

# Gyakorlati tapasztalatok a gravitációs térképek átalakításában alkalmazott szűrőkről

KOVÁCS F. – MESKÓ A.

*Az alkalmazott szűrők ismertetése után a következő gyakorlati tapasztalatokat tárgyaljuk:*

1. Az  $s = 1$  km állomás-távolság esetén az  $m = 2, 3$  és  $4$  paraméterű reziduál szűrők a legkedvezőbb hatásúak.
2. Szabályos négyzoghálózatban mért bemenő adatok biztosítják a szűrők optimális hasznosítását.
3. Több esetben a felszínközeli hatások és rendezetlen zavarok kiküszöbölésére hasznosnak bizonyult az  $m = 9$  paraméterű felülvágó alkalmazása.
4. A korreláció a szűrt térképek és nagyobb sűrűségű összlet felszínének lefutása között igen jó.

*В предприятие геофизической разведки Треста нефтяной и газовой промышленности в сотрудничестве с Геофизической кафедрой Будапештского университета им. Этвеша за последние годы были разработаны и испытаны следующие методы:*

1. Полосовая фильтрация (для выделения региональных и остаточных аномалий).
2. Спектральный анализ с двумя переменными (для разработки фильтров, для анализа структурных направлений).
3. Фильтр направления (для определения направленности структуры).

*Методы применялись в различных областях разведки. Эффективность программ была подтверждена большим объемом геолого-геофизических работ. В докладе приводятся несколько фактических примеров применения методов и интерпретации данных.*

*Nach einer Beschreibung der angewandten Filter werden die folgenden praktischen Erfahrungen behandelt:*

1. Im Falle einer Stationsdistanz  $s = 1$  km haben die Residualfilter mit parametern  $m = 2, 3$  und  $4$  die günstigste Wirkung.
2. Die optimale Ausnutzung der Filter wird durch Eingangsdaten, gemessen im regulären Vierecksnetz gesichert.
3. In manchen Fällen hat sich die Anwendung eines Tiefpassfilters mit  $m = 9$  als nützlich für die Eliminierung der ungeordneten Störungen erwiesen.
4. Die Korrelation zwischen den gefilterten Karten und dem Ablauf der Oberfläche der Schichtenfolge von grösserer Dichte hat sich als sehr gut erwiesen.

## Bevezetés

A gravitációs térképek különböző átalakításáról már több mint 30 évvel ezelőtt megjelentek az első közlemények a szakirodalomban. Az utóbbi években általánossá vált, hogy a lineáris átalakításokat lineáris szűrésnéként kezeljék, azaz hatásukat az alkalmazott együttható-rendszerek átviteli tulajdonságaival írják le és átviteli tulajdonságaik szerint használják. Ezt a szemléletet a gyakorlat messzemenően igazolta.

Magyarországon az ilyen irányú vizsgálatok 1964-ben kezdődtek el. 1965-ben az addigi eljárások helyett kétváltozós numerikus szűrők alkalmazását javasoltuk [Meskó, 1965]. A módszert az OKGT Geofizikai Kutatási Üzeme 1969-től kezdve rutinszerűen alkalmazza.

Számítástechnikai okokból szűrősorozatokat terveztünk, és a szűrést kétváltozós numerikus konvolúcióképzéssel végeztük el. Nemrégén kezdhettük el kétváltozós spektrumok számítását. A kétváltozós spektrumok számítása új lehetőségeket nyit meg. A szűrés elvégezhető a frekvenciatartományban, kedvezően megválaszthatók a sávszűrők levágási frekvenciái, optimumszűrők

számíthatók és alkalmazhatók. A spektrumok analízise önmagában is értékes információkat adhat: pl. kitüntetett irányok, domináns frekvencia meghatározása.

Nagyobb méretű, nehezebben áttekinthető területeken a trend jellegű irányok meghatározásában hasznos lehet kétváltozós autokorrelációs függvények számítása. Hasonló feladatok megoldásában hasznosíthatjuk a kétváltozós teljesítményspektrumot is, az autokorrelációs függvény Fourier transzformáltját.

Geológiai szerkezeti irányok kiemelésére, illetve felismerésére használhatunk irányfüggő karakterisztikájú szűrőket is.

Szerkezeti indikációk felismerését az átalakított térképeken véleményünk szerint az eddigi tapasztalataink alapján legjobban irányfüggetlen átvitel biztosítja. Emiatt jelen dolgozat ezzel a módszerrel foglalkozik.

Mindegyik tárgyalásra kerülő módszernek ma már gazdag irodalma van és elméletük is eléggé közismert. Az általunk választott szűrősorozatokról és az adatrendszerrel szemben támasztott követelményekről többször beszámoltunk: [Meskó 1966, 1969, 1970, Kovács 1970, Meskó-Kovács 1971]. Emiatt az elméletre most csak vázlatosan utalunk és az időt az alkalmazásra és az eredmények bemutatására fordítjuk. Reméljük, hogy ezzel hozzájárulunk a módszerek szélesebb körű elterjedéséhez.

#### *Az alkalmazott szűrők ismertetése*

A regionális kép előállítására felülvágó, a reziduál térképek számításához alulvágó szűrősorozatokot számítottunk.

*A szűrőtervezés szempontjai:*

- a) irányfüggetlen átvitel,
- b) zérus fázistolás,
- c) egységnyi átvitel az áteresztett sávban,
- d) lehető legrövidebb kétdimenziós súlyfüggvény.

Az a) és b) követelményekre a torzításmentes átvitel miatt van szükség. A c) elősegíti a szűrt térképek kvantitatív értelmezését. Végül a d) követelmény a térkép széleinek „elvesztését” igyekszik minimálisra csökkenteni.

A regionális teret előállító szűrők átviteli függvényeit az

$$S_{\text{reg}}(\lambda'_1 m) = \exp \left[ - \left( \frac{36}{m \lambda'} \right)^2 \right] \quad (1)$$

képlet írja le, melyben  $\lambda'$  dimenziótlan hullámhossz:  $\lambda' = \lambda/s$ , ahol  $\lambda$  a hullámhossz,  $s$  az állomástávolság,  $m$  pedig a levágás helyét befolyásoló paraméter. A reziduális teret előállító szűrők átviteli függvénye értelemszerűen:

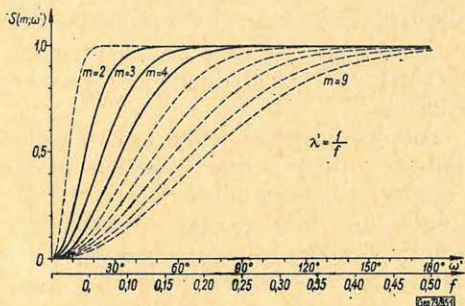
$$S_{\text{rez}}(\lambda'_1 m) = 1 - S_{\text{reg}}(\lambda'_1 m) \quad (2)$$

A regionális szűrő súlyfüggvényét – ez az (1) képletből következik – az

$$s(r'_1 m) = \pi \left( \frac{m}{36} \right)^2 \exp \left[ - \left( \frac{r'_1 \pi m}{36} \right)^2 \right] \quad (3)$$

képlet adja. Ebben  $r'$  a vonatkozási ponttól mért távolság az állomástávolság egységeiben kifejezve, azaz

$$r' = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{s}$$



1. ábra. Reziduál szűrők átviteli függvényei. A gyakorlatban ( $s = 1$  km esetén) a folytonos vonallal megrajzolt,  $m = 2$ ,  $m = 3$  és  $m = 4$  paraméterű szűrők váltak be.

Рис. 1. Характеристики фильтров. На практике (при  $S = 1$  км) оправдались фильтры-казанные сплошной линией с параметрами  $m = 2$ ,  $m = 3$  и  $m = 4$

Abb. 1. Überföhrungsfunktionen von Residualfiltern. In der Praxis bewährten sich (im Falle von  $s = 1$  km) die mit kontinuierlicher Linie gezeichneten Filter mit  $m = 2$ ,  $m = 3$ , und  $4$ .

### Gyakorlati tapasztalatok

1. A gyakorlatban az  $m = 2, 3, 4$  paraméterű szűrők váltak be (ha az állomástávolság  $1$  km). Ezeket az 1. ábrán külön is megjelöltük. A fenti paraméterekhez tartozó reziduál szűrőket durván úgy jellemezhetjük, hogy átengedik a  $18$  s,  $12$  s, és  $9$  s-nál kisebb hullámhosszokat (ahol  $s$  az állomástávolság).

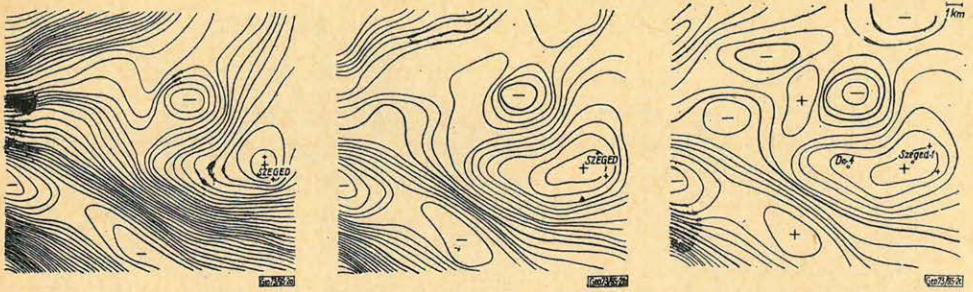
A szűrők hatását és a köztük levő felbontásbeli különbséget illusztrálják a *2a*, *2b*, és *2c* ábrák. Ezek a Szeged és környéke kutatási területet mutatják be. A reziduál térképeket az  $m = 2$ ,  $m = 3$ ,  $m = 4$  paraméterű szűrőkkel állítottuk elő, az állomástávolság  $1$  km volt. Érdeemes megjegyezni, hogy a *Do-4*, *Sze-1* mélyfúrások – melyek helyét a bemutatott szűrt gravitációs térképekre támaszkodva jelölték ki – jelentős hozamú szénhidrogén-tároló rétegeket harántoltak, továbbá a *Do-1* és *Do-4* jelű mélyfúrások a paleozoós aljzat közel  $400$  m-es szintkülönbségét mutatták ki.

2. Fontos gyakorlati tapasztalat, hogy az érzékeny reziduál szűrők csak megfelelően pontos bemeneti adatokra alkalmazhatók igazán eredményesen. Emiatt áttértünk szabályos négyzethálós mérésekre. Így az átalakításokban nem interpolált, hanem ténylegesen mért adatok szerepelhetnek. A különbséget érzékelteti a *3a* és *3b* ábra, melyek azonos területről származó adatokból számított reziduál térképeket mutatnak be, de a *3a* ábrán az alapadatok utak menti mérések, míg a *3b* ábrán négyzethálóban végzett mérések eredményei.

$m$  a szűrő paramétere.

A diszkrét súlyfüggvényeket, azaz együtthatókat egy előző publikációnkban már megadtuk [Meskó–Kovács, 1971].

Bár az elvi átvitel irányfüggetlen, a hozzátartozó súlyfüggvény mintavételezése és csonkítása ezt elronthatná. Az általunk alkalmazott együtthatók esetében azonban az (1) függvény kedvező választása miatt, a hiba kisebb, mint  $1\%$ . Körszimmetrikus (irányfüggetlen) függvényt azonban jellemezhetünk egyetlen görbével is: azzal, melynek forgatásával a körszimmetrikus felület kialakul. A javasolt regionális, illetve reziduálképet előállító szűrők átviteli függvényeit mutatja be az 1. ábra.

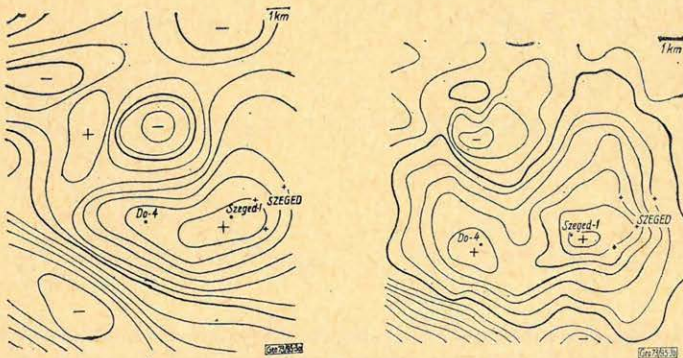


2. ábra. Szeged és környéke: reziduál térképek a)  $m = 2$  paraméterű szűrés eredménye b)  $m = 3$  paraméterű szűrés eredménye c)  $m = 4$  paraméterű szűrés eredménye

Рис. 2. Карты остаточных аномалий поля силы тяжести района Сегед. а – результаты, полученные при фильтрации с параметром  $m = 2$ ; б – результаты, полученные при фильтрации с параметром  $m = 3$ ; в – результаты, полученные при фильтрации с параметром  $m = 4$

Abb. 2. Residualkarten von der Umgebung von Szeged a) Resultate einer Filterung mit  $m = 2$  – b) Resultate einer Filterung mit  $m = 3$  – c) Resultate einer Filterung mit  $m = 4$ .

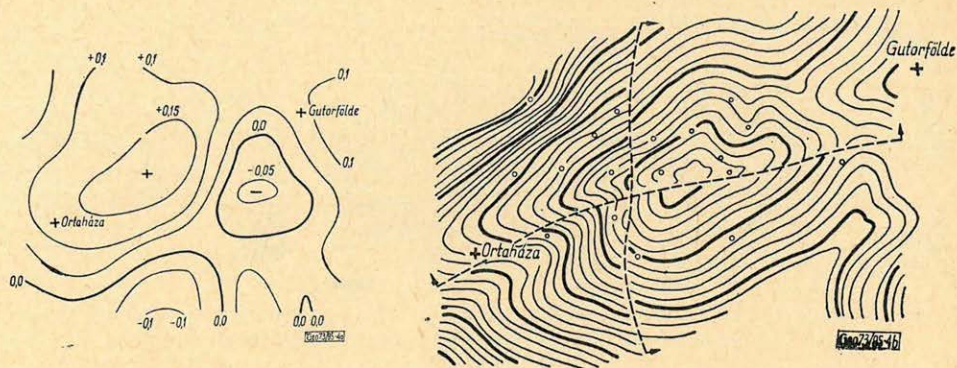
3. Gyakran célszerű az alulvágó (reziduál) szűrés mellett simítást is alkalmazni, azaz sávszűrést végezni. Jól bevált a simításra az  $m = 9$  paraméterű felülvágó. A sávszűrést egyetlen lépésben valósíthatjuk meg, ha az  $m = 9$  paraméterű regionális szűrő és a kiválasztott ( $m = 2, m = 3, m = 4$ ) paraméterű reziduál szűrő súlyfüggvényeinek különbségét képezzük, majd a különbséggel végezzük el a diszkrét konvolúció műveletét. A 4a ábrán egy dunántúli kutatási terület egy részletének  $9 - 4$  szűrővel átalakított képét mutatjuk be. A területen több mélyfúrás is van. Ezek adataiból szerkesztett alsópannon fekvő szintvonalas térképe látható a 4b ábrán. Az összehasonlítás jól érzékelteti a szűrt gravitációs térkép és a geológiai szerkezet korrelációját.



3. ábra. Különböző alapadatokból meghatározott szűrés eredményeinek összehasonlítása a) alapadatok: utak menti mérések b) alapadatok: szabályos négyzoghálózatban végzett mérések

Рис. 3. Сопоставление результатов фильтрации, определенной по различным исходным данным. а – исходные данные: результаты измерений по дорогам; б – исходные данные: результаты наблюдений, проведенных по прямоугольной сети

Abb. 3. Vergleich der Resultate von Filterungen bestimmt aus verschiedenen Grunddaten – a) Grunddaten: Messungen entlang Strassen – b) Grunddaten: Messungen ausgeführt in einem regulären Vierecksnetz

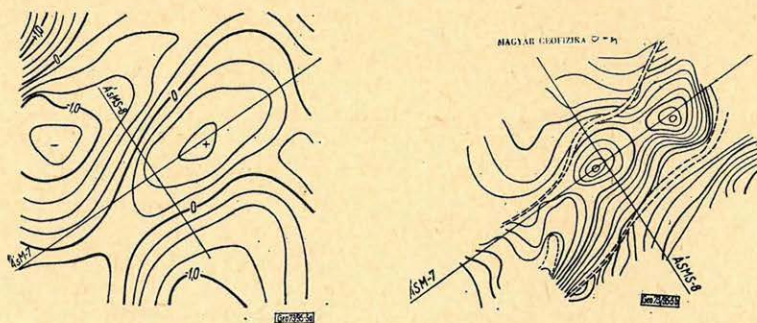


4. ábra. Szűrőssel kapott reziduál térkép és alsópannon fekvő felszínének összehasonlítása a) sáv-szűrővel előállított reziduál-térkép (alulvágó paramétere: 4, felülvágó paramétere: 9) b) Az alsópannon fekvő szintvonalas térképe (mélyfúrások és részletes szeizmikus mérések alapján).

Рис. 4. Сопоставление карты остаточных аномалий с рельефом подошвы нижнего паннона. а – карта остаточных аномалий, составленная с использованием полосового фильтра (параметр НЧ – 4, параметр ВЧ – 9); б – Карта изогипс по подошве нижнего паннона (по данным глубоких скважин и детальной сейсморазведочной съемки)

Abb. 4. Vergleich einer mit Filterung gewonnenen Residualkarte und der Oberfläche des unterpannonischen Grundgebirges – а) Residualkarte gewonnen mit Hilfe eines Bandfilters (Hochpassfilter mit Parameter: 4, Tiefpassfilter mit Parameter: 9) – б) Niveauekarte des unterpannonischen Grundgebirges (auf Grund von Tiefbohrungen und detaillierten seismischen Messungen)

4. Az eddigi tapasztalatok szerint a kellő pontosságú adatokon végzett reziduál-szűrési eredmények értelmezése jelentős segítséget adhat a geofizikai kutatás különböző fázisaiban. Az elegendő nagy amplitúdójú, azaz a zajszintből biztosan kiemelkedő és így kijelölhető reziduál-anomáliák földtani szerkeze-



5. ábra. Szűrőssel kapott reziduál térkép és paleozoós felszín összehasonlítása a) Alulvágó ( $m = 4$ ) szűrőssel kapott reziduál b) Paleozoós felszín szintvonalas térképe (mélyfúrások és szeizmikus mérések alapján)

Рис. 5. Сопоставление карты остаточных аномалий, полученной при фильтрации, с рельефом палеозойского фундамента. а – карта остаточных аномалий, полученная при фильтрации НЧ ( $m = 4$ ); б – Карта изогипс по поверхности палеозойского фундамента (по данным глубоких скважин и сейсморазведочной съемки)

Abb. 5. Vergleich einer mit Filterung erhaltenen Residualkarte und der paleozoischen Oberfläche – а) Residual erhalten mit einem Hochpassfilter  $m = 4$  – б) Niveauekarte der paleozoischen Oberfläche (auf Grund von Tiefbohrungen und seismischen Messungen)

tek kijelölésében, vagy a nagyobb felbontóképességű és pontosságú reflexiós szeizmikus mérések előkészítésében és értelmezésében hatásosan alkalmazhatók. A 3. és 4. ábrák mellett még egy példát mutatunk be Ásotthalom és környéke kutatási területéről. Az 5a és 5b ábrákon a 4 paraméterű szűrővel nyert reziduálképet a mélyfúrési adatok és szeizmikus mérések alapján megszerkesztett paleozoós felszín lefutásával hasonlíthatjuk össze. (A szaggatott vonalak az utóbbi térképen törésvonalakat jelölnek.)

A korreláció a szűrt térkép és a geológiai szerkezet között ebben az esetben is meglepően jó.

## IRODALOM

- Meskó A., 1966: Szűrőelmélet alkalmazása a gravitációs értelmezésben. MAGYAR GEOFIZIKA VII. 1. sz. 17 – 43. old.
- Meskó A., 1969: Gravity interpretation and information theory: Design and application of low-pass, high-pass and bound-pass filters Annales, XIII. p. 67 – 80.
- Meskó A., 1970: Szűrőelmélet alkalmazása (Geofizikai Kutatási Módszerek III. c. egyet. tankönyvben) 1.5 fejezet 66 – 90. old. Tankönyvkiadó.
- Kovács F., 1970: Graviméter-állomások telepítésével kapcsolatos vizsgálatok a mintavétel-elmélet alapján. MAGYAR GEOFIZIKA, XI. 1. sz.
- Kovács F. – Meskó A., 1971: Kétváltozós digitális szűrés alkalmazása Bouguer-anomália térképek átalakításában. MAGYAR GEOFIZIKA, XII. 1. sz. 10 – 27. old.

MAGYAR GEOFIZIKA XIV. ÉVF. 3 – 4. SZ.

## Lapszemle — Könyvszemle

A 10. Szelvényezési Szimpozium Közleményei. Összeállította: Dr. Barlai Zoltán, sorozatszerkesztő: Binder Béla, szerkesztette: Kisházi Anna. Litografált kiadvány, az OGIL és a NIM Dokumentációs és Fordító Irodájának közös kiadványa, 1 – 200 oldal, 80 ábra, számos táblázat.

A kötet – hasonlóan az 5. és 6. Szelvényezési Szimpoziumra vonatkozó, röviddel ezelőtt megjelent kiadványokhoz – tárgykörökre bontva adja az előadások szövegének fordítását, de az egyes előadásszövegek előtt Barlai Zoltán rövid ajánlásban megjegyzéseket fűz a témához, beállítja azt az általános fejlődésbe és felemlíti a hazai vonatkozásokat, valamint levonja a minket érdeklő következtetéseket.

A szereplő tárgykörök a következők:

Elektromos módszerek	2 előadás
Radioaktív módszerek	1 előadás
Akusztikus módszerek	2 előadás
Szelvénykiértékelés	7 előadás
Digitális regisztrálás	4 előadás

Kiértékelés számítógépek segítségével 2 előadás Mélyfúrési geofizikai vizsgálatok a szénhidrogéntermelésben, 1 előadás

Egyéb témák 2 előadás

A kiadvány a korszerű ismeretek egész tárháza és igen alkalmas arra, hogy belőle kutatóink a modern fejlődés számos kérdéséről tájékoztatást nyerjenek.

T. G.