

Néhány kiegészítés a Békési medence aljzatának kutatásához

Nemesi László*, Stomfai Róbert*

A szerzők a szeizmikus és fúrásos kutatásokra alapozott modern medenceanalízis után, utólag vizsgálják meg a klasszikus (gravitációs, földmágneses és geoelektromos) alap kutatások szerepét, eredményeit.

Megállapítják, hogy a Békési-medencében (de máshol is) a 2-3 km-nél mélyebb medencék gravitációs és földmágneses anomáliáit nem a medence mélységviszonyai, hanem sokszor kéreg-köpenyszerkezeti hatások okozzák. A kvalitatív tellurikus térképek azonban ilyen esetekben is az üledékvastagság és aljzatszerkezet kvalitatív tükröződi.

Megállapítják, hogy eddig kevésbé használták ki a geoelektromos mérésekben rejlő, az üledék litológiájára és az aljzat minőségére vonatkozó információkat. Ez utóbbiak szempontjából értékes információk rejlenek a szeizmikus és geoelektromos adatok összehasonlító vizsgálatában.

After an up-to-date basin analysis based on seismic and drilling prospecting, the role and results of the 'classic' methods (gravity, magnetics, geoelectrics) are subsequently investigated.

It was found that in the Békés basin (but in other areas as well) the gravity and magnetic anomalies over the basin deeper than 2...3 km originate not so much from the basement depth but frequently from crustal or upper-mantle effects. Even in this case the qualitative telluric map well reflects the overburden thickness and basement structure.

It is stated that the information obtained by geoelectric survey, concerning the overburden lithology and basement rock type have not been fully exploited till now. To solve geologic tasks valuable information lie hidden in a comparative study of seismic and geoelectric data.

Bevezetés

A Magyar Geofizika 1989. évi kiadványainak fő témája a Békési medence analízisének ismertetése volt, amely az USGS és a magyar geológus-geofizikus szakemberek összefogásával készült a mai kor legmodernebb méréseire, számítógépeire és szénhidrogénipari tapasztalataira épülve. A bemutatott eredmények olyan szépek és meggyőzőek, hogy a cikk szerzői szerény eredményük ismeretében még arra sem érzik méltónak magukat, hogy gratuláljanak a leközölt sikerek szerzőinek.

Hogy tollat ragadtunk, annak két oka van: az egyik, hogy OTKA pályázat kapcsán sor került az ún. pannon geotraverz szeizmikus és magnetotellurikus lemerésére, amely a medencealjzat, kéreg, felsőköpeny vizsgálatokat tűzte ki célul. Ez a Békési medencét is harántolja és részben választ adott, részben gondolatokat ébresztett bizonyos régen ismert, de magyarázatok hiányában agyonhallgatott kérdésekre.

Másik indítékunk a gravitációs, geoelektromos alap kutatások szerepének vizsgálata az idézett szép eredmények tükrében, mert van még Magyarországon is korszerű szeizmikával megkutatatlan terület, ahol az ésszerű kutatás érdekében támaszkodni kellene a gravitációs, geoelektromos eredményekre. De igyekszünk külföldi munkákba is bekapcsolódni fejlődő országok ismeretlen területein, ahol sokba kerülhet egy szeizmikus kutatás, ha azt a sokkal olcsóbb módszerekkel nem tudjuk célirányosan tervezni. Ezeket a triviális kérdéseket, a "komplexitást", a

"különböző szakterületek képviselőinek együttműködését" mindig is hangsúlyozták mint kutatási alapelvet, azokat középiskolában, egyetemen tanították, de a gyakorlatban sohasem alkalmazták következetesen.

Jelen tanulmányunkban a Békési medence gravitációs, földmágneses és geoelektromos kutatásainak néhány újabb eredményét és néhány régi eredményének újabb megvilágítását szeretnénk bemutatni.

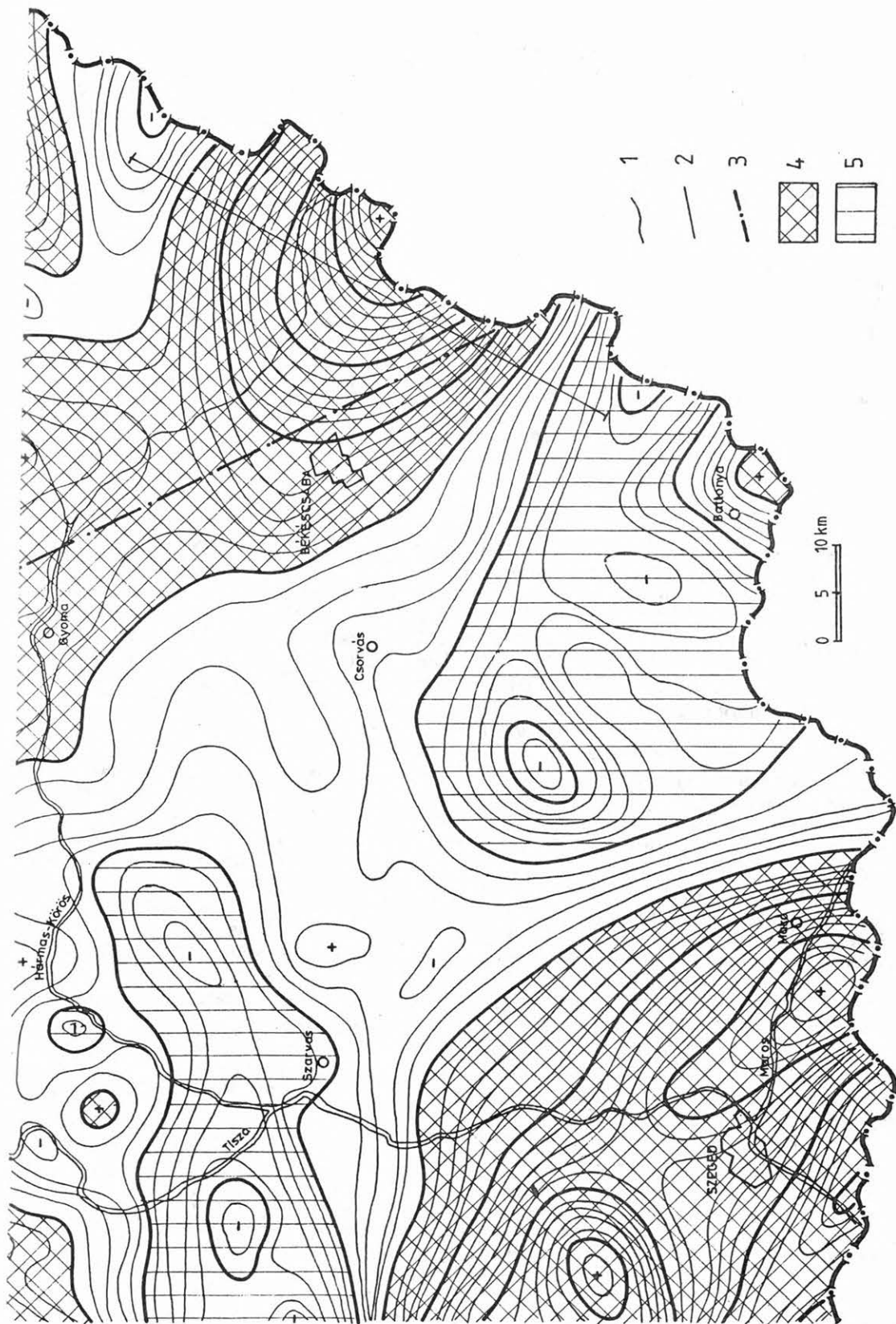
Amikor megkíséreljük a gravitációs, földmágneses és geoelektromos eredményeket bevonni az értelmezésbe, tudatában vagyunk annak, hogy elemzéseinkhez zömmel olyan 20-30 éve mért adatokat használunk, amelyek mai szemmel korszerűtlenek és a mérési hálózatok is sok esetben ritkábbak, mint a korszerű szeizmikus vonalhálózat. Mégis úgy érezzük, hogy bizonyos jelenségek (anomáliák, mélységadatok) ennek ellenére figyelmet érdemelnek. Olyan tények, amelyek semmiképp sem sorolhatók a mérési hibák kategóriájába, így azokra valamilyen magyarázatot kell találnunk.

Vizsgálatainkat egy olyan 1:500.000-es méretarányú térképsorozattal kezdtük, amelyek zömmel nyomtatásban is megjelentek. Kivételt a gravitációs Bouguer-anomália térkép jelent, amely korábban szigorúan titkos volt.

A klasszikus geofizikai és a modern ismeretek összevetése

A gravitációs Bouguer-anomália térképeket (1. ábra) a szénhidrogén-kutatás klasszikus értelmezése szerint az üledékes medence aljzatmélysége, aljzatszerkezete, kvalitatív tükröképének szokás tekinteni. A DK-Alföld gravitációs térképeit így értékelték a II. Világháború alatt a németek is, amikor megfúrtak

* Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1440, Budapest, POB 35



1. ábra. Gravitációs Bouguer-anomália térkép

1—izogal vonalak; 2—2D modell nyomvonala; 3—a pannon geotraverz nyomvonala; 4—gravitációs maximumok; 5—gravitációs minimumok

Fig. 1. Bouguer anomaly map

1—isogals; 2—line of 2D model calculation; 3—Pannonian Geotraverse; 4—gravity ups; 5—gravity lows

néhány kis kiterjedésű, viszonylag kis aljzattérfogatú (1200-1600 m) szénhidrogéntároló szerkezetet, de a gravitációs alapokon induló kutatások az Alföldön hosszú ideig eredménytelenek maradtak.

A problémák egyik jellegzetes példája épp a DK-Alföld, ahol a ma már ismert 40-50 km-es horizontális kiterjedésű Pusztaföldvár (Orosháza) - Battonya aljzatkemelkedés gravitációs minimum. E minimumtól ÉK-felé (Békéscsabától K-re az országhatárig) mintegy 20-25 mgal relatív értékű gravitációs maximum található, a ma már ismert 5-8 km aljzattérfogatú Békési medence területén. (Ugyanígy nem érzékelhető a D-Alföld másik nagy kiterjedésű 6-7 km mélységű neogén feltöltődésű medencéje, a Makói árok sem.)

Leszögezhetjük tehát, hogy a DK-Alföldön a Bouguer-anómália térkép és annak semmilyen változata sem képes a szénhidrogénkutatás e három nagy jelentőségű, nagyszerkezeti, földtani egységét leírni.

A problémával ÁDÁM Oszkár, PINTÉR Anna és SZÉNÁS György foglalkozott a 60-as években. Ők úgy értelmezték a problémákat, hogy a mélymedencék 6-8 km vastag üledéke a rétegerhelés miatt olyan nagy sűrűséget vehet fel, hogy ez gyakorlatilag már nem különbözik a kristályos aljzat $2,7 \text{ t/m}^3$ körüli sűrűségétől. Ez a magyarázat véleményünk szerint legfeljebb arra lenne elegendő, hogy a nagymélységű medencében nem várhatunk az üledékvastagsággal arányos értékű gravitációs minimumot. Arra azonban nem ad magyarázatot, hogy mitől van a mélymedencékben "tömeg-többlet".

A földmágneses ΔZ anomália térképet (2. ábra) a tankönyvek bizonyossága szerint szintén gyakran hozzák kapcsolatba az aljzatszerkezettel. Vizsgált DK-alföldi területünkön az előbbieken alapján ez az értelmezés nem állja meg a helyét. Az azonban még meggyőző, hogy a gravitációs és földmágneses maximumok — különösen a most vizsgált Békési medence területén — igen jó területi egyezést mutatnak. Ez közös értelmezésünk alapját veti meg.

A tellurikus izoarea térkép (3. ábra) az ELGI 1968-71 közötti méréseinek eredménye. Már az első pillanatban látható, hogy jelentősen különbözik a gravitációs és földmágneses képtől. Első közelítésben igaz, hogy (ma már 500-nál több mélyfúrással és korszerű szeizmikus mérésekkel igazolhatóan) a harmadkori medence aljzatszerkezetének, üledékvastagságának kvalitatív tükrözője. Egyértelműen fellelhetők benne azok a jelenségek, amelyeket csak a legutóbbi medenceanalízis tárt fel: az ÉNy-É-ÉK felőli feltöltődést igazoló völgyrendszerek és delta-képződmények képe.

Tapasztalataink szerint ez a tény, mármint hogy a 2-3 km-nél mélyebb medencék aljzatszerkezet, aljzattérfogat-vizonyait a tellurikus térképek jobban tükrözik, mint a gravitációs térképek: általános érvényű. Ez bizonyítható a Kárpát-medence és a külső kárpáti flis öv területén minden jelentősebb mélységű medencében, de hasonló tapasztalatokat szereztünk DK-mongóliai kréta korban feltöltődött medencékben is. Ennek a ténynek a szénhidrogén alapvagy előkutatásokban meghatározó jelentősége van.

A nagy fajlagos ellenállású aljzat mélysége (4. ábra) és a tellurikus paraméter (az area érték) között azonban nincs lineáris összefüggés. Ennek egyik oka, hogy a fiatal üledékes összlet sem homogén. A

szeizmikából, karotázs módszerekből, mélyfúrásokból megismert különböző delta képződmények eltérő szemcsémérete és az üledékképződés változó feltételei (pl. a vizek sótartalmának változása) jelentősen befolyásolják az üledékes összlet fajlagos ellenállását. Ezen vertikális és horizontális változások befolyással vannak az üledékes összlet vezetőképességére, azaz a tellurikus izoarea térképek nemcsak az üledék vastagságától, hanem az üledékes összlet fajlagos ellenállásának laterális változásaitól is függenek. Ezt az ellenállás-változást lehet tekintetbe venni vertikális elektromos szondázással vagy magnetotellurikus szondázással. Így áll elő a tellurikus térképek korrekciójával a nagy fajlagos ellenállású aljzat mélységtérképe. Ez a térkép az 1,5-2 km-es kvázi hálóban mért tellurikus pontok és a 6-10 km-es kvázihálóban mért szondázások sűrűségéből következően erősen áttekinthető jellegű (1:500.000-es méretarányú térképek szerkesztésére jogosít fel). A 20 év előtti műszerezettség és feldolgozástechnika a mélységadatok 20-25%-os hibáját is megengedi.

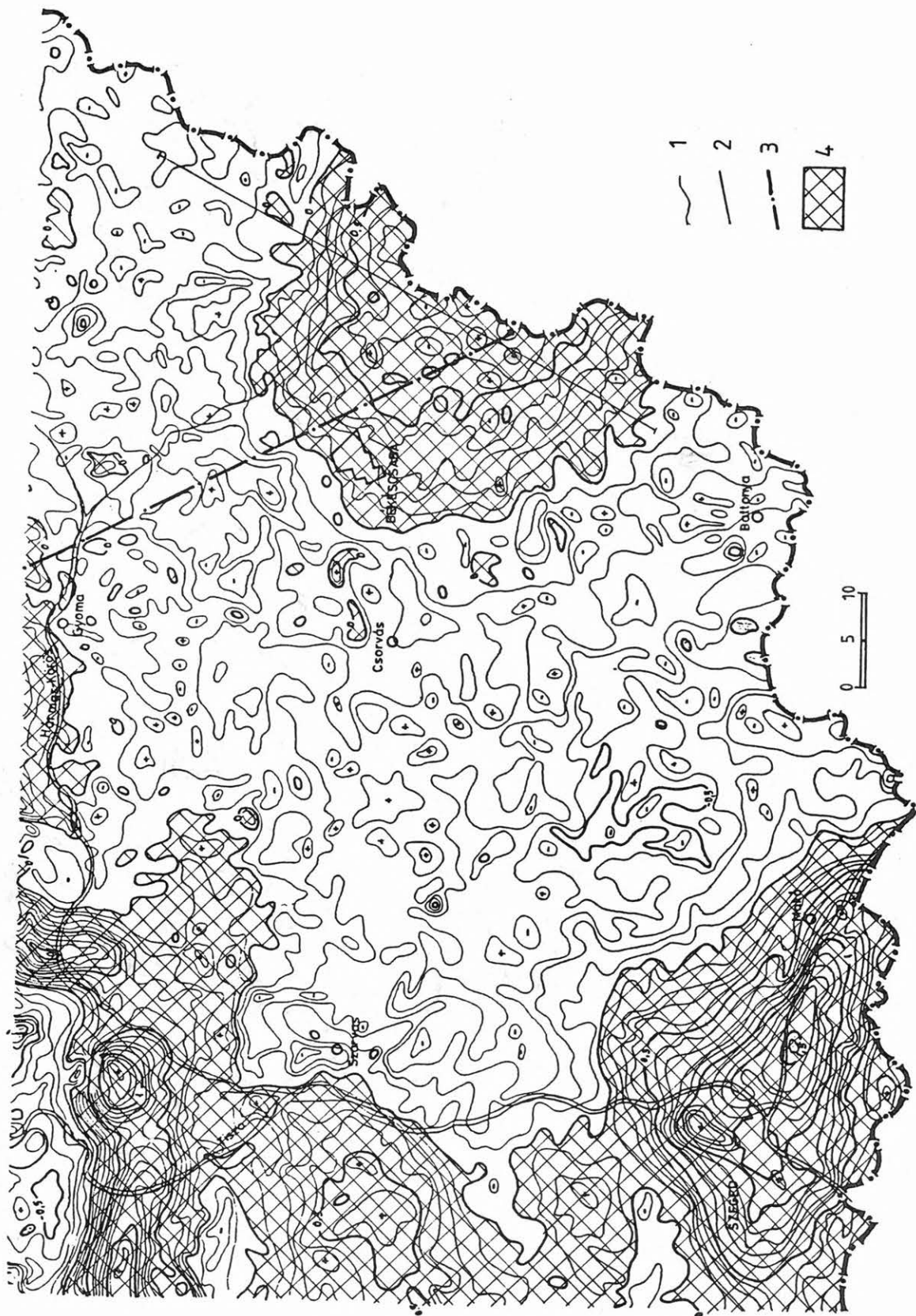
A Magyarország 1:500.000-es földtani atlasza c. sorozatban 1987-ben készült a *Magyarország Földtani Térképe a Kainozoikum Elhagyásával*. A medencealjzat mélységét 500-nál több fúrás és a tellurikus méréseknél sűrűbb hálózattal korszerű szeizmikus mérésekből szerkesztették. Ha ennek a térképnek mélységadatait összevetjük a 4. ábrán látható geoelektromos aljzattérfogattal, egy különbségtérképet kapunk: A "szeizmikus" és a "geoelektromos" aljzattérfogatok különbségét (5. ábra).

A legjelentősebb eltérés Békéscsaba, Mezőberény térségében tapasztalható, ahol a "geoelektromos aljzat" mintegy 4 km-rel mélyebb a "nagysebességű aljzat"-nál. Ez a terület a geológiai térképen fúrásokkal is igazoltan a krétakorú aljzat területe. (Lényegében ugyanebben a sávban mutatták ki GROW, POGÁCSÁS és társai a Békési-Dobozi mezozoós árkot.) Ez a jelenség sem egyedi eset Alföldünkön. A felső-kréta képződmények fajlagos ellenállása kevéssé tér el, vagy el sem tér a miocén képződményekétől. Ez érzékelhető az 5. ábra Ny-i szélén Felgyő-Gátér vidékén is, és tapasztaltuk jóval északabbra Penészlak-Nyírábrány vidékén, továbbá Szolnoktól É-ra Zagyvarékas, Nagykőrű térségében is. E jelenség részletesebb vizsgálatával a jövőben még foglalkozni kívánunk, most azonban csak annyit emelnénk ki, hogy a Pannon Geotraverz Mezőberény-Békéscsaba szakasza az aljzat reflexiós képében is jelentősen különbözik a Körösöktől É-ra vagy a Békéscsabától D-re eső részektől.

Talán említést érdemel egy másik megfigyelés is. A különbség-térképen (5. ábra) ellenkező értelmű különbséget mutathatunk ki Fábianszabos-Szarvas vonalban, ahol az ismert fúrások kivétel nélkül mezozoós karbonátos kőzetekben álltak le.

Ezek a megfigyelések is arra hívják fel a figyelmet, hogy az aljzat minőségének, az aljzat belső felépítésének, közettani kifejlődésének változásaira a különböző mérhető fizikai paraméterek sokszor eltérően reagálnak. Ezekre a jelenségekre tehát a különböző módszerekre alapozott értelmezés különbözősége utal.

Végül is a Békési medencében végzett konkrét vizsgálódásunk első fázisát azzal kell zárunk, hogy a nagy kiterjedésű és nagyértékű gravitációs és föld-

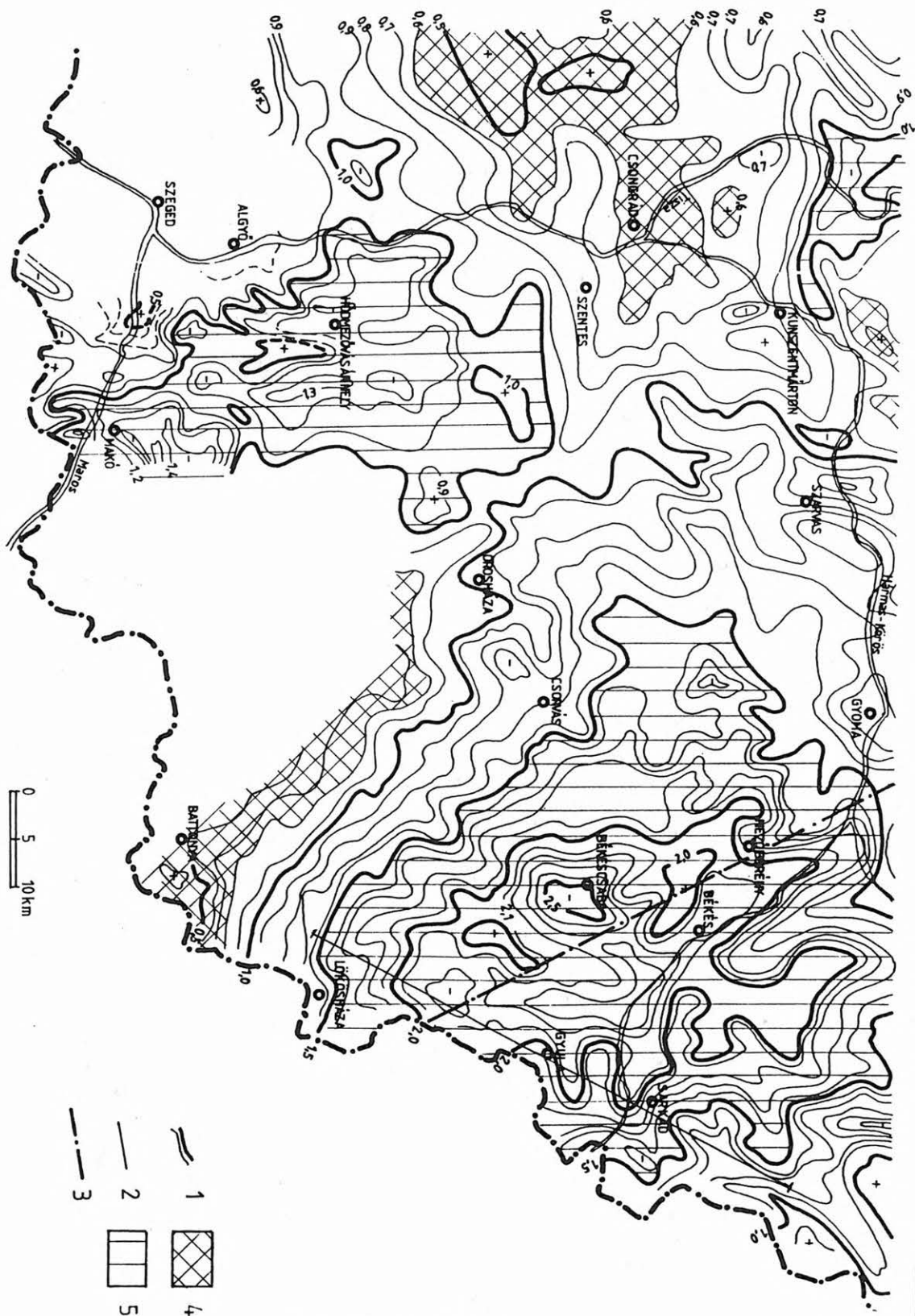


2. ábra. Földmágneses ΔZ anomália térkép

1—izogamma vonalak; 2—2D modell nyomvonala; 3—a pannon geotraverz nyomvonala; 4— földmágneses maximumok

Fig. 2. Magnetic (ΔZ) anomaly map

1— isogammas; 2—line of 2D model calculation; 3—Pannonian Geotraverse; 4—magnetic ups

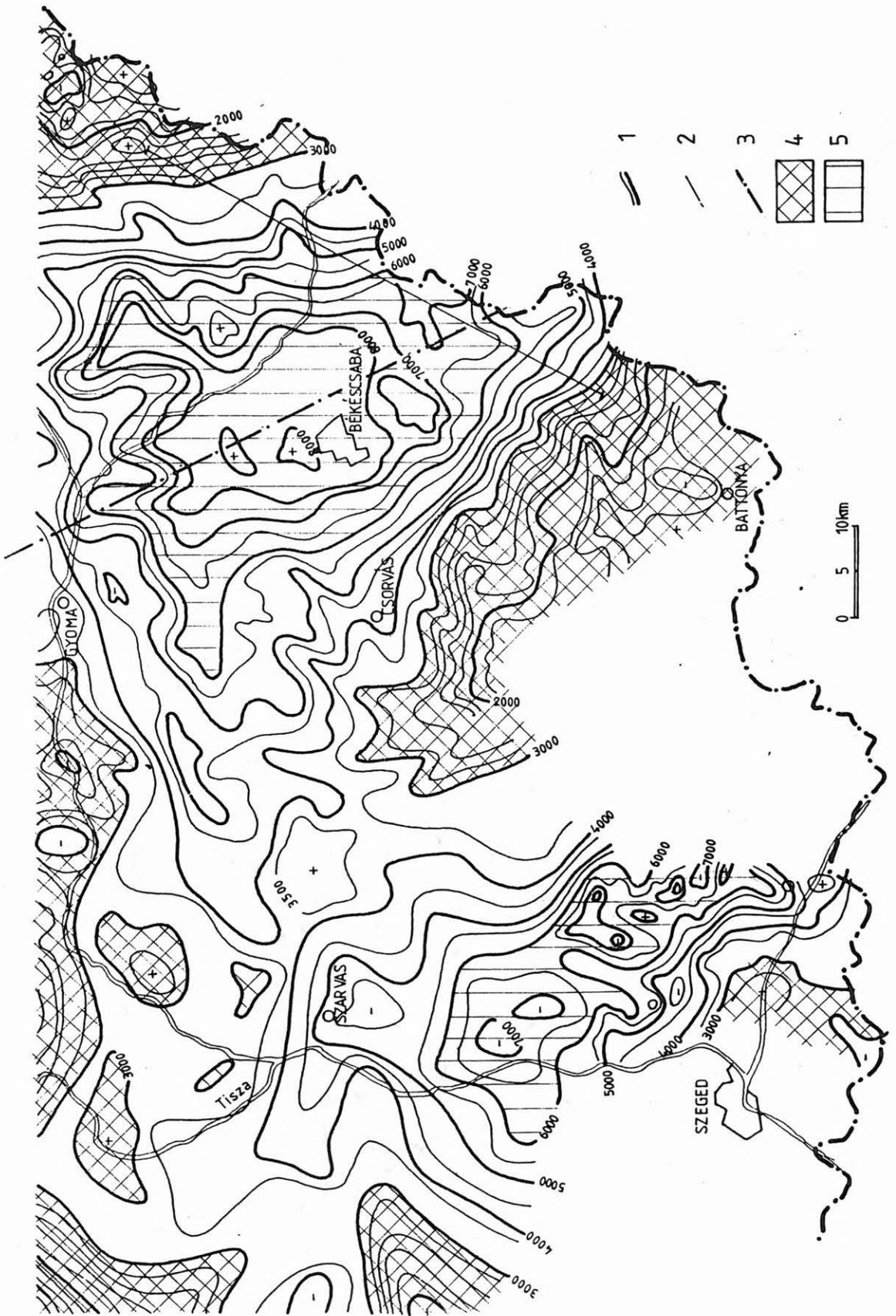


3. ábra. Tellurikus izoarea térkép

1—izoarea vonalak; 2—2D modell nyomvonala; 3—a pannon geotraverz nyomvonala; 4— tellurikus maximumok; 5—tellurikus minimumok

Fig. 3. Telluric isoarea map

1—isoarea lines; 2—line of 2D model calculation; 3—Pannonian Geotraverse; 4—telluric ups; 5—telluric lows

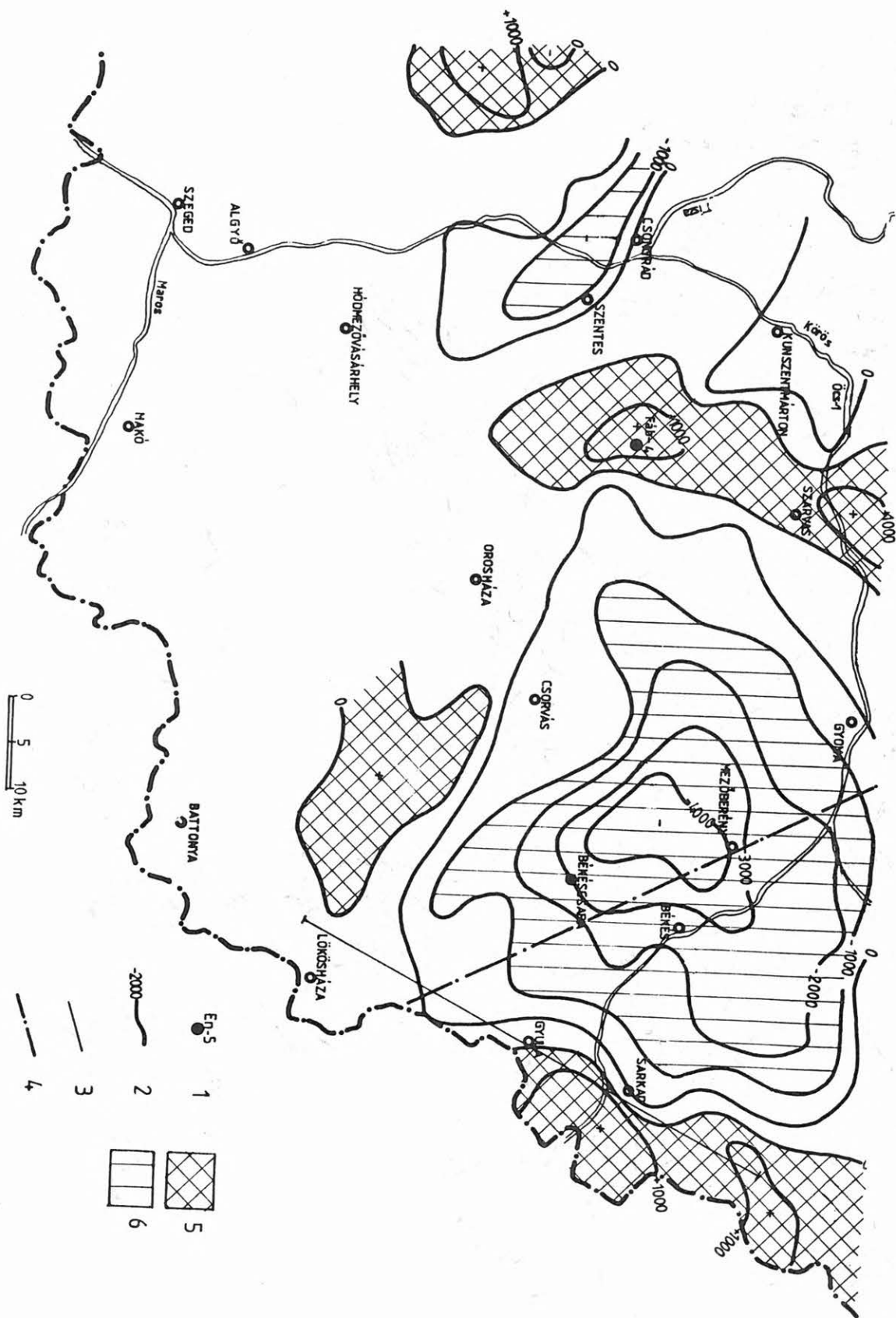


4. ábra. A nagyellenállású aljzat mélységtérképe

1—izohipszák; 2—2D modell nyomvonala; 3—a pannon geotraverz nyomvonala; 4—aljzatkiemelkedések; 5—aljzat bemélyedések

Fig. 4. Depth contour map of the resistive basement

1—depth contours; 2—line of 2D model calculation; 3—Pannonian Geotraverse; 4—basement uplifting; 5—basement lows



5. ábra. A "szeizmikus" és a "geoelektromos" aljzat mélységének különbsége
 1—mélyfúrások; 2—izohipszák; 3—2D modell nyomvonala; 4—a pannon geotraverz nyomvonala; 5—az aljzat nagyellenállású, karbonátos kifejlődésű; 6—az aljzat krétakori üledékes kifejlődésű

Fig. 5. Depth difference of 'seismic' and 'geoelectric' basement 1—borehole; 2—depth difference contours; 3—line of 2D model calculation; 4—Pannonian Geotraverse; 5—zones of carboniferous and highly resistive basement; 6—zones of Cretaceous sedimentary basement

mágneses anomáliákat nem kereshetjük az üledékben vagy ezek közvetlen aljzatában, hanem mélyebben.

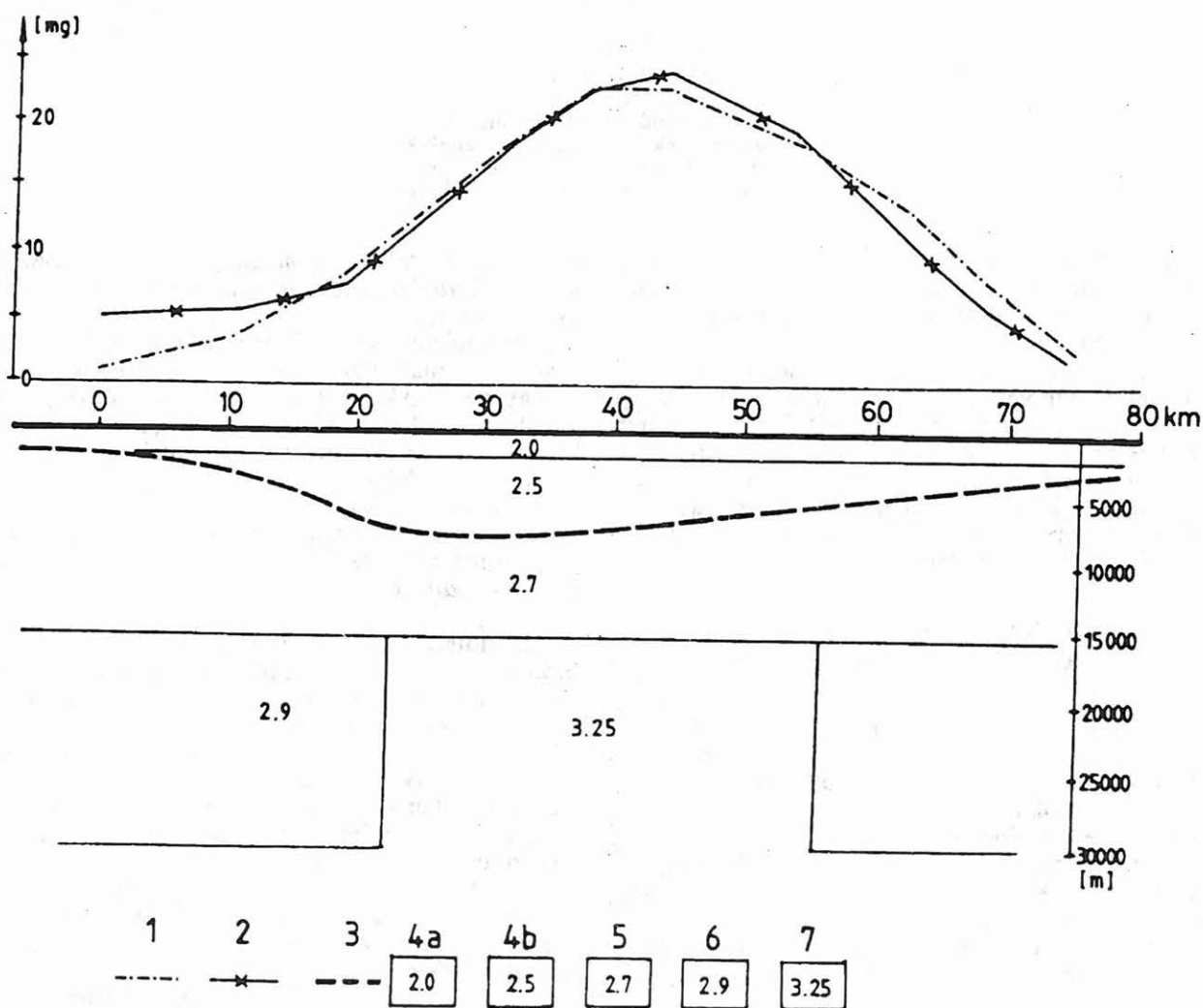
A gravitációs és földmágneses anomáliák magyarázata

Ezt a vizsgálatot 1.-5. ábráinkon feltüntetett szelvényben, kétdimenziós gravitációs és mágneses modell-számítással végeztük. A két térkép hasonlósága azt sugallta, hogy hatójukat azonosnak tekintsük, azonos mélységben próbáljuk elhelyezni.

A gravitációs és földmágneses 2D modell megalkotásánál abból indultunk ki, hogy létezik egy max. 7 km mélységű neogén medence, amelynek felső 2 km-ét 2 t/m^3 -nek, nagyobb mélységű részét $2,5 \text{ t/m}^3$ -nek vettük fel. Az aljzat-felszín sűrűségét a gránit $2,7 \text{ t/m}^3$ -es sűrűségével azonosnak vettük,

majd MCKENZIE nyomán feltételeztük, hogy a kéregbe asztenoszféra anyag nyomult. Az asztenoszféra sűrűségét $3,25 \text{ t/m}^3$ -nek és $3200 \cdot 10^{-6}$ CGS szuszceptibilitásúnak véve addig változtattuk a test mélységét, amíg a számított Bouguer-anomália és mágneses ΔZ anomália értékek a mért értékekkel kellőképpen nem egyeztek. Az eredmény a 6. és 7. ábrán látszik. Azaz a nagysűrűségű köpenyanyagának az átlagos, közel 30 km-es mélységből a felszín mintegy 15 km-re kell megközelítenie. A mágneses ható felszíne ugyancsak 15 km-ben van, de a ható ilyen mágneses tulajdonságok mellett csak 5-6 km vastag. Ez olyasmit is jelent, hogy 20-21 km-es mélységben érjük el a Curie pontot.

A modellszámítás eredményei a gravitációs és földmágneses anomáliák egy lehetséges értelmezését adják, amely nincs tehát ellentétben azzal, hogy kis sűrűségű és szuszceptibilitású üledékes mélymedence felett gravitációs és mágneses maximumot

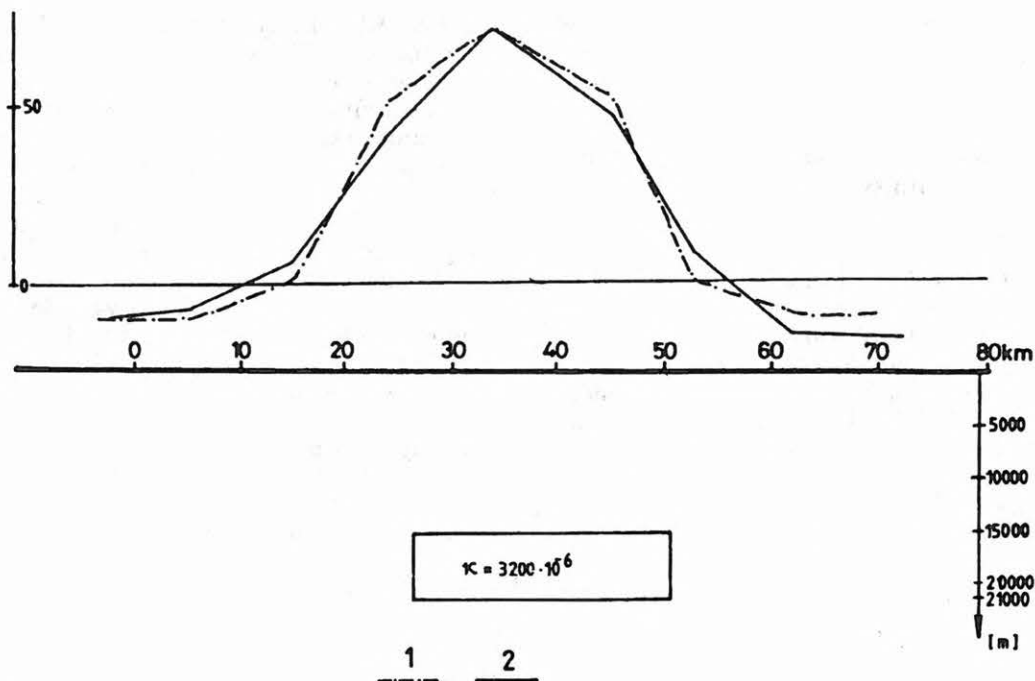


6. ábra. Gravitációs 2D modell

1—a mért értékek; 2—a modellből számított értékek; 3—a harmadkori medence aljzata; 4a, 4b—a neogén összetek felvett sűrűsége; 5—az aljzat (felső kéreg) felvett sűrűsége; 6—az alsó kéreg felvett sűrűsége; 7—az asztenoszféra felvett sűrűsége

Fig. 6. Two-dimensional gravity model calculation

1—values observed; 2—values calculated; 3—depth of Pre-tertiary basement; 4a, 4b—set densities for Neogene compounds; 5—the same for basement (upper crust); 6—the same for lower crust; 7—the same for the asthenosphere



7. ábra. Földmágneses 2D modell
 1— a mért értékek; 2— a számított értékek
 Fig. 7. 2D magnetic model calculation
 1— values observed; 2— values calculated

mérjük. Számításaink alapján tehát úgy gondoljuk, hogy az anomáliák okát nem az aljzatzfelszín képződményei determinálják, hanem mélyebb (kéreg-köpeny) anomáliák.

Úgy tűnik, igazolja ezt a Pannon Geotraverz nevű szeizmikus szelvény, amelyen megfigyelhető, hogy a Mohorovičić szint Békéscsabától D-re emelkedni kezd és az országhatár közelében a gravitációs modellszámítással megegyező mélységben határozott reflexiókat találunk, de ennek és az újabb magnetotellurikus mérések eredményeinek részletes elemzésével itt most nem foglalkozunk.

Összefoglalás és a klasszikus kutató-módszerek szerepének értékelése

A modern szeizmikus mérésekből és fúrásokból megismert Békési-medencét, annak 6-7 km vastag üledékes összletét és aljzatát az USGS és a legkiválóbb magyar olajipari szakemberek modern analízis tárgyává tették. Ebben a munkájukban, talán érthető módon, nem használták fel a gravitációs, földmágneses és geoelektromos mérések eredményeit (vagy legalábbis erre nem találunk utalást publikált anyagaikban). A szerzők ennek tükrében is, utólag keresik a klasszikus geofizikai módszerek szerepét a mélyszerkezet és konkrétan a szénhidrogén kutatásban. Úgy gondolják, hogy a világon mindenütt (ezt világbanki tenderek is bizonyítják) elvégzik a gravitációs és földmágneses méréseket, amelyekből általában következtethetünk a medence mélységviszonyaira, aljzatszerkezeteire. De mint látjuk, a 2-3 km-nél mélyebb medencék gravitációs anomáliáit gyakran nem a medence mélységviszonyai, hanem kéreg-köpenyszerkezeti anomáliák alakítják ki. Figyelemre

méltó, hogy a tellurikus módszer a 3-8 km mélységű medencék üledékvastagság és aljzatszerkezeti viszonyait is jól írja le.

A gravitációs és tellurikus térképek pusztán összehasonlítása már jelzi a medence mélységviszonyait (jó egyezés: 2-3 km-nél sekélyebb medencékben fordul elő). Azonban mind a gravitációs, mind a tellurikus mérések kvalitatív térképek, amelyeken az izovonalak értékköze sohasem arányos a medence mélységviszonyaival.

Ezért a mai világbanki alapkutatói tenderek magnetotellurikus méréseket írnak elő a medencék mélységviszonyainak pontosítására (pl. gravitációs mérések után).

Az eddigi tehát minimum azt jelentik, hogy a modern olajipari (pl. szeizmikus) kutatásokat célszerű megelőzni e klasszikus módszerekkel. Magyarországon ez részben így történt, hisz minden szeizmikus mérés tervezésénél felhasználtak valamilyen gravitációs térképet. (Sajnos ott is, ahol a tellurikus térképet kellett volna elővenni. Ugyanakkor a tellurikus térkép ma mintegy 10-12000 km²-nyi medence-területről hiányzik.)

Általában a magyar olajipar megrendelte ugyan a geoelektromos kutatásokat, de eredményeit kevésbé használta fel. Itt nemcsak az áttekintő, szerkezetkutató mérésekre gondolunk, hanem általában arra a tényre, hogy pl. a kőzetek fajlagos ellenállása is földtani információt hordoz. (Lehet, hogy nem abban a léptékben, mint ahogy az egy olajkutató geológust érdekel.) Az üledék-ellenállás térképek első közelítésben pl. szemcsemérettel, cementáltsággal hozhatók kapcsolatba. Határozottan látszanak pl. a D-Alföld tellurikus és ellenállás-térképein is a feltöltődési irányok, a durvábbszemű folyódelták. Jelentős különbségek vannak a különböző aljzatképződmények

fajlagos ellenállásában is. Itt még azt is ki kell emelni, hogy az ellenállás-kontrasztok sokszor lényegesen nagyobbak, mint pl. a szeizmikus sebesség-kontrasztok.

Az Alföldön pl. a felső-kréta képződmények általában kis fajlagos ellenállásúak, de sebességük jóval nagyobb, mint pl. a pannon összleteké. Fajlagos ellenállásukban jelentősen különböznek a karbonátos kőzetek és a kristályos palák, de a legfeltűnőbb, hogy a D-Dunántúl karbonja még a pannon összletnél is kisebb fajlagos ellenállású, míg sebessége sokkal nagyobb annál. Mindez azt jelenti, hogy *a harmadkor előtti medencealjazat kutatásában a geoelektromos módszereknek, a szeizmikus és elektromos adatok összehasonlításának igen nagy jelentősége lehet.* Természetesen tekintettel kell lenni a két módszer eltérő felbontóképességére.

Irodalom

- BALLA K. et al 1989: Eredmények és elképzelések a kelet-magyarországi rejtett csapdák kutatásában. Magyar Geofizika XXX. évf. 4-5. szám, 155-182
- GROW J. A. et al 1989: A Békési-medence tektonikai és szerkezeti viszonyai. Magyar Geofizika XXX.évf. 2-3. szám, 63-97
- K. JUHÁSZ Gy. 1989: A Békési-medence pannóniai üledékösszletének rétegtani viszonyai. Magyar Geofizika XXX. évf. 4-5. szám, 129-145
- NEMESI L. 1967: Tellurikus mérések az Alföld K-i részén. ELGI, Évi Jelentés, 135-139
- NEMESI L. 1968: Geoelektromos mérések DK-Magyarországon. ELGI Évi Jelentés, 85-90
- NEMESI L. 1969: Geoelektromos mérések DK-Magyarországon. ELGI Évi Jelentés, 66-68
- NEMESI L. 1970: Geoelektromos mélyszerkezeti kutatások a Békési-medencében. ELGI Évi Jelentés, 53-60
- NEMESI L. 1972: Geoelektromos mérések a Békési-medencében. ELGI Évi Jelentés, 46-46
- NEMESI et al 1981: A Tiszavidék és a Tiszántúl mélyszerkezetének geoelektromos kutatása. Geofizikai Közlemények 27. szám 1-69
- POGÁCSÁS Gy. et al 1989: A nagyalföldi neogén képződmények kronosztratigráfiai viszonyai szeizmikus és paleomágneses adatok összevetése alapján. Magyar Geofizika XXX. évf. 2-3. szám, 41-61
- POSGAY K. 1966: A magyarországi földmágneses hatók áttekintő vizsgálata. Kandidátusi értekezés
- RÉVÉSZ I. et al 1989: A Békési-medence alsó-pannóniai üledékképződése. Magyar Geofizika XXX.évf. 2-3. szám, 99-113
- RÉVÉSZ I. et al 1989: A Békési-medence tárolóképes kőzeteinek közetfizikai és közettani vizsgálata. Magyar Geofizika XXX. évf. 4-5. szám, 146-154
- SZENTGYÖRGYI K. 1989: A Békési-medence miocén korú képződményei és szénhidrogén-földtani jelentőségük. Magyar Geofizika XXX. évf. 4-5. szám, 113-128
- VÖLGYI L. et al 1989: A Békési-medence analízise során végzett készletbecslés a FASP módszerrel. Magyar Geofizika XXX. évf. 4-5. szám, 183-196