Délnyugat-Magyarország mélyföldtani szerkezete a szűrt gravitációs adatok tükrében

POGÁCSÁS GYÖRGY

Bevezetés

A gravitációs anomáliatér és a földtani felépítés kapcsolata elvi lehetőséget ad a gravitációs mérésekkel történő szerkezetkutatásra, de gravitációs inverz probléma megoldásának elvi határozatlansága miatt általában kerülő utak keresésére kényszerülünk.

A sokfajta eljárás közül a szénhidrogénkutatásban a mérésadatok térfrekvenciás szűrésével szétválasztott anomáliaterek vizsgálata jut mind nagyobb szerephez. Alkalmasan megválasztott szűrőparaméterek mellett a kapott anomáliatér tengerszintre számolt relatív értékeiből szerkesztett izovonalak helyzete figyelemreméltó kapcsolatot mutathat a nagyobb sűrűségugrásokkal jelentkező diszkordanciafelületek térbeli helyzetével.

A dolgozat a mélyszerkezeti képet alapvetően meghatározó diszkordanciafelületek morfológiai képe és a szűrt gravitációs anomáliakép közti korreláció vizsgálatáról számol be. Áttekinti az anomáliaképben is feltehetően tükröződő geológiai viszonyokat. Beszámol a korrelációs vizsgálatok céljaira szerkesztett kainozoós medencealjzat és pannon fekü térkép, valamint a szűrt gravitációs kép előállításáról. Ismerteti az izovonalak irányainak, horizontális gradienseinek és az egyes részterületeken az izovonalak összességéből kialakuló reliefek korrelációs vizsgálatainak eredményeit és az ezekből levont következtetéseket.

Связь гравитационного аномального поля и геологического строения даёт теоретическую возможность разведки глубокозалегающих структур гравитационными измерениями, но теоретическая неопределенность решения инверзной гравитационной проблемы обычно принуждает к поиску окружных путей.

Среди многочисленных методов в разведке углеводородов все большее значение приобретает исследование аномальных полей, разделенных фильтрацией частоты поля. На ряду с правильно выбранными Фильтрационными параметрами заслуживат внимание связь положением изолинии, между построенных по относительным велучнам полученного аномальногот поля, пересчитанного на уровень моря, α пространственным положением поверхностей дускорданции, прояляющейся большими скачками плотностей.

Работа останавливается на исследовании корреляци морфологической картины поверхностей дискорданции и картины отфильтрованной гравитационной аномалии, определяющей в основном картину глубинной структуры. Рассматривает геологические условия, очевидно отражающиеся в картине аномалий. Описывает составление карты кайнозойского дна бассейна и паннонской подошвы, а также о получении отфильтрованной гравитационной картины, используемых для корреляционных исследований. Описывает результаты корреляционных исследований рельефов, получающихся из сведения направлений изолиний, горизонтальных градиентов и изолинниий отдельных частей площади, а также вытекающие из этого выводы.

A gravitációs anomáliatér és a földtani felépítés Eötvös Loránd torziós ingás méréseivel kimutatott kapcsolata elvi lehetőséget ad a gravitációs mérésekkel történő szerkezetkutatásra.

A gravitációs inverz probléma megoldásának elvi határozatlansága évtizedek óta kerülő utak keresésére kényszeríti a kutatókat. A sokfajta eljárás közül a szénhidrogénkutatásban a mérésadatok térfrekvenciák szerinti szűrésével kapott anomáliatér jut mind nagyobb jelentőséghez.

Az anomáliatér földfelszínre számolt relatív értékeiből térképet szerkesztve, az izovonalak helyzete figyelemreméltó kapcsolatot mutathat a nagyobb sűrűségugrásokkal jelentkező diszkordancia felületek térbeli helyzetével. A szénhidrogének migrációja és csapdázódása jórészt e felületek mor-

fológiájához kapcsolódik, ezért azt várjuk, hogy alkalmasan megválasztott térhullám-hossz tartományban a szűrt gravitációs kép és a szénhidrogén tárolásra alkalmas földtani alakzatok morfológiai képe között kapcsolat lesz. E kapcsolat jellemzőinek megismerése nagymértékben befolyásolhatja a további kutatások eredményességét.

A földtani modell alapján kiválasztott, a szerkezeti viszonyokat legjobban tükröző diszkordancia felületekről térképeket szerkesztettünk. A szűrt gravitációs adatrendszer az áteresztett sávba eső laterális földtani változások hatását is tartalmazza. Első megközelítésben feltételeztük a geometriai hatások dominanciáját és figyelmünket a mélységtérképek és a szűrt gravitációs tér morfológiájának összehasonlítására fordítottuk. Jelen dolgozatban a mélyszerkezeti térképek előállításáról, valamint Kloska Károllyal közösen végzett összehasonlító vizsgálataink előkészítéséről, lefolytatásáról és eredményeiről számolok be.

Regionális mélyföldtani modell

Délnyugat-Magyarország medencealjzatára vonatkozóan a mélyfúrások és a környező hegységek szerkezete alapján különböző: öves, takarós, vagy pikkelyes felépítést valószínűsíthetünk.

A térség földtani fejlődésének jelenlegi stádiumát az jellemzi, hogy viszonylag szűk, 3–6 kilométer mélységű süllyedékek váltakoznak relatíve magas helyzetű hátságokkal.

A kéreg mélyebb részeit jellemző inhomogenitások kapcsán az anomáliatérben megjelenő alacsony frekvenciás komponensek nagy részét az alkalmazott szűrési mód eltávolította.

A felső kéreg képződményei négy szerkezeti emelethez tartoznak.

a) Felső permnél idősebb képződmények
Prekambriumi (bajkáli) mezo- és katametamorfitok alkotják a medencealjzatot a Dráva-medence nyugati és déli részén. Ó-paleozoós varisztid epimetamorfitok találhatók a Zala-medence déli részén. Az újpaleozoikum során a metamorf kőzetek közé gránit, granodiorit és kvarcdiorit intrúziók nyomultak. A Dráva-medence keleti részén karbon korú anchimetamorf homokkövek és agyagpalák alkotják az aljzatot.

b) Felső perm – alsó kréta üledékciklus során képződött nagy vastagságú, utalkodóan karbonátos, alárendelten törmelékes képződményeket tártak fel a Zala-medencében és a Dráva-medence északi részén.

c) Felső kréta-paleogén ciklus üledékei csupán lokális elterjedésben ismertek.

A felsorolt képződmények jelenlegi szerkezeti helyzete az ó- és mezoalpi tektonociklusok során alakult ki. E képződmények három egységhez tartoznak, a szerkezeti öveket szerkezeti vonalak választják el egymástól. Északon helyezkednek el a Magyar Középhegységi vályút kitöltő paleomezozoós kőzetek. A Tethys bezáródása során ezek az üledékek rátolódtak a Tethys óceáni kérgét képviselő Penninikumra. A középhegységi üledékgyűjtőt kitöltő képződményeket a Balaton–Darno vonal választja el az Igal–Bükki vályú üledékeitől (Wein, 1969). E szerkezeti vonal mentén

pikkelyes feltolódásokkal, átbuktatott redőkkel, esetleg kisebb takarók létrejöttével számolhatunk.

Az Igal – Bükki zónához tartozó képződményeket a Zágráb – Kulcs vonal választja el az Alpok helvétikumával rokonított déli szerkezeti egységtől. Az eocén végén a terület kiemelkedett és az idősebb képződmények részben erodálódtak. A miocénben meginduló transzgresszió képződményei már új fejlődési ciklushoz tartoznak.

Az ismertetett fejlődéstörténet alapján feltételezhető, hogy a hosszú eróziós időszakhoz regionálisan jelentkező diszkordancia felület kapcsolódik. A diszkordancia felület elválasztja a paleogén és az annál idősebb képződményeket a rájuk települő harmadidőszaki üledékektől. A medencealjzat felszíne olyan felület, amely jelentős sűrűség-különbséggel (0,3 – 0,5 g/cm^3) rendelkező képződményeket választ el egymástól.

d) A neogén üledékciklus képződményei

A neogén üledékképződés az idősebb regionális szerkezeti vonalak által határolt süllyedékek területén kezdődött. Az üledékciklus szerkezeti mozgásokkal elválasztott alciklusokra osztható:

1. helvét-alsó torton (Kárpáti);
2. torton szarmata (Bádeni-szarmata);
3. Pliocén-pleisztocén-holocén

A szarmata és a rátelepülő pliocén képződmények között a mélyterületeken folyamatos üledékképződés tételezhető fel. Másutt a pannon alapkonglomerátum réteg közbeiktatódásával transzgressziósan települ az idősebb rétegekre. A pannon képződmények talpán eróziós diszkordancia felület húzódik. Ez a felület a folyamatos üledékképződéssel jellemezhető területeket kivéve, mind mélyfúrások, mind felszíni geofizikai mérések alapján jól azonosítható és térképezhető. E felülethez ott járul nagy sűrűségugrás, ahol a pliocén képződmények közvetlenül a paleozoós-mezozoós-paleogén medencealjzatra települnek.

A terület földtani felépítését és fejlődéstörténetét figyelembevéve összehasonlító vizsgálatainkhoz, két diszkordancia felületet választottunk ki; a harmadidőszaki üledékek medencealjzatának felszínét és a pannóniai képződmények bázisfelületét.

A diszkordancia felületek térképének megszerkesztése

A DNy-Dunántúlon fedezték fel a század első harmadában az ország első CH-telepeit. Azóta e területen elsősorban szénhidrogénkutatási céllal több ezer mélyfúrás mélyült. Túlnyomó többségük az antiklinálisok tetőzónájára koncentrálódott és a szénhidrogéntárolás szempontjából perspektivikus rétegcsoport feküjét elérve megállt. A mélyterületekre ennél nagyságrendekkel kevesebb jut, sőt az ultramély zónákban még nem sikerült elérni a medencealjzatot.

Csupán mélyfúrási adatok alapján tehát nem lehet részletes és nagypontosságú mélyszerkezeti térképeket szerkeszteni, ezért felhasználtuk a szeizmikus és tellurikus eredményeket is.

Az ötvenes és hatvanas években bemért refrakciós profilok és fotoregisztrálású reflexiós mérések kiértékelése során az általunk térképezni kívánt szintekről általában nem készült mélységtérkép. A magasabb helyzetű területeken végigkorrelált időhorizontok egy részéről viszont már feltételezhető

volt, hogy az általam vizsgált felületek közelében elhelyezkedő szeizmikus szintek valamelyikével azonosíthatók.

A mélyszerkezeti térképek megszerkesztésénél elsősorban a hatvanas években elkezdett analóg és hetvenes évek elején általánossá vált digitális reflexiós mérések eredményeire támaszkodtunk.

A CH-kutató szeizmikus mérések végtermékét jelentő 25 000-es és 50 000-es méretarányú időtérképeket lekicsinyítettük és vonalas elemeiket generalizáltuk. A szeizmikus szelvények időadatai és a mélységadatok között kapcsolatteremtő sebességfüggvényeket mélyfúrásokban végzett szeizmokarotázs mérések és szonikus szelvényezések eredményeiből határoztuk meg. Egyes részterületeken magunk hajtottuk végre az időtérképek mélységtranszformációt, illetve a területre vonatkozó újabb sebességadatok alapján helyesbítettük a régebben transzformált térképeket. Néhány részterületen a nagy mélységek és a rossz szeizmogeológiai adottságok miatt mélyebb szintekről az ipari feldolgozás során nem lehetett térképeket szerkeszteni. E területeken újraértelmeztük a töredékes mélyreflexiókat és ezek alapján szerkesztettük meg (100 000-es léptékben) a diszkordancia felületek szintvonalait.

Ahol nem állt rendelkezésre szeizmikus anyag, vagy az nagyon rossz minőségű volt, figyelembe vettük a tellurikus és magnetotellurikus adatokat is. Nehézségek adódtak a különböző elszigetelt részmedencék reflexiós horizontjairól készített térképek összeszerkesztésénél. Sok esetben csak földtani meggondolások alapján tudtuk illesztésüket megoldani. A méretarány növelésének a rendelkezésre álló információsűrűség és az alapadatok megbízhatósága szab határt. Vizsgálatainkhoz több ezer kilométer szeizmikus profil és hasonló számú mélyfúrás adatainak felhasználásával 100 000-es léptékben szerkesztettünk mélységtérképeket.

A szerkesztési munkák során megvizsgáltuk a fellépő hibaforrásokat és a hibahalmozódási lehetőségeket. Az anomáliák, korrelációit vizsgáltuk, ezért a valószínű hibaintervallumnál kisebb anomáliákat nem vettük figyelembe. A mélységtérképek esetében az elvileg elérhető maximális pontosságot, a felhasznált mélyfúrási adatok, valamint a mélység- és a reflexiós időadatok közt kapcsolatot teremtő sebességfüggvények megbízhatósága szabta meg.

A szűrt gravitációs kép előállítása

A graviméteres méréseket részben szabályos hálózatban, részben utak mentén végezték $\pm 0{,}05$ mgal átlagos pontossággal. Ez utóbbi esetben a mérések csak az úthálózat mentén állítják elő a gravitációs teret a mintavételi távolságnak megfelelő spektrumszélességig. A mérésadatokat számítógépen dolgozták fel. A szabályos hálózatban mért adatok erre közvetlenül alkalmasak voltak. Az utak mentén végzett mérések adataiból a térfüggvényt izovonalaival állították elő. Az izovonalakkal adott térfüggvényt interpolálták és az 1 km-es távolságban fekvő rácspontokban interpolált értékeket vitték számítógépre. Az 1 km-es mintavételi távolság a mintavételi törvény értelmében a 2 km-nél nagyobb hullámhosszúsággal jelentkező, mérésekkel alátámasztott jeleket már egyértelműen leképezi.

A Bouguer anomália adatok szűrésére (lineáris átalakítására) használt átviteli függvény irányfüggetlen átvitelt biztosított. A szűrt gravitációs képben tehát nem jöhettek létre az alkalmazott rácshálózat irányításával kitüntetett irányok. A rövid súlyfüggvény következtében a bemenő adatrendszer nem szenvedett túl nagy méretcsökkenést.

Az átviteli függvény (amplitúdó-karakterisztika) 0 és 1 között sima változása a kvatitatív értelmezést segítette elő. A szűrőprogram a Bouguer anomália teret reziduális és regionális anomáliákra választotta szét. A reziduális anomáliatér adataiból TIOPS számítógépekhez csatlakozó TNR plotter rajzolt izovonalas képet.

A mélyszerkezeti térképek és a reziduál kép morfológiai elemeinek összehasonlító vizsgálata

Szűrt gravitációs térképünk 0,1 mgal értékközzel szerkesztett anomália kép. Mélyszerkezeti térképeinket a tengerszinthez viszonyítva, 100 méteres szintvonalsűrűséggel rajzoltuk meg. Egyes közel szintes területrészeken a jobb térhatás érdekében az 50 m-es szintvonalakat is megszerkesztettük. (A közölt ábrákon 250 méterenként húztuk ki a szintvonalakat). 100 000-es léptékű térképeinket fóliára másoltuk, majd morfológiai elemeiket átvilágító asztalon vetettük össze a szűrt gravitációs anomália kép morfológiájával. Vizsgáltuk az izovonalak irányának, horinontális gradienseinek, valamint az egyes részterületeken az izovonalak összességéből kialakuló relief hasonlóságát. Az egyezés fokát 1 és 5 közötti értékekkel, ún. hasonlósági indexekkel jellemeztük. Egyes értéket adtunk a hasonlóság teljes hiányára, 5-ös értéket a rendkívül jó egyezésre. A hasonlósági indexeket a vizsgált lokális területek szerint táblázatba rendszerezve mellékeljük. A területi felbontás mértékét térképeink információ tartalma alapján határoztuk meg. A lehető legkisebb számú részterület elkülönítésére törekedtünk, de minden olyan körzetet szétbontottunk, ahol együttesen fordultak elő igen rosszul és igen jól korreláló részterületek. Az elkülönített területrészeket helységnevekkel azonosítottuk. Kategorizáltuk az egyes térképrészek megbízhatóságát. A gravitációs térképen 5-ös minősítést a szabályos hálózatban telepített mérések alapján szerkesztett térképrészek, 3-ast pedig az utak menti mérésekből szerkesztett részek kaptak. A mélyszerkezeti térképeken ötösnek minősítettük a térképezett szintet elérő nagyobb számú mélyfúrás alapján szerkesztett területrészeket, hármast, négyest a különböző sűrűségű és minőségű szeizmikus mérésekkel felmért zónák, egyes-kettest pedig a tellurikus és magnetotellurikus mérések alapján megszerkesztett térképrészek kaptak.

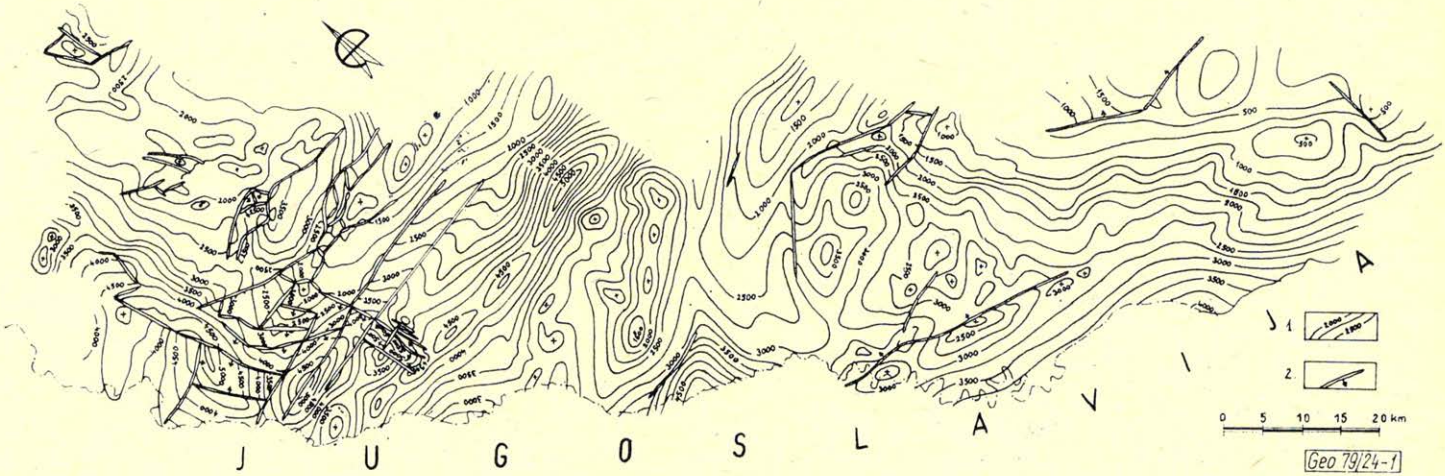
A mélyszerkezeti térképeken kijelölhető tektonikai elemek jelentkezését megvizsgáltuk a gravitációs térképeken.

A mélyszerkezeti és gravitációs kép élességét a térképezett, sűrűségugrással jelentkező felületek átlagmélysége is befolyásolja, ezért a vizsgálatok során elkülönített részterületek átlagmélységét táblázatunkban is feltüntettük *(3. ábra)*.

Megállapítások

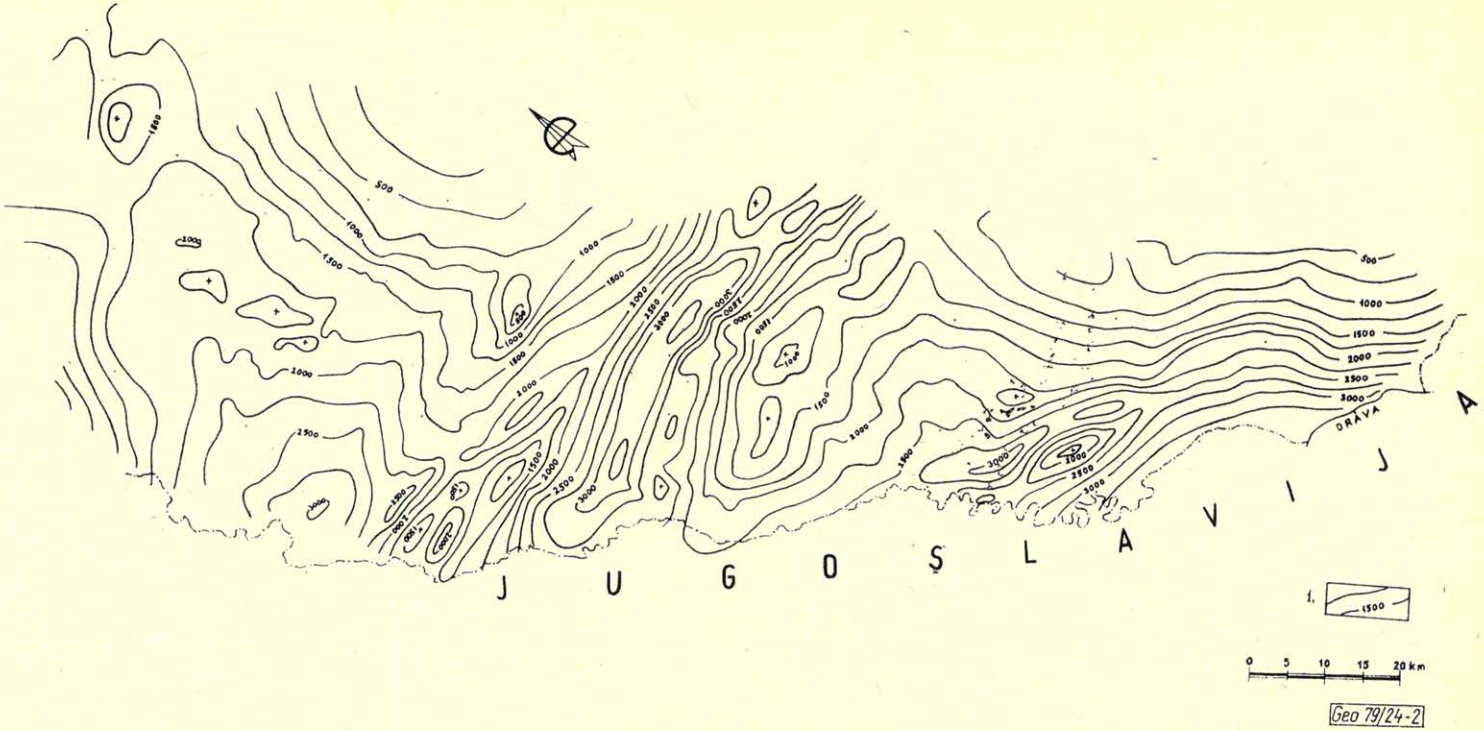
Munkánk során független adatrendszerekből, eltérő módszerekkel megszerkesztett izovonalas térképek és a szűrt gravitációs kép morfológiai elemei közti hasonlóságot vizsgáltuk. A hasonlósági értékek elemzéséből megállapítható, hogy a szűrt gravitációs anomáliakép és a medencealjzat térképének morfológiája között jobb az egyezés, mint az anomáliakép és a pannon fekü térképe között.

Az összehasonlított jellemzőket (horizontális gradiens, izovonalak iránya, relief) külön-külön vizsgálva is erősebb a medencealjzat jellemzőinek hasonlósága.



1. ábra. A Kainozoós üledékek medencealjzatának szintvonalas térképe (szerk. Pogácsás György)
1. mélységértékek a tengerszinttől számítva, *2.* törésvonal

Рис. 1. Структурная карта дна бассейна кайнозойских осадков (составил Дёрдь Погачаш)
1. величины глубин отсчитаны отуровен моря, *2.* линии разломов



2. ábra. A pannóniai üledékek medencealjzatának szintvonalas térképe (szerk. Pogácsás György)
1. mélységértékek a tengerszinttől számítva

Рис. 2. Структурная карта дна бассейна паннонских осадков (составил Дёрдь Погачаш)
1. величины глубин отсчитаны от уровень моря

	Körzet név	Megbízhatósági minősítés			Hasonlósági indexek I és II. között			Hasonlósági indexek I és III. között			Átlagmélység (m)	
		Szűrt gravitációs térkép I.	Kainozós medencealjzat térképe II.	Pannon üledékek medencealjzatának térképe III.	Horizontális gradiens	Izovonalak iránya	Relief	Horizontális gradiens	Izovonalak iránya	Relief	Kainozos medencealjzat II.	Pannon üledékek medencealjzata III.
1	Viszák	5	3	3	5	5	5	3	4	1	3000	1700
2	Csesztreg	5	3	5	5	5	4	2	2	1	3600	2400
3	Lenti	1	1	2	3	2	1	4	4	4	4500	3000
4	Gersekarát Nádasd	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2300	1900
5	Salomvár Ny	5	4	5	5	5	4	3	4	4	2600	2000
6	Salomvár K	4	4	4	3	4	2	2	2	2	2200	2000
7	Barábásszeg Szilvágy	5	5	5	5	5	3	3	3	4	2500	1900
8	Nagylengyel	4	5	5	4	4	4	1	3	3	2000	1700
9	Bak Nova	4	4	3	4	4	4	1	3	3	3400	1600
10	Ortaháza	5	3	5	5	5	4	4	4	4	2600	1800
11	Hahót Kilimán	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1000	800
12	Lovászi	3	2	5	4	5	1	5	5	5	4800	1500
13	Újfalu	3	4	5	4	4	5	4	5	4	3500	1500
14	Pusztamagyaród	5	3	5	4	3	2	4	4	3	2800	1600
15	Budafa	5	3	5	4	4	4	4	4	4	4800	1400
16	Oltárc	5	4	5	4	4	4	3	4	3	3500	1800
17	Letenye	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3700	2800
18	Bajcsa Semjénháza	3	4	5	4	4	4	4	3	2	3600	2800
19	Nagykanizsa	4	4	2	5	5	4	3	4	2	4500	3500
20	Belezna Zákány	3	3	5	3	3	2	3	2	2	3000	2200
21	Nagybakónak Sávoly	5	5	4	3	4	4	2	3	1	2500	1900
22	Zalaszentjakab	5	3	3	2	4	3	3	4	2	4600	3600
23	Nagyrécse Bagolasánc	5	4	4	3	4	4	3	4	3	3000	2800
24	Inke É	5	4	5	3	2	2	3	3	1	2600	1800
25	Inke Iharosberény	4	3	5	5	5	5	3	3	3	1800	1300
26	Csurgó	3	2	3	3	2	3	4	2	1	3000	1900
27	Szenta Bolhás	3	2	4	2	2	3	4	3	2	2500	2000
28	Nagyatád Tarany	3	3	5	2	1	2	3	2	1	3600	2300
29	Nagykopárd	3	4	4	2	1	3	3	3	1	2300	1600
30	Vízvár	3	5	5	5	5	5	4	4	4	2400	2200
31	Somogyudvarhely	3	3	3	3	1	2	4	4	2	3000	2600
32	Görgeteg	3	3	5	3	4	5	2	3	3	2500	1900
33	Babócsa	3	3	5	4	5	5	5	5	5	2300	2200
34	Homokszentgyörgy	3	3	3	4	3	2	3	3	4	2300	2100
35	Darány	3	3	2	4	4	3	3	1	1	2700	2600
36	Szigetvár	3	3	3	2	3	2	3	3	1	1000	700
37	Sellye	3	4	3	2	3	2	4	3	2	2500	1700

Geo 70/74-3

3. ábra. Morfológiai elemek hasonlósági indexeinek összesítő táblázata

Рис. 3. Таблица суммирующая индексы сходства морфологических элементов

Mind a két térkép esetében legerősebb az egyezés az izovonalak irányát illetően, kevésbé jó a horizontális gradienseknél, leggyengébb a reliefeknél. Érdekes módon a hasonlóság erőssége nem függ szorosan össze a vizsgált körzetek átlagmélységével. Pozitív és negatív irányban egyaránt tapasztalhatunk eltéréseket.

A medencealjzatot jóval nagyobb sűrűségugrás jellemzi, ez dominál a szűrt gravitációs képben. Morfológiájának hasonlósága a megszerkesztését kísérő nagyobb bizonytalanság ellenére is jobb, mint a pannon feküé. Az utóbbi térképe elvileg pontosabb, de a felület mentén fellépő sűrűségugrás kisebb. Térképeink a szerkesztésük idején legvalószínűbb mélyszerkezeti helyzetet ábrázolják, újabb mérések és fúrások kapcsán a kép finomodhat, sőt egyes helyeken (különösen a mélyzónákban) jelentős mértékben változhat. Szabályos hálózatban végzett részletező graviméteres mérések után az anomáliatérben hasonló változások várhatók.

Következtetések

Feltételezhető, hogy az alacsony hasonlósági értékekkel jellemzett területeken:

- az ott feltételezett mélyszerkezeti kép és a tényleges földtani felépítés között kisebb-nagyobb ellentmondás van,
- ezekben a zónákban más (optimálisan megválasztott paraméterekkel) kell a szűrést elvégezni, illetve újabb graviméteres mérésekre van szükség.

Számolnunk kell azzal, hogy a medencealjzatot különböző földtani kifejlődésű (eltérő sűrűségű) képződménycsoportok alkotják. A geológiai változások térfrekvenciája nagy valószínűséggel beleesik a szűrésnél átengedett frekvencia sávba. A regionális diszkordancia felületek főbb geometriai és morfológiai jellemzőinek *(1. és 2. ábra)* ismeretében optimálisabb (és területenként valószínűleg eltérő) szűrőparaméterek tervezhetők. Az így feldolgozott adatokból előállított szűrt gravitációs képen meg fogjuk vizsgálni az egyes eltérő földtani kifejlődésű képződménycsoportok és az azokat elválasztó tektonikai elemek azonosíthatóságát.

IRODALOM

Dank, V.—Bodzai, I.: A magyarországi potenciális szénhidrogén készletek földfejlődés történeti háttere. MTA 10. osztályának közleményei 2—4. 1971.

Kovács, F.—Meskó, A.: Kétváltozós digitális szűrés gyakorlati alkalmazása Bouguer anomáliatérképek átalakításában. Magyar Geofizika, XII. évf. 1. szám.

Wein, Gy.: Tectonic Rewiew of Neogéne Covered Areas in Hungary. Acta Geol. Ac. Sc. Hung. T. 13. 1969.