fókuszált. Tekintsük a legegyszerűbb esetet, amikor a gravitációs anomáliát egyetlen jelentős sűrűségváltozás hozza létre. A gyakorlati kutatás számára egyik legfontosabb alakzat, úgynevezett geológiai „szerkezet”, a felboltozódás. Az ismert olaj- és gázlelőhelyek jelentős része ugyanis ilyen szerkezetekkel kapcsolatos. Az üledékekben mozgó olaj vagy gáz a felboltozódás alatt halmozódik fel. Két egyszerű alakú felboltozódás számításokkal meghatározott gravitációs anomáliatérképeit mutatjuk be a 2. és 3. ábrán.

A 2. ábra bal oldalán a nagyobb sűrűségű közettömeg, „eltemetett hegység” felszínének szintvonalait látjuk. A szintvonalak felszín alatti mélységet adnak meg, azaz a „legmagasabb” pont 1600 méter , az alapsík 2000 méter mélységben van. A modell ebből a 2000 méter mélységű, vízszintes síkból 400 méterre kiemelkedő, eléggé meredek, kisebb hegynék felel meg. A gravitációs anomáliatérkép az ábra jobb oldalán látható. Az eltemetett hegy „gravitációs képe”



2. ábra. Egy egyszerű alakzat (bal oldalon) és számított gravitációs anomália képe (jobb oldalon). Az alakzatot szintvonalakkal, a gravitációs anomáliát izovonalaival ábrázoltuk. Az AA' és BB' egyeneseket a jobb összehasonlíthatóság kedvéért rajzoltuk meg. Jól látszik, hogy a gravitációs anomális csúcsa nem esik egybe a szerkezet csúcsával.

simább, elmosódottabb, mint az eredeti. Az anomália horizontálisan jóval nagyobb kiterjedésű, mint a geológiai szerkezet.

A 3. ábrán szintén egy felboltozódás és gravitációs anomália képe látható. A felső részen térképszerűen, szintvonalakkal; az alsó részen egy, a csúcson áthaladó szelvény mentén ábrázoltuk a nagyobb sűrűségű kőzet felszínét és gravitációs hatását. A szerkezet magassága 400 méter az 1200 méter mélységű alapsíktól számítva. A feltételezett sűrűségkülönbség a lazább üledékek és a felemelkedő aljzat között $0,1 \text{ g cm}^{-3}$. A kiemelkedés a bemutatott szelvény mentén aszimmetrikus: bal oldalon meredeken emelkedik, jobb oldalon a csúcs után enyhén lejt.

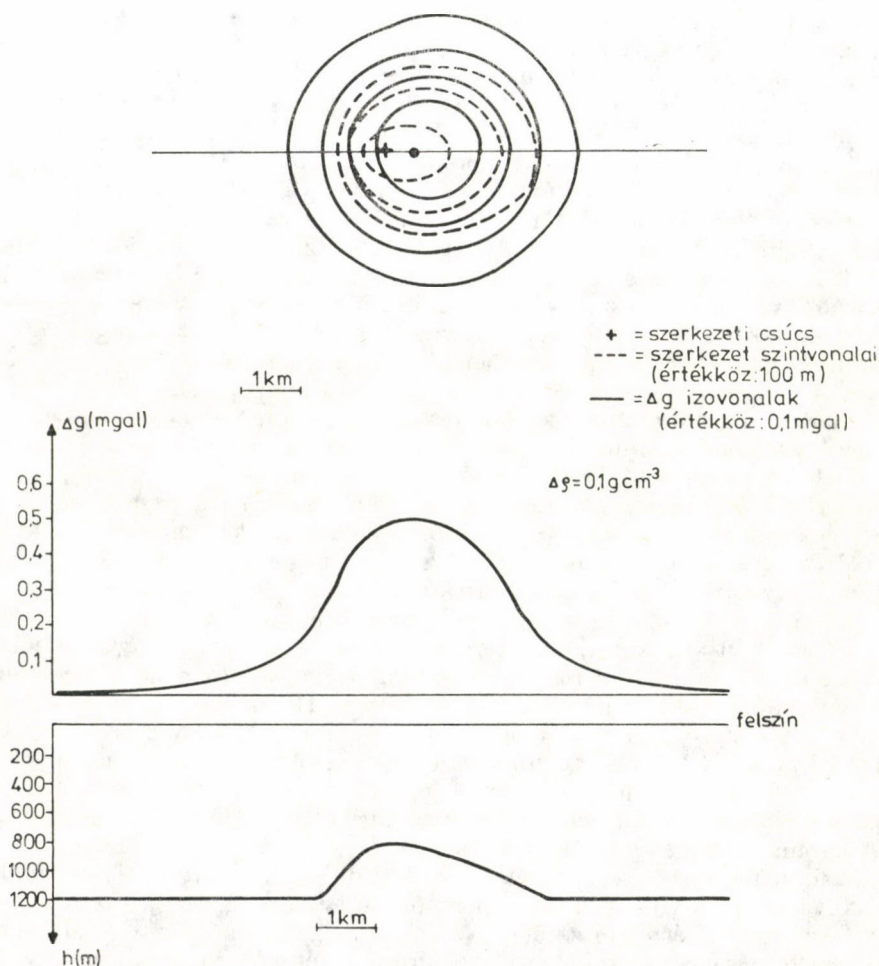
A gravitációs kép csúcsa *nem* esik egybe a kiemelkedés csúcsával, az enyhébben lejtő oldal felé tolódik el. Az eltolódás valamivel kisebb egy kilométernél. Lényeges megfigyelés, hogy az aszimmetria sokkal kevésbé látszik a gravitációs anomálián. Érdeemes megjegyezni, hogy a felszíntől nem is túl távoli, elég jelentős — 400 méteres — kiemelkedés csak néhány tized mgal anomáliát hoz létre.

A valóságban a keresendő geológiai szerkezetek, a nagyobb sűrűségű rétegek kiemelkedései nem ennyire szabályosak, alapjuk nem vízszintes sík. Rendszerint több sűrűségváltozással kapcsolatos réteghatár is van. Bonyolítja a képet, hogy az üledék sűrűsége sem feltétlenül állandó. De még ezeknél is lényegesebb hatás, hogy nagyobb mélységekben, nagy térbeli tartományokra kiterjedő inhomogenitások is vannak. Ezek hatása egy, esetleg két nagyságrenddel nagyobb, mint a kutatás célját jelentő alakzatok, például a medence-aljzat kis ingadozásainak gravitációs anomáliája.

A térben lassan változó összetevőt *regionális* háttérnek vagy regionális hatásnak nevezzük; kifejezve azt, hogy jóval nagyobb területről ered és nagyobb területen érezhető. A gyakorlati nyersanyagkutatásban a regionális hatást el kell távolítani. Csak így tudjuk felfedezni a keresett szerkezetekre

utaló, azokat indikáló kis anomáliákat. Ez utóbbiakat helyi vagy maradék (*reziduális*) anomáliáknak nevezzük. Utóbbi elnevezést indokolja, hogy a maradék a teljes anomália és a regionális hatás különbsége.

A gravitációs anomáliatérképek mutatják az üledékek kisebb-nagyobb területekre kiterjedő rendezetlen sűrűségváltozásainak, a mérési pont közvetlen környezetének, sőt az esetleg elkövetett kis mérési vagy számítási hibáknak hatását is. A durva hiba felismerhető és kizárható. Ezt a harmadik hatás-csoportot jellemzi, hogy az értékek kicsik, néhány század, legfeljebb néhány tized mgal nagyságúak, és térben eléggé gyorsan változnak. A gyakorlati kutatási feladatok esetén a regionális járulékon kívül ezt a zajt is el kell távolítani.



3. ábra. Aszimmetrikus alakzat és gravitációs anomália képe. Felső részén térképi ábrázolást használtunk, az alsó részen egy csúcson átmenő szelvényben rajzoltuk fel az alakzat és a gravitációs anomália metszetét

A különböző összetevők közül a nyersanyagkutatás számára csak a lokális összetevőre van szükség. Mi ad lehetőséget a hatások elkülönítésére? Természetesen különböző összetevőket csak akkor lehet szétválasztani, ha közöttük valamilyen eltérés van. Leírásunk tulajdonképpen már utalt is az eltérés jellegére. Ez az anomáliák térbeli változásának gyorsasága. A regionális hatás még néhány kilométeres körzetben is közelítőleg azonos marad, míg a lokális hatás előjele ugyanilyen területen talán még azonos, de nagysága elég sokat változik; végül a „zajt” már különböző előjelű adatokat jelent. Már a kutatások kezdetén — az 1930-as években — úgy jártak el, hogy területi átlagokat számítottak. Az átlagokkal a regionális összetevőt becsülték, az eredeti érték és a regionális eltérése adta a lokális összetevőt. Számos bonyolultabb számítási eljárást is javasoltak, melyek valamilyen módon a két hatás eltérő jellegét igyekeztek figyelembe venni.

A módszerek nem kezelték a harmadik csoportot, a zajt. Ez valóban a legkisebb amplitúdójú. De a legtöbb „klasszikus eljárás” ezeket a zajokat jelentősen megnöveli. Emiatt az átalakított térképen sok kisméretű, hamis, nem tényleges felboltozódásából eredő anomália alakul ki.

A *szűrőelmélet* pontos megfogalmazást, a szétválaszthatóság objektív felmérhetőségét teszi lehetővé. Egyben számítási eljárást is ad mind a hatások leírására, mind az elkülönítésére. Az elektromos szűrők jól ismertek. Minden rádió, TV vagy magnetofon tartalmaz szűrőket, melyek a nem kívánatos rezgéseket eltávolítják, és ezzel a hang minőségét jelentősen javítják. A szűrőket — többek között — az átengedett vagy eltávolított tartományok rezgésszámainak megadásával jellemezhetjük. A nagyon alacsony rezgésszámú összetevők éppúgy feleslegesek, mint az igen nagy rezgésszámúak.

A feladat, jó hangminőséget biztosítani elektromos szűrőkkel, lényegét tekintve rendkívül hasonló a gyakorlati nyersanyagkutatás gravitációs térképeinek átalakításához. A lassan változó — más szóval: a kis rezgésszámú — részt, a regionális összetevőt éppénúgy el kell távolítani, mint a gyorsan változó — nagy rezgésszámú — zajt. Külön nehézséget okoz, hogy a kis rezgésszámú rész (regionális) amplitúdója egy nagyságrenddel nagyobb, mint a hasznos tartományba eső komponenseké.

Két alapvető különbség is van. A hangtechnikában aránylag jól tudjuk, milyen tartomány hasznos. Másrészt időben változó, azaz egyváltozós jeleket kell kezelni. Esetünkben a regionális, lokális és zaj-komponensek frekvencia-tartományainak határai nem mindig azonosak. Ha például a medencealjzat egy-két km mélységben van, a hasznos tartomány magasabb frekvenciákat jelent, mint öt-hat km mélységű medencealjzat esetén. Az eredmények értékelésében a magas frekvenciás zajszint nagysága is igen lényeges. Ha a szűréssel kapott lokális anomáliák beleolvadnak a szűrt zaj szintjébe, a térképből nem lehet levonni értelmes következtetéseket.

A másik lényeges eltérés, hogy a jelek esetünkben kétváltozósak, és mindkét változó valamilyen vonatkoztatási ponttól mért távolság. Megjegyzendő, hogy a rezgésszám most értelemszerűen távolságegységre — például egy kilométerre — eső rezgések számát jelenti. A szűrést a két változó miatt nem végezhetjük valamilyen berendezéssel, csak számításokkal. Szerencsére a számjegyes vagy numerikus szűrés is jól kidolgozott tudományterület. A „szűrő” megfelelően választott számok sorozata. A szűrés ezekkel a számokkal és az

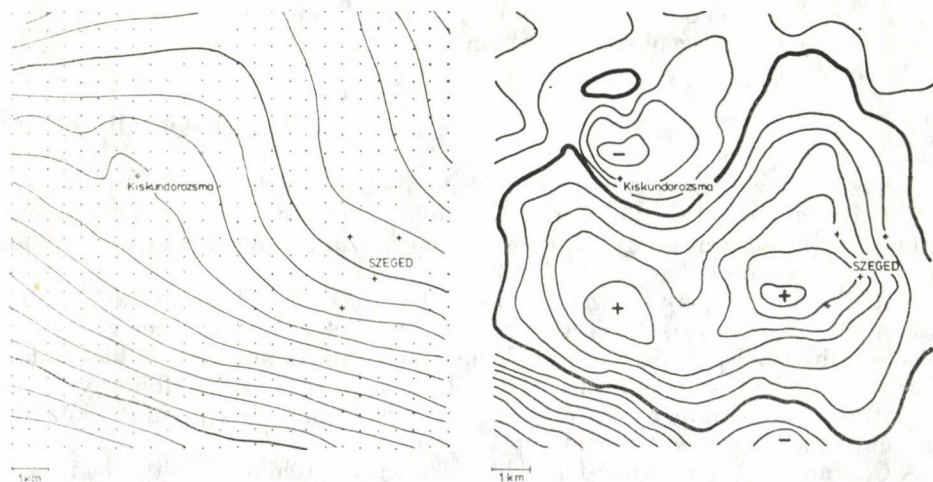
átalakítandó térkép adataival végső soron csak szorzások, majd szorzatösszegek számítását kívánja meg. A gravitáció gyakorlatában használható szűrők néhány száz szám megadását jelentik. Átlagos méretű térképek esetén a végeredmény kialakításához százezer—egymillió szorzásra van szükség.

A frekvencia helyett annak reciprokát, a hullámhosszt is használhatjuk. A regionális összetevő néhányszor tíz kilométertől néhányszor 100 kilométer hullámhosszúságú tartományba esik. A lokális komponensekre a tartomány közelítőleg egy nagyságrenddel kisebb hullámhosszakat jelent.

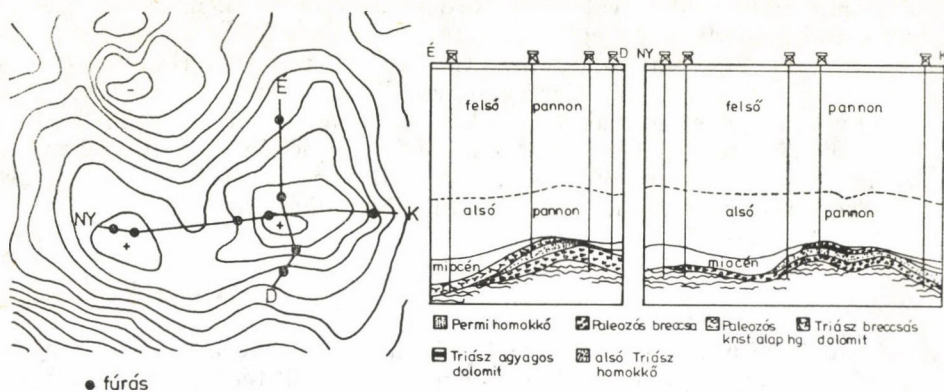
A szűrők működése

Foglaljuk össze a szűrés lényegét: a korrigált mérési adatok elég sok pontban megadják a gravitációs anomália értékeit. Ezekből térkép szerkeszthető. A térképből rendszerint alig látható, amit keresünk. Korábbi tapasztalataink felhasználásával azonban megállapíthatjuk, milyen szűrővel kell átalakítani a térképet, hogy az új térképből már észre tudjuk venni, hol érdemes tovább kutatni. A szűrő számok sorozatát jelenti, a szűrést pedig számítógéppel végzett műveletekkel valósítjuk meg. Az eredmény ismét elég sok pontban a szűrt gravitációs anomáliaértékek összessége. Belőlük új térkép, az ún. szűrt térkép rajzolható meg.

A 4. és 5. ábra illusztrálja az elmondottakat. A 4. ábra bal oldalán egy hazai kutatási terület gravitációs anomáliatérképe látható. A mérési állomásokat pontok jelölik. A térképen a regionális hatás dominál, belőle a kőzetrétegek elhelyezkedésére következtetni szinte lehetetlen. Az ábra jobb oldalán a szűrt anomáliatérképet mutatjuk be. A medencealjzat nagyobb sűrűségű kőzeteinek felboltozódását ez a térkép már világosan jelzi.



4. ábra. Eredeti gravitációs anomália térkép (bal oldal) és szűréssel kapott reziduális gravitációs térkép (jobb oldal). Az állomások helyét pontok jelölik. Az izovonalak értéköze a jobb oldali ábrán egy nagyságrenddel kisebb. (Az OKGT Geofizikai Kutatási Vállalat mérési anyaga és feldolgozása)



5. ábra. Szűrte gravitációs térkép két szelvény nyomvonalával (bal oldal) és a későbbi fúrások alapján megszerkesztett geológiai szelvények (jobb oldal). Az eredeti térképből a terület felépítése a jelentős regionális háttér miatt nem látszik. A szűrés eredménye már világosan utal a nagyobb sűrűségű kőzetek felboltozódására. (Az OKGT Geofizikai Kutatási Vállalat mérési anyaga és feldolgozása)

Később a területen további geofizikai méréseket végeztek, majd jelentős fúrási tevékenység folyt. Az 5. ábra jobb oldalán néhány fúrás alapján megszerkesztett geológiai szelvényeket: egy közel Kelet—Nyugat és egy közelítőleg Észak—Dél irányú szelvényt mutatunk be. A bal oldalon a jobb összehasonlíthatóság kedvéért ismét megrajzoltuk a szűrte gravitációs anomáliaképet. A fúrásokat összekötő egyeneseket is bejelöltük. A szűrte gravitációs térkép már jól jelzi a geológiai felépítést, pozitív maximumai a nagyobb sűrűségű kőzetek felboltozódásával esnek egybe. Míg az eredeti térkép semmit vagy igen keveset mutat a terület geológiai szerkezetéből, a szűrte térkép megbízható támpontja a további geofizikai-geológiai kutatásnak.

Regionális térképek

A nagyobb szerkezeti egységek megismerésében, esetleges elkülönítésében a regionális tér ismerete a döntő. Emiatt a földkéregre és felsőköpenyre jellemző, annak felépítésére utaló gravitációs térképek számításához a kisebb hullámhosszúságú összetevőket kell eltávolítani.

A földkéreg átlagos vastagsága 30—35 km (hazánk néhány területén ennél valamivel vékonyabb). A kéreg szárazföldi területen legalább két részből áll: felső gránitos jellegű kőzettömegeből, melyet az ún. Conrad-féle felület választ el a kéreg bazaltos jellegű alsó részétől. A kéreg határa, a Mohorovičić-féle felület alatt a földköpeny következik. Anyaga leginkább a peridotit kőzethez hasonló tulajdonságokat mutat.

A Conrad- és Mohorovičić-féle felületeket, így a földkéreg két övét is szeizmológiai megfigyelések alapján határozták meg. A földrengéshullámok terjedési sebessége a kéregben és köpenyben elég jelentősen eltér, emiatt a kéreg alsó határáról visszaverődéseket (ún. reflexiókat) lehet kapni. Ezekből a határ mélységére következtethetünk.

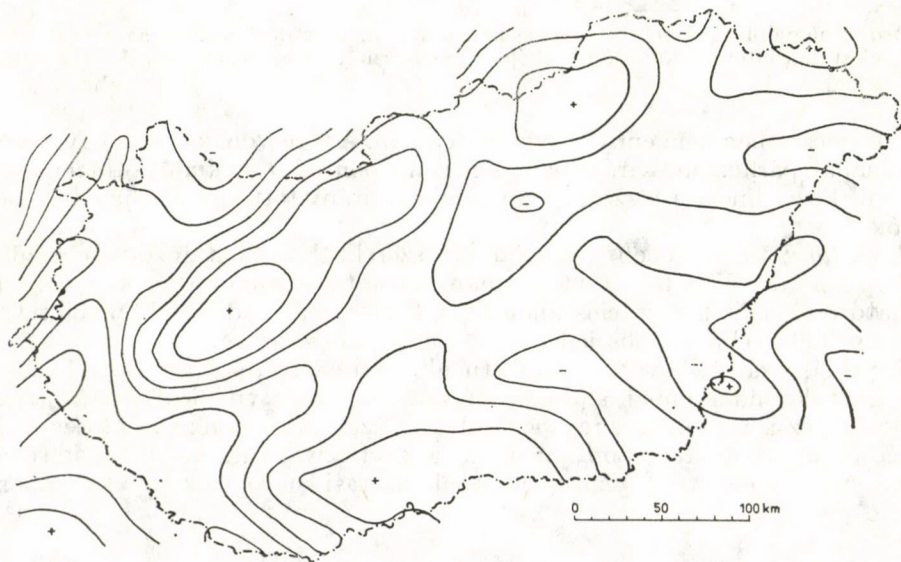
Az egyes övekben feltételezhető anyagok: gránit, bazalt, peridotit, valamint a sűrűség és rugalmas hullám terjedési sebessége közötti összefüggés alapján általánosan elfogadott, hogy a kőzetek sűrűsége a kéreg felső, illetve alsó részében 2,7 és 2,9 gcm^{-3} , a felső köpenyben pedig 3,3 gcm^{-3} (kerekített, átlagos értékek). Fúrásokkal még sohasem hatoltak le ezekbe a mélységekbe, emiatt marad a tényleges megfigyelés helyett egyetlen lehetőségként a következtetés más adatokból.

A kéreg és köpeny közötti sűrűségkülönbség 0,4 gcm^{-3} . Ez nagyobb, mint a medencealjzat és üledékek közötti különbség. A regionális háttér talán legjelentősebb összetevőjének emiatt a földkéreg vastagságának változásait tekinthetjük.

A regionális térképek — természetesen csak egy átfogó, számos további adatot felhasználó szintézis alkotórészeként — országársznyi területek szerkezetének megismeréséhez adnak támpontot. A regionális szűrő kiküszöböli vagy legalábbis jelentősen csökkenti a felső néhány kilométeres, jelentősen és szélsőlegesen változó sűrűségű övek hatását. Így a regionális tér számításával „ablakot nyithatunk” és „benézhetünk” a nagyobb mélységekbe.

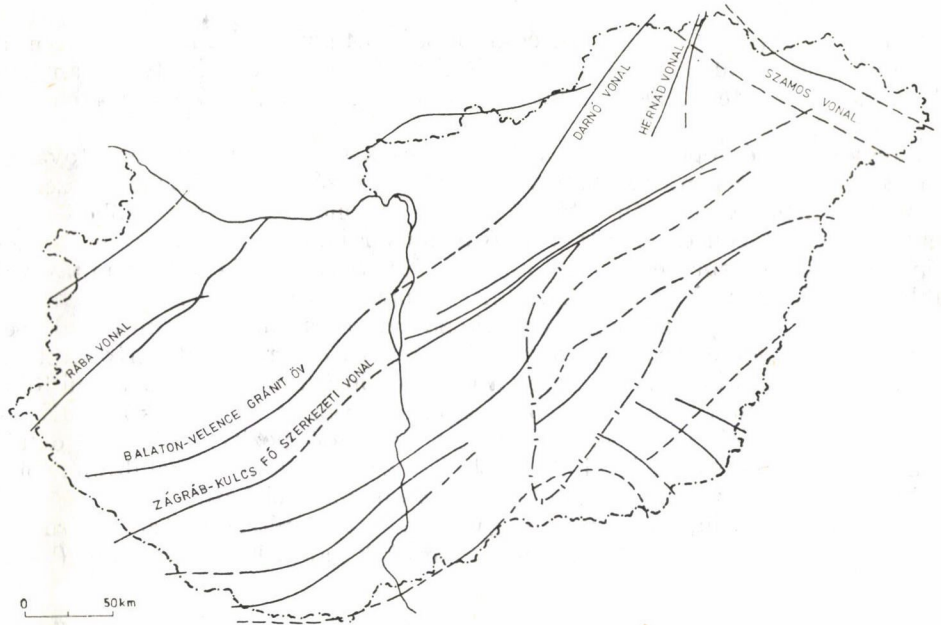
A 6. ábrán a teljes országra vonatkozó szűrés eredményét mutatjuk be. A szűrő a 60 kilométernél nagyobb hullámhosszú összetevőket tartotta meg. A szűrés jellegéből következik, hogy a térkép döntően a kisebb sűrűségű földkéreg vastagságának változásaira utal. Döntő jellegzetessége egy közel DNy—ÉK irányban húzódó, a Középhegységen áthaladó pozitív sáv. Ezt délről negatív anomáliásáv szegélyezi. A további részekben a kép bonyolultabb, több pozitív terület és azokat felszabdáló negatív anomália látható.

A törésvonalak, ha az azonos magasságba került rétegek között sűrűségkülönbség van, vagy nagy szerkezeti egységek határai, ha az egységek (blok-



6. ábra. Regionális gravitációs anomáliatérkép Magyarország területén. A szűrő a 60 kilométernél kisebb hullámhosszú összetevőket távolította el. (A térkép az ELTE Geofizikai Tanszékén készült)

kok) sűrűségei egymástól eltérnek, a gravitációs anomáliatérképeken is tükröződnek. Ha a törésvonal felszíni vetülete egyenes, a rá merőleges szelvényekben a gravitációs anomália elég gyorsan változik. A nagyobb sűrűségű oldal felett pozitív gravitációs anomáliát, a kisebb sűrűségű oldal felett negatív anomáliát tapasztalunk.



7. ábra. A nagyobb egységeket — azonos kőzetanyagú, képződésű blokkokat — és fő törésvonalakat feltüntető tektonikai térkép. Egyszerűsített kép Wein Gy., 1969 nyomán.

A természetben nem ennyire egyszerű a kép. A törésvonalak nem egyenesek, a vonallal párhuzamos irányban Δg nem pontosan állandó. Mindenesetre hosszú, közel lineáris részek az anomáliatér irányítottsága alapján felismerhetők.

A 7. ábra többségében geológiai módszerekkel meghatározott tektonikai térképet mutat Wein Gy., 1969 nyomán. Bár a tektonikai térkép és a 6. ábrán látható regionális gravitációs anomáliák között csak indirekt kapcsolat van, érdemes figyelni számos jellegzetes vonás jó egyezésére.

A példák számát tovább növelhetnénk, de remélhetőleg az eddig bemutatottak is elegendők annak alátámasztására, hogy a gravitációs kutatás, a geofizikának ez a régi módszere, megújulva, a számítástechnika lehetőségeit kiaknázva új sikerekre számíthat mind a nyersanyagkutatás előkészítésében, mind országos méretű geofizikai, földtani kutatási koncepciók kialakításában.