

A multifilteres szűrés felbontóképessége**

TÓTH SÁNDOR*

A cikk röviden ismerteti a multifilteres szűrést. Bevezeti a szűrők jellemzésére használható w súlyfüggvényt. Utalást tesz a w függvény alkalmazhatósági területeire a szűrők vizsgálatával kapcsolatban, és definiálja a gravitációs szűrések felbontóképességének fogalmát. Ismerteti a felbontóképességet befolyásoló tényezőket, majd a jászladányi kutatási terület példáján bemutatja a multifilteres szűrésekkel készült térképek értelmezését. Végül összehasonlítást tesz az egyszeres végrehajtott szűréssel és a multifilteres szűréssel készült térképek segítségével nyerhető, a további kutatást segítő információk között.

В работе даётся короткое описание понятия мультифильтрации, включая функции взвешивания w , применяемых для характеристики фильтров. Рассматривается вопрос практического значения этой операции. Разрешающая способность фильтрации гравиметрических определяется функцией. Обсуждаются факторы, влияющие на разрешающую способность. На примере хорошо изученного района разведки представляется интерпретация карт, построенных с мультифильтрацией. Приводится сопоставление функции сглаживания Буллара-Купера.

The paper gives a brief description of the meaning of multifiltering of gravity field including w weighting functions used to describe the filters. The practical importance of the process is also discussed. The resolving power of gravity filtering is defined by the w -function. Factors affecting the resolving are discussed. The interpretation of multifiltered maps for an exploration area of Hungary is presented. Comparison is made with maps computed by the Bullard-Cooper smoothing function and multifilter approach, respectively.

A Geofizikai Kutató Vállalat Gravitációs osztályának egyik feladata, hogy az előkutatás fázisában a gravitációs módszerrel olcsón, gazdaságosan megszerzett adatokkal segítse a szeizmikus kutatási metodika megtervezését.

Az Alföldön a feltételezett lelőhelyek egy jól kutatható sűrűségkontraszt felülethez kapcsolódnak. Ez az esetek legnagyobb részében a neogén fekszik. A gravitációs értelmezés során az osztályon a különböző elméleti vizsgálatok elvégzése után rutinszerűen használták a feldolgozáshoz a Bullard-Cooper simításokból számított különböző paraméterű szűrőket. A modern szeizmikus berendezések által támasztott követelményeket azonban a rendkívül nagy értelmezési tapasztalat ellenére is csak nehezen lehetett kielégíteni. Új szűrők alkalmazása mellett felvetődött egy másik megoldás is. 1977-ben az osztályon kidolgozott elmélet alapján [1] szerint alkalmazzuk egy adatrendszeren kétszer az általunk már jól ismert szűrőket. Ebben az esetben az átvitelek szorzata jön létre, aminek következtében a szűrő meredekebb vágású lesz, — mint azt [2]-ben részletesen megmutatják a szerzők — valamint a regionál eltávolítás is megjavul, mert a görbe induló szakasza nem másodfokú lesz, mint az egyszeres szűrés esetén, hanem negyedfokú. A kapott eredménytérkép lényegesen részletesebb is ebben az esetben. Felvetődik az a kérdés, hogy az új módszerrel készült térképen jelentkező többlet-információ csak a jobb regionál eltávolításnak és a meredekebb vágásnak tulajdonítható, vagy más effektusoknak is. A kérdés eldöntéséhez további szűrővizsgálatok szükségesek. Nevezzük a továbbiakban ezt a szűrést — utalva arra, hogy elméletileg tetszőleges számban elvégezhető —

* Geofizikai Kutató Vállalat Budapest 1068., Gorkij fasor 42.

** Az 1981. március 26–27-én Visegrádon megrendezett Ifjúsági Napokon elhangzott első díjat nyert előadás,

multifilteres szűrésnek, megjegyezve, hogy kettőnél nagyobb számú ismétlésnek, mint a későbbiekben látni fogjuk, csak igen csekély a geofizikai jelentősége.

A szűrővizsgálatokat az úgynevezett w függvény segítségével végeztem, melynek a definíciója a következő:

$$r(x, y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_0^{+\infty} \sigma(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}) \cdot w[(x-\bar{x}), (y-\bar{y}) \bar{z}] d\bar{x} d\bar{y} d\bar{z} \quad (1)$$

ahol r az eredményül kapott szűrt érték, σ a sűrűségeloszlás. A konvolúció tételt és Fourier transzformációt alkalmazva, és ha σ egy adott z mélységre vonatkoztatott $\sigma'(x, y)$ sűrűségeloszlás, akkor:

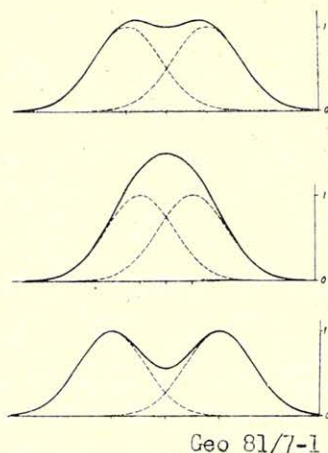
$$R(p, q) = \Sigma'(p, q) \cdot W(p, q) \xrightarrow{F^{-1}} r(x, y) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \sigma'(\bar{x}, \bar{y}) \cdot w[(x-\bar{x}), (y-\bar{y})] d\bar{x} d\bar{y} \quad (2)$$

ahol a megfelelő mennyiségek (1)-ben szereplők Fourier transzformált párjai. A térfrekvenciák tartományában $W(p, q)$ (egy másik definíciója egy z_0 mélységben)

$$W(p, q) = e^{2 \cdot \pi \cdot f \cdot z_0 \sqrt{p^2 + q^2}} T(p, q) \quad (3)$$

ahol f a gravitációs állandó, $T(p, q)$ a szűrő átviteli függvénye. A definíciókból látható, hogy a w és Fourier transzformáltja W magába foglalja a szűrő sajátságokat, s így természetesen különböző szűrőkhöz más-más függvények tartoznak. Egy szűrő w függvényének vizsgálatával valamennyi, a hatóra vonatkoztatott gravitációs sajátságát megismerhetjük. Ezzel részletesen [3] foglalkozik.

Tekintsünk egy matematikai jellegű modellt a felbontóképesség definíciójához. Legyen (2)-ben szereplő $\sigma(x, y)$ horizontális sűrűségeloszlás határesetre a Dirac- $\delta(x, y)$ pontszerű ható. Ebben az esetben a Dirac- δ kiválasztási tulajdonsága alapján (2)-ből $r(x, y) = w(x, y)$. Az 1. ábrán a két pontszerű ható w görbéje



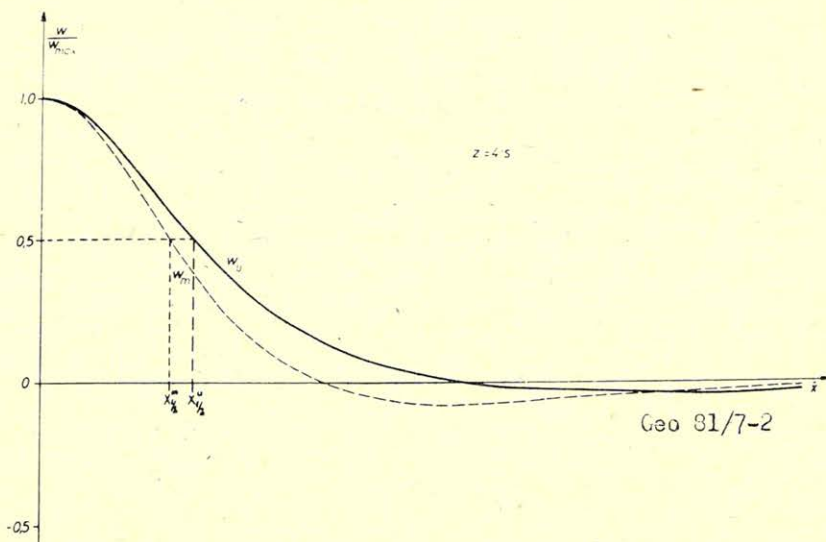
1. ábra. Szemléltető görbe a felbontóképesség definíciójához

Рис. 1. Теоретическая кривая разрешающей способности

Fig. 1. Resolving power theoretical curve

a szaggatott vonal. A középső részben látható, hogy ha a két pont távolsága kicsiny, összegzett hatásuk egy maximumként jelentkezik. Ha jelentősen megnöveljük a két pont távolságát, akkor az összeggörbén is két maximum látható.

Nyilvánvaló, hogy a határeset az, ha a két pont távolsága a hatás (w) görbék félérték szélessége. Definiálható az optikában használatos fogalom alapján a szűrések felbontóképessége (2. ábra). Ha az xz síkban a w értékeket a



2. ábra. Az egyszeres és a multifilteres szűrés w_{rel} görbéi a $z = 4s$ mélységszinten

Рис. 2. Кривые w_{rel} для простой мультифильтрации для уровня глубины $z = 4s$

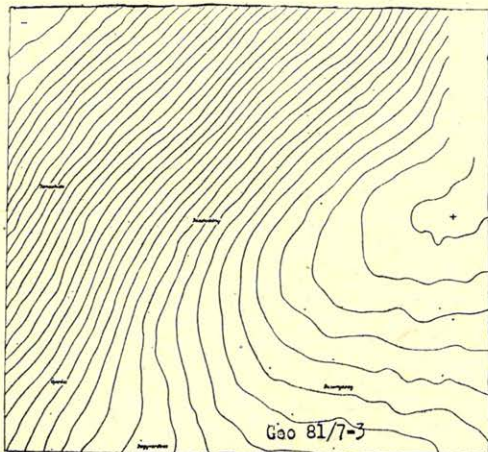
Fig. 2. w_{rel} curves for simple and multifiltering at $z = 4s$ dept level

maximális w értékre normáljuk, kapjuk w_{rel} görbéket. A folytonos görbe az egyszeres, a szaggatott a multifilteres szűrés w_{rel} görbéje. Az 1. ábrára utalva könnyen belátható, hogy csak azok a hatók jelentkeznek a szűrt térképen elkülönülve, amelyek a jelölt $x_{1/2}$ érték kétszeresénél nagyobb távolságra vannak. Ennek alapján a felbontóképesség:

$$d = \frac{1}{2x_{1/2}} \quad (4)$$

A (4) segítségével számszerűen is összehasonlítható különböző szűrők felbontóképessége. A felbontóképességet döntően a félérték szélesség határozza meg, de két másik tényező is befolyással van rá. Az egyik a kísérő negatív zóna w_{rel} nagysága. E zóna jelentkezése értelmezési problémákhoz vezet, de a szűrt térképet kontrasztosabbá teszi a multifilteres szűrés esetén, ami a 2. ábrán látható nagyobb abszolútértékű negatív w_{rel} értékeknek köszönhető. A másik felbontóképesség javító tényező az, hogy a multifilteres szűrés w_{rel} görbéje gyorsabban konvergál az x tengelyhez. Ez azt jelenti, hogy az egyszeres szűrés érzékenyebb a laterális inhomogenitásokra, ami a felbontóképesség romlásához vezet. Más-képpen fogalmazva a multifilteres szűrő w_{rel} görbéjének gyorsabb konvergen-

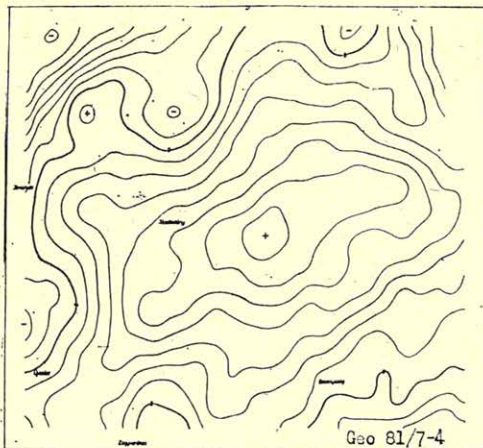
ciája azt jelenti, hogy a nagy gravitációs maximumok kevésbé nyomják el a tőlük kisebb távolságra levő gravitációs hatásokat a szűrt térképen. Bár e két utóbbi tényező is számszerűsíthető, a felbontóképességi vizsgálatokhoz elégséges a w_{rel} görbéket ábrázolni és vizuális összehasonlítást tenni. A (4) segítségével meghatározott érték csak egy jellemző elméleti d érték, aminek segítségével jó összehasonlításokat tehetünk a legkülönbözőbb gravitációs szűrők között, de valós földtani körülmények között a felbontóképesség értéke ettől el is térhet. Az eltérést, illetve a csökkenést a hatók változatos formája, szeszélyes térbeli elhelyezkedése és a sűrűségkontraszt csökkenése okozhatja. A multifilteres szűrés segítségével több magyarországi területen végzett értelmezés tapasztalatai viszont azt mutatják, hogy felbontóképesség még így is jelentősen jobb, mint az egyszeres szűrés esetén.



3. ábra. A jászládányi kutatási terület Bouguer képe

Рис. 3. Карта аномалий Буге для района Ясладань

Fig. 3. Jászládány exploration area Bouguer map

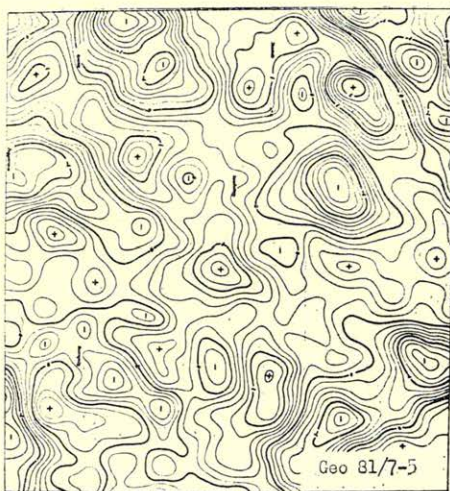


4. ábra. Az $m_1 = 9/1,6$ ($s = 500$ m) paraméterrel készített szűrt anomáliakép

Рис. 4. Профильтрованная карта аномалий с параметром $m_1 = 9/1,6$

Fig. 4. Filtered anomaly map with parameter $m_1 = 9/1,6$ ($s = 500$ m)

Példaképpen tekintsük a jászladányi kutatási terület Bouguer képét (3. ábra). Ennek $m_1 = 9/1,6$ ($s = 500$ m) sáv paraméterű egyszeres szűréssel transzformált térképe a 4. ábrán látható. A szűrés a regionális hatást viszonylag jól eltávolította, de az izovonalak negatív görbületei, a maximum elnyúlt alakja, a két oldali eltérő gradiens értékek összetett anomáliára utalnak, melynek felbontásához nem volt elegendő az egyszeres szűrés felbontóképessége. A megismételt $m_2 = 2$ ($s = 500$ m) paraméterű szűrés nyomán készített térképre tekintve (5. ábra) látható, hogy az előbbi maximum három kisebb rész-maximumra bomlott, sőt az $\acute{E}Ny$ -i részen is jelentkezik egy maximum. A multifilteres szűréssel készült térképen szembetűnnek a jelentős negatív anomália zónák, de ha visszagondolunk a transzformáció w_{rel} görbéjére kimondhatjuk, hogy ezek létrejötte a szűrés tulajdonságaiból következik. Az egyszeres szűréssel készült térképen jól felismerhetők az $\acute{E}K - DNy$ -i csapású szerkezeti irányok. A szeizmikus tervezést megfelelően segítő szerkezeti kép meghatározásához azonban nem elég csak a nagyszerkezet felderítése. Az 5. ábrán a fiatalabb tektonikai mozgások által kialakított szerkezetek is nagy biztonsággal felis-



5. ábra. Az $m_1 = 9/1,6$ ($s = 500$ m) és az $m_2 = 2$ ($s = 500$ m) paraméterekkel készített szűrt anomáliakép

Рис. 5. Карта аномалий с мультифильтрацией, с параметрами $m_1 = 9/1,6$ ($s = 500$ m) $m_2 = 2$ ($s = 500$ m)

Fig. 5. Multifiltered anomaly map with parameters $m_1 = 9/1,6$ ($s = 500$ m) $m_2 = 2$ ($s = 500$ m)

merhetők. Igen markánsan jelentkeznek az $\acute{E} - D$ -i csapású szerkezeti vonalak is. A felbontóképesség javulása, a jobb regionál eltávolítás és a meredekebb vágás következtében lényegesen részletesebb tektonikai információkhoz jutotunk. Ebből következően a multifilteres szűrés segítségével a medencealjzat lefutásáról alkotott képünk lényegesen közelebb áll a valósághoz. Sőt, ha a fedő öszlet gravitációs szempontból homogénnek tekinthető, a multifilteres szűréssel nyert térkép nagy hasonlóságot mutat a medencealjzat domborzatával. Itt sem szabad az értelmezés során elfeledkeznünk a térkép transzformáció tulajdon-

ságából következő „fiktív” negatív árnyékszínéről. Az esetleges fedő összletben jelentkező közbetelepülések is elkülöníthetők, főként azzal, hogy nagyobb gradienssel jelentkező maximumokat adnak a szűrt térképeken. Mindezek ismerete különös jelentőséggel bír a kőolajkutatás szempontjából.

Összefoglalásul megállapítható, hogy a $w(x, y)$ görbék vizsgálatának segítségével a multifilteres szűréssel készült térképek értelmezése során nyert tapasztalatokkal teljesen egybehangzó következtetések vonhatók le. A w függvényvel definiált felbontóképesség segítségével új tulajdonság alapján tehetünk összehasonlításokat különböző gravitációs szűrők között.

Ez úton szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik nélkülözhetetlen segítségükkel lehetővé tették e cikk megjelenését.

IRODALOM

- [1] Kovács F.: Meredekvágású szűrés alkalmazása „finomabb” szerkezeti részek indikálására. Kézirat, Geofizikai Kutató Vállalat
- [2] Kovács F., Szanyó B.: Nagyszerkezeti változások indikálása reziduál szűrésekkel és „finomabb” földtani szerkezetek kimutatása a gravitációs tér adatok többszörös szűréseivel. Magyar Geofizika XX. évf. 1. sz.
- [3] Steiner F., Zilahy Sebess L.: Gravitációs súlyfüggvények vizsgálata. Magyar Geofizika XVIII. évf. 1. sz.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>А. Мешко:</i> Ограничения метода ОГТ Часть I.	161
<i>Й. Папаи:</i> Термокартаж нефтянах и газовых скважин, эксплуатируемых в течение продолжительного времени	187
<i>Ш. Тот:</i> Разрешающая способности мультифильтрации гравиметрических данных	196
Новости.....	186

CONTENTS

<i>A. Mesko:</i> The efficiency of the common reference point method, Part I.	161
<i>J. Papay:</i> Thermo-logging of long time operating hydrocarbon production wells	187
<i>S. Tóth:</i> Resolving power of multifiltering of gravity data	196
News	186

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Zelei András

A szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9-11. Telefon: 429-350. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

81.866. Állami Nyomda, Budapest.

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507