

A Békési medence gravitációs és földmágneses anomáliáinak értelmezése az újabb ismeretek tükrében¹

KOVÁCSVÖLGYI SÁNDOR²

A Békési medence szeizmikus és magnetotellurikus adatok alapján legmélyebb területe gravitációs és földmágneses maximum. A medenceüledékek gravitációs hatását figyelembe véve a gravitációs maximum még intenzívebb. A litoszférát teljes vastagságában felderítő PGT-1 reflexió szelvény által kimutatott alsó kéreg és köpeny kiemelkedés, amely helyileg egyezik a legmélyebb medenceterülettel, a modellszámítások alapján a gravitációs anomália hatójának tekinthető. A mágneses anomália valószínű hatója az alsó kéreg azon része, amely a magnetit Curie-pontjának megfelelő hőmérsékletű szintnél (15 km) kiemeltebb helyzetben van.

S. KOVÁCSVÖLGYI: Interpretation of Gravity and Magnetic Anomalies in the Békés Basin in the Light of Recent Data

In the part of the Békés Basin which is the deepest according to seismic and magnetotelluric data a gravity and magnetic high can be found. Considering the gravity effect of the basin sediments the gravity high is even more intensive. The elevation of the lower crust and mantle detected by the reflection profile PGT-1 which investigated the whole of the lithosphere coincides with the deepest part of the basin, it can be considered the source of the gravity anomaly relying on model calculations. The plausible source of magnetic anomaly is that part of the lower crust which lies above the temperature level corresponding to the Curie point of magnetite.

Bevezetés

A Békési medence gravitációs anomáliáit már az 1940-es Eötvös-inga mérések kimutatták [FEKETE 1941], a hatvanas évek elejére pedig a gravitációs és mágneses anomáliák ismertsége gyakorlatilag elérte a mai szintet. Értelmezésükre az eltelt évtizedek folyamán számos elképzelés született. Ennek oka a gravitációs anomáliáknak a területen tapasztalt, a kismélységű medenceterületeken megszokottól eltérő viselkedése. DANK 1968-as térképe [DANK et al. 1968] például a Békési medence területére még 3500 méter körüli aljzatmélységet jelzett. A későbbi szeizmikus és geoelektromos kutatások [GROW et al. 1989, NEMESI 1972] eredményei azonban bebizonyították, hogy az aljzat ennél lényegesen mélyebben van, és éppen a legmélyebb medenceterületek esnek egybe a gravitációs maximummal.

A Kárpát-medence más vizsgált mélyebb részmedencéiben (pl. a Kisalföldön) tapasztaltuk, hogy a mély medencék ugyan gravitációs minimumok, de a Bouguer-anomáliák és a medence mélysége közötti összefüggés megszűnik, a minimumok lényegesen kisebbek annál, ami a medencék más adatokból ismert mélysége alapján várható lenne. Ezt önmagában még azzal is lehetne magyarázni, hogy a mély medencék alsó szintjein települő képződmények sűrűsége a felettük elhelyezkedő köztömegek nyomása miatt már nem különbözik az aljzatképződményekétől, de éppen a Békési medencében kimutatott

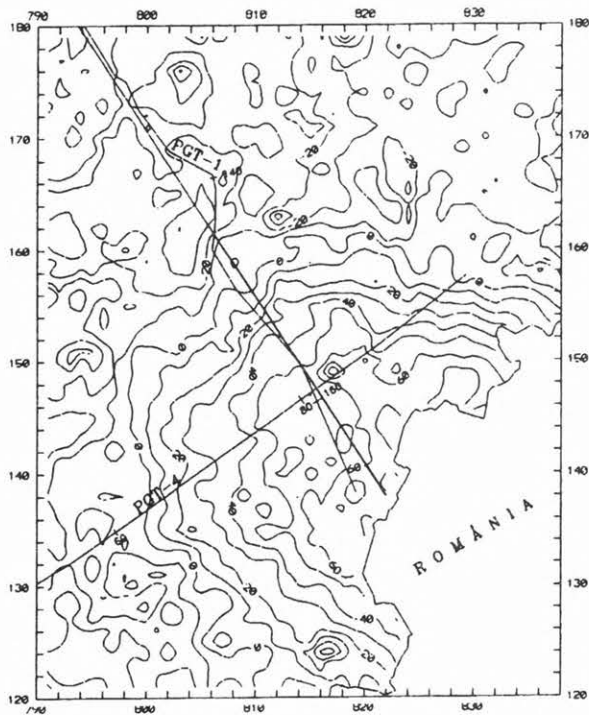
gravitációs maximum semmiképpen sem indokolható ezzel a feltevéssel.

Kézenfekvőnek tűnik, hogy a mély medencékben tapasztalható szokatlan gravitációs anomáliák összefüggnek a medencék keletkezésével, illetve a medence keletkezéshez vezető kéreg-köpeny szerkezeti változásokkal. MCKENZIE [1978] szerint a medenceképződés termális fázisában a felemelkedett kéreg-köpeny anyag lehül és összehúzódik. Az összehúzó-dás következtében a hűlő anyag feletti tömegek megsüllyednek, és tovább mélyül a medence. A környezetéhez képest még mindig kiemelt helyzetben lévő nagy sűrűségű köpeny és alsó kéreg képződmények gravitációs hatása a felszínen csökkenti a medenceüledékek kisebb sűrűsége következtében keletkezett minimumot (Kisalföld), vagy ha hatásuk meghaladja az üledékhatást, gravitációs maximum is kialakulhat a mély medence felett (Békési medence). A kontinentális átlagnak megfelelő kéreg- és litoszféra vastagság 10^7 – 10^8 év alatt alakul ki.

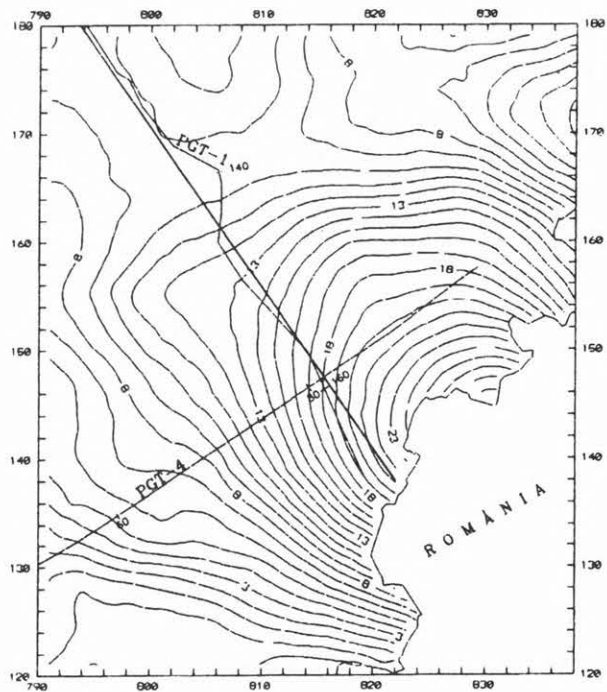
A Békési medence gravitációs értelmezését bonyolítja, hogy a gravitációs maximummal nagyjából egyező, bár valamivel kisebb területen pozitív mágneses anomália is található (1. ábra). Az anomália kis gradiensű lefutása nagy mélységű hatót sejtet. Analógiák alapján nagy sűrűségű, nagy szuszceptibilitású vulkáni képződmények jelenlétét tételezhetnénk fel akár a medenceképződmények közé települve, akár az alaphegységi képződmények között, amelyek a gravitációs és mágneses anomáliát egyszerre okozhatják. Ennek azonban ma már ellentmondanak a szeizmikus adatok [KÓKAI, POGÁCSÁS 1991], amelyek legfeljebb olyan kis területen utalnak vulkáni működésre, amely a tapasztalt anomáliák regionális méreteit nem indokolja. Egyébként tisztán gravitációs megfontolások alapján is kérdéses, hogy több kilométer mélységben települő vulkáni képződ-

¹ Beérkezett: 1994. március 28-án

² Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.



1. ábra. A Békési medence földmágneses ΔZ anomáliatérképe
Fig. 1. Ground magnetic ΔZ anomaly map of the Békés Basin



2. ábra. A Békési medence Bouguer-anomália térképe. A PGT-1 szelvény mellett vastag vonallal feltüntetjük a gravitációs és mágneses hatószámítások szelvényét

Fig. 2. Bouguer anomaly map of the Békés Basin (in addition to the profile PGT-1 the line of gravity and magnetic modelling is also marked with a heavy line)

mények rendelkezhetnek-e környezetükhöz képest a Bouguer-anomáliák alapján feltételezhető sűrűségkülönbséggel.

POSGAY [1962, 1963, 1967] vizsgálatai szerint a Békési medence alatti földmágneses ható a medence aljzatban, 4–8 km mélységben tételezhető fel.

Felmerül tehát a kérdés, hogy lehetséges-e olyan reális paraméterekkel jellemezhető hatót konstruálni, amely a feltételezett köpeny-kéreg kiemelkedésnek megfelel, és egyben kellő pontossággal közelíti a felszínen mért anomáliákat?

A Békési medence anomáliáit NEMESI és STOMFAI [1993] kísérelték meg ebben a szellemben értelmezni, számításaikat azonban akkor még kevés tényadattal tudták megalapozni. Azóta elkészült a PGT-1 szeizmikus szelvény asztenoszféraig terjedő mélységtranszformációja [POSGAY 1991]. Az alábbi értelmezés ezen adatokra alapozva készült az OTKA 1875. sz. téma keretében.

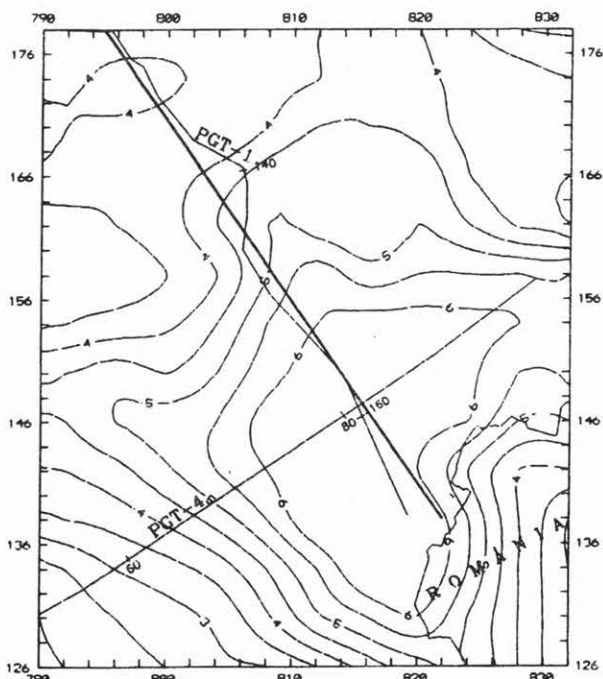
A Békési medence üledékhatástól tisztított gravitációs anomália térképe

A felszínen mért gravitációs anomáliákra a méréspont horizontális és vertikális irányban egyaránt tág környezete gyakorol kimutatható hatást. Az ismeretlen szerkezetek vizsgálatának ezért természetes megelőző fázisa az ismert szerkezetek, testek hatásának számítása, illetve korrekcióba vétele. A Békési medence esetében többé-kevésbé ismertnek tekintjük a harmadidőszaki medence szerkezetét, ezért a mélyszerkezethez kapcsolható anomáliák kimutatása céljából ennek gravitációs hatását számoltuk, illetve e hatással korrigáltuk a Bouguer-anomáliákat (2. ábra).

A medencehatás számításához a geometriai modellt a medence magyarországi részére a szeizmikus és magnetotellurikus adatok alapján szerkesztett pretercier aljzat mélységtérkép alapján kaptuk. A romániai oldalon tényadatokkal gyakorlatilag nem rendelkezünk. (NEMESI László szóbeli közlése szerint a Gyulavarsánd környékén, az országhatártól mintegy 3–4 km-re mélyült fúrás 3300 m körüli mélységben ért aljzatképződményeket.) A mélységtérképet olyan módon extrapoláltuk, hogy egyfelől ezen adatot vetjük figyelembe, másfelől a magyar oldalon megismert szerkezeteket folytattuk. Az előállított térképet 4×4 km-es négyzetekre bontottuk, ezek átlagmélységét digitalizáltuk, majd az adatokat a számítások céljára 1×1 km-es adatrendszerre interpoláltuk. A digitális adatrendszerből készített térkép a 3. ábrán látható.

A medence sűrűségmodelljét SZABÓ és POLCZ [1993] vizsgálati eredményei alapján alakítottuk ki. Egyes mélységintervallumokat összevontunk, illetve a SZABÓ és POLCZ által kimutatott települési mélység–sűrűség összefüggést úgy alakítottuk át mélység–sűrűségkülönbség összefüggéssé, hogy a legmélyebb medenceterületeken is feltételeztünk $0,1 \text{ t/m}^3$ sűrűségkülönbséget a medence- és aljzatképződmények között. Erre mind magyarországi, mint szlovákiai karotázisadatok alapot adnak.

Az alkalmazott sűrűségkülönbség függvényt az alábbi táblázat mutatja.



3. ábra. A Békési medence pretercier aljzatának mélységtérképe

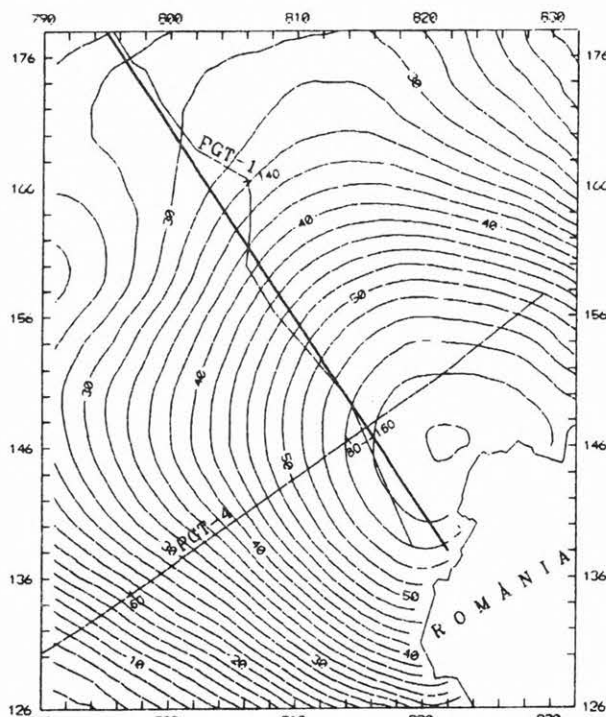
Fig. 3. Map of the depth to the pre-Tertiary basement in the Békés Basin

Mélység (km)	Sűrűségkülönbség (t/m^3)
0,0 — 0,5	-0,7
0,5 — 1,0	-0,5
1,0 — 1,5	-0,4
1,5 — 2,0	-0,3
2,0 — 3,0	-0,2
3,0 — 4,0	-0,15
4,0 — 7,0	-0,2

A hatást számító program az 1×1 km alapú négyzetes hasábok tömegét a hasáb középvonalában húzódó tömegfonalként kezelte. Az eljárás kis távolságokra nem pontos, ezért azt a módszert választottuk, hogy nem a medence-hasábok, hanem az alattuk levő alaphegység-hasábok hatását számítottuk egy vonatkoztatási szintig (8 km), az adott mélységintervallumoknak megfelelő sűrűségkülönbséggel. Így a tényleges előforduló távolságok mellett a számítások hibája nem haladta meg a 0,5%-ot. A számításokhoz az egyes rácspontok 40 km oldalhosszúságú, négyzet alakú környezetét vettük figyelembe. A számítások eredményeit egy szelvény mentén összevetettük az Interpex cég MAGIX XL programjával kapott eredményekkel, az eltérések nem haladták meg az 1 mGal-t. (A MAGIX csak egy szelvényre számol, minden szelvény új digitális geometriai modellt igényel, ezért nem lehetett ezzel a programmal végezni a területi medencehatás számítását.)

A számítások eredményeként kapott hatásokat az 1×1 km-es rácspontokon levontuk a rácspontok Bouguer-anomália értékeiből, és megszerkesztettük a medencehatástól tisztított gravitációs anomália térképet (4. ábra). A térkép formálisan kevésbé külön-

bözik a 4. ábrán bemutatott eredeti Bouguer-anomália térképtől, csupán az anomáliaértékek magasabbak, az eltérés maximuma mintegy 30 mGal. Ez a tény már számítások nélkül is arra mutat, hogy a medence szerkezete, és az alatta feltételezett kéregköpeny kiemelkedés összefügg egymással.



4. ábra. A Békési medence üledékhatástól megtisztított gravitációs anomália térképe

Fig. 4. Gravity anomaly map of the Békés Basin, effect of sediments removed

A mágneses hatószámítással kapcsolatos megfontolások

Tekintetbe véve, hogy a gravitációs és mágneses hatószámításokat megkíséreltük egységes geometriai modell szerint végezni, az együttes eredmények ismertetése előtt célszerű a mágneses hatószámítás sajátosságaira röviden kitérni.

Míg gravitációs ható jelenléte tetszőleges mélységig feltételezhető, legfeljebb a mélység növekedésével a hatás egyre jelentéktelenebbé válik, a mágneses hatók természetes alsó határa az a mélység, ahol a hőmérséklet eléri az adott ásvány Curie-pontját. Esetünkben a ható nagy szuszeptibilitása feltételezhetően magnetittartalmával kapcsolatos, a magnetit Curie-pontja pedig 571°C . Ez a hőmérséklet mind a vékony kéreggel jelezhető területek világadatai, mind a Pannon-medencére vonatkozó számítások szerint [Litosfera... 1993, POSGAY et al. 1994] mintegy 15 km mélységben várható.

Gravitációs és mágneses hatószámítás a PGT-1 szelvény mentén

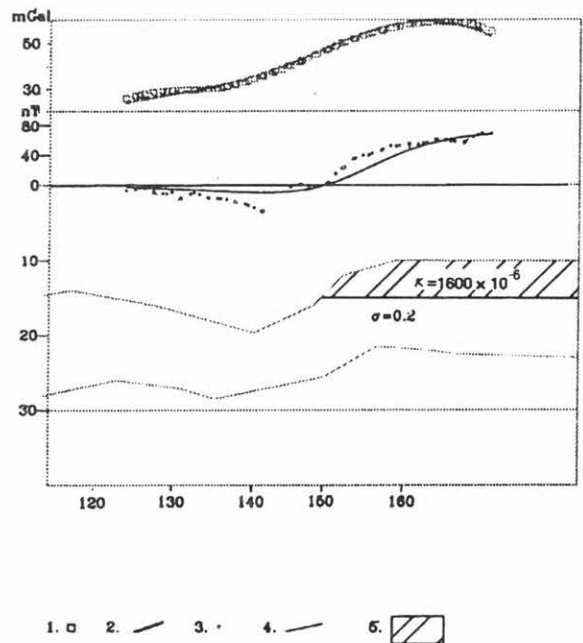
A PGT-1 mélyreflexiós szelvény mentén a 120—142 km szakaszon az asztenoszféra felszíne 54 km körüli mélységből 40 km-re emelkedik, majd a szelvény végéig ezen a szinten marad. Az emelkedés síkjának folytatásában a Mohorovičić-felszín is kiemelkedik, a 150—158 km szakaszon 25,5 km-ről 21,5 km-re. A szelvényen a Mohorovičić-felszín mélységének kisebb, 1—2 km körüli ingadozásai is kimutathatók.

Először az asztenoszféra kiemelkedés hatását próbáltuk számítani. A litoszféra és az asztenoszféra között maximálisan elképzelhető $0,1 \text{ t/m}^3$ sűrűségkülönbséggel számolva [PLOMEROVÁ et al. 1993] a kiemelkedés hatása a felszínen 2 mGal körüli. (Valamennyi gravitációs szelvény menti hatószámítás a MAGIX XL programmal készült, a mágneses hatószámítást végző programot STOMFAI készítette.) Mivel az üledékhatás korrekciójánál a geometriai és sűrűségmodell pontatlanságai miatt, valamint a szelvény menti szeizmikus adatok síkbeli kiterjesztése folyamán elkövetett hibák gravitációs hatása feltehetően ezt az értéket eléri, a továbbiakban az asztenoszféra kiemelkedés hatásával nem számoltunk. Ezt az egyszerűsítést egyébként az is indokolja, hogy az asztenoszféra- és Mohorovičić-felszín kiemelkedései helyileg ugyanott mutathatók ki, így az asztenoszféra hatás elhanyagolása az értelmezés folyamán formálisan csupán a figyelembe vett felületek sűrűségkontrasztját módosítja oly kis mértékben, mely nagyságrenddel alatta marad tényleges sűrűségismereteink pontosságának.

A Mohorovičić-felszín kiemelkedésének gravitációs hatását modellezve az alaphegységi képződmények és a felső köpeny között $0,8 \text{ t/m}^3$ sűrűségkülönbséget kell feltételezni ahhoz, hogy az üledékhatástól megtisztított gravitációs anomáliát kapjuk. Ez az érték túlságosan magas, $2,7 \text{ t/m}^3$ -es alaphegységi sűrűség mellett $3,5 \text{ t/m}^3$ -es sűrűséget tételez fel a felső köpenyre, szemben az általában elfogadott $3,2$ – $3,3 \text{ t/m}^3$ értékkel. Kézenfekvőnek tűnt újabb sűrűségkontrasztal jellemezhető szint bevezetése. Erre alapot ad az az általánosan elfogadott szemlélet, amely a kontinentális földkéregben az üledékes kőzetek alatt további két réteget különböztet meg. Ezeket éppen fizikai paramétereik alapján korábban „gránit” és „bazaltrétegnek” nevezték, ma az elnevezés megtévesztő jellege miatt a szakemberek általában más elnevezéseket használnak (pl. a konszolidált földkéreg alsó és felső része). Míg a „gránitréteg” és az alaphegységi képződmények között nincs feltétlenül sűrűségkülönbség, a „gránitréteg” és a „bazaltréteg” között általában $0,2$ – $0,3 \text{ t/m}^3$ sűrűségkülönbséget tételeznek fel.

A PGT-1 szelvényen látható reflexiók alapján ilyen szint kimutatható. A szint követi a Mohorovičić-felület változásait, és 10—14 km mélységben található. Megjegyzendő, hogy az alapprobléma (a kéreg és köpeny között az egyszerű modellel kapott túl nagy sűrűségkülönbség) megoldása nem igényli feltétlenül sűrűségkontrasztos felület feltételezését, a sűrűségnövekedés a kéregben lehet folyamatos is, az eredmény hasonló lesz.

Az utóbbi modellel végzett számítások eredményei az 5. ábrán láthatók. Az üledékhatással korrigált anomáliák a modellezett értékektől csak a vizsgált szelvény peremén, a 125—140 km szakaszon térnek el jelentősebben (maximálisan 3 mGal). Az eltérés nyilvánvaló oka az, hogy a mély medencétől távolodva a számítások folyamán figyelembe vett szerkezetek a szelvényre merőleges irányban is változnak, ezekről azonban nincs mennyiségi információ. Az előzetes elképzeléseknek megfelelően, az alsó kéreg 15 km felé eső részére illesztett mágneses ható számított anomáliája megfelel a mért mágneses anomália regionális komponensének. A 140—155 km szakaszon található nagyobb (maximálisan 20 nT) eltérés feltehetően a felszínhez közelebb eső lokális hatóval kapcsolatos. A ható jelenléte a 152—158 km szakaszon belül valószínűsíthető, a 135—150 km szakaszon a mágneses tér sajátosságainak megfelelő északi negatív anomália látható.



5. ábra. Gravitációs és földmágneses hatószámítás a PGT-1 szelvény mentén (Békési medence).
1—térképről kiolvasott, üledékhatástól tisztított gravitációs anomália; 2—gravitációs hatószámítás eredménye;
3—térképről kiolvasott földmágneses anomália;
4—földmágneses hatószámítás eredménye; 5—mágneses ható helyzete a szelvényben

Fig. 5. Gravity and magnetic modelling along the profile PGT-1 (Békés Basin). 1—gravity values taken from the gravity map without the effect of sediments; 2—result of gravity modelling; 3—magnetic values taken from the map; 4—result of magnetic modelling; 5—location of the magnetic body along the profile

Összefoglalás

A vázolt eredmények azt mutatják, hogy a Békési medence területén lehetséges a szeizmikus, telluri-

kus, magnetotellurikus, gravitációs és földmágneses adatok egységes szemléletű értelmezése. Ennek értelmében a Békési medence alatt a köpeny és az alsó kéreg jelentősen kiemelt helyzetben van. A pontos mélységadatokat szolgáltató szeizmikus és elektromos módszerek eredményeire támaszkodva konstruált gravitációs és földmágneses hatók tere megfelel a felszínen mért térnek. Elképzelésünket a PGT-4 szelvény mélységtranszformált változatának elkészültével ellenőrizhetjük, a modellt pontosíthatjuk. Tovább lépést jelentene munkánkban, ha a medence romániai oldaláról is kapnánk — nemzetközi adatcsere keretében — adatokat.

Az elért eredmények egyben felhívják a figyelmet arra, hogy hasonló jelenségekkel az ország más mélymedencéiben is számolni kell. A mélyszerkezet alaposabb megismerése, hatásának számítása javíthatja az ipari célú gravitációs értelmezés eredményességét is.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet Igazgatóságának a munka folyamán felhasznált anyagokért, STOMFAI Róbertnek a mágneses számítások programjáért, valamint NEMESI Lászlónak és POSGAY Károlynak, akik a munkát figyelemmel kísérték és tanácsaikkal segítettek.

HIVATKOZÁSOK

- DANK V. et al. 1968: Magyarország paleozoós és mezozoós képződményeinek fedetlen földtani térképe 1:500 000 (MÁFI)
- FEKETE J. 1941 : Jelentés a Magyar Királyi Bátor Eötvös Loránd Geofizikai Intézet által az 1940. évben a magyar állam és a Wintershall Rt. Kassel

- megbízásából a Tiszántúlon végzett torziós ingamérések eredményeiről. (ELGI Adattár, G-12)
- GROW J. A. et al 1989: A Békési medence tektonikai és szerkezeti viszonyai. Magyar Geofizika XXX, 2-3, 63-97
- KÓKAI J., POGÁCSÁS Gy. 1991: Hydrocarbon plays in Mesozoic wrench basins and interior sags in the Pannonian Basin. First Break, 9, 7
- MCKENZIE D. 1978: Some remarks on the development of sedimentary basins. Earth and Planetary Science Letters 40, 25-32
- Litosfera Centralnoy i Vostochnoy Yevropi (Naukova Dumka, Kijev, 1993)
- NEMESI L. 1972: Geoelektromos mérések a Békési medencében. ELGI Évi Jelentés, 45-46
- NEMESI L., STOMFAI R. 1993: Néhány kiegészítés a Békési medence aljzatának kutatásához. Magyar Geofizika 33, 2-3, 70-79
- PLOMEROVÁ J. et al. 1993: Deep lithospheric structure across the Central African Zone in Cameroon. Geophys. J. 115, 381-390
- POSGAY K. 1962: A magyarországi mágneses hatók áttekintő térképe és értelmezése. Geofizikai Közlemények XI, 1-4, 77-99
- POSGAY K. 1963: A comprehensive map of the magnetic masses in Hungary and its interpretation. Acta Technica, T.43. F. 3-4
- POSGAY K. 1967: A magyarországi földmágneses hatók áttekintő vizsgálata. Geofizikai Közlemények, XVI, 4, 1-118
- POSGAY K. 1991: Összefoglaló jelentés az 1987—90 években végzett földkéreg és földköpeny kutató mérésekről. (ELGI Adattár, U-480)
- POSGAY K., BODOKY T., HEGEDŰS E., KOVÁCSVÖLGYI S., LENKEI L., SZAFIÁN F., TAKÁCS E., TÍMÁR Z., VARGA G. 1994: Asthenospheric structure beneath a Neogen subbasin in SE Hungary. Kézirat
- SZABÓ Z., POLCZ I. 1993: Geofizikai adatokban megnyilvánuló szerkezeti lineamentek. (ELGI Adattár, 1295)