

Délkelet-Magyarország nagyszerkezete tektonikai elemeinek térbeli vizsgálata mélyszeizmikus mérések alapján

BODOKY TAMÁS¹

OTKA nyilvántartási szám: T 7504

A PGT-1 szelvény (1. ábra) D-i részén mért szeizmikus, magnetotellurikus, geotermikus, mágneses és gravitációs adatok komplex értelmezéséből az alsó kéreg, a kéreg–köpeny és a litoszféra–asztenoszféra határ felboltozódására lehetett következtetni [POSGAY et al. 1995].

A területen 1992-ben nemzetközi együttműködésben végzett szeizmikus mérésekkel folytatódott a kutatások. Számos intézmény kutatói működtek közre a kísérlet tervezésében, kivitelezésében, az adatok feldolgozásában és értelmezésében:

- Continental Geoscience Division, Geological Survey of Canada,
- Department of Geological Sciences, University of Saskatchewan (Canada),
- Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI, témavezető kutatóhely),
- Institut für Geophysik, Eidgenössische Technische Hochschule (Switzerland),
- LITHOPROBE (kanadai litoszférakutató tudományos társulás),
- MOL Magyar Olaj- és Gázipari Rt.

A PGT-4 menti kismélységi mélyreflexiók és a magnetotellurikus adatok a Békési medence alatt a kéreg–köpeny és a litoszféra–asztenoszféra határ rendkívüli feldomborodását jelzik. A Hódmezővásárhely–Makói ároktól kissé Ny-ra a kéreg–köpeny és a litoszféra–asztenoszféra határ kis kiemelkedése figyelhető meg [POSGAY et al. 1996]. Jéna keretében végzett vizsgálatok során a medencefejlődés főbb tektonikai elemeinek térbeli elhelyezkedését közelítően meghatározva olyan térbeli medencefejlődési modellt alakítottunk ki, amelynek alapját a szeizmikus reflexiók szelvényeken az asztenoszféráig követhető mély nyírási zónák alkotják [POSGAY et al. 1997]. Ezek az enyhe dőlésű nyírási zónák (amelyeket B-vel jelöltünk a 2. ábrán) ÉK-nek lejtnek Ny (a Dorozsmai és a Hódmezővásárhely–Makói árok) felől és DNy-nak K (a Belényesi és Báródi árok) felől (1. ábra). Ezen zónák mentén jelentős (több km-es) elmozdulás történt mind a szinrift, mind a posztrift fázisban a (Békési és Zarándi medencék alatt) kis mélységbe felemelkedett, központi asztenoszféra magaslat felé. A közel ellentétesen elmozduló blokkok között (a központi részen) meredek dőlésű, ÉÉK–DDNy irányú nyírási zónarendszer alakult ki (amit A-val jelöltünk a 2. ábrán).

T. BODOKY: Determination of the spatial position of the main tectonic elements of South East Hungary by deep seismic data

Integrated interpretation of seismic, magnetotelluric, regional geothermal, geomagnetic and gravity data along the southern part of the seismic reflection profile PGT-1 (Fig. 1) revealed an updoming in the lower crust, the crust–mantle and the lithosphere–asthenosphere boundary, as well as magmatic intrusions which protrude as high as the upper crust beneath the Békés Basin [POSGAY et al. 1995].

On that area the investigations were extended in 1992 through an international seismic experiment along the PGT-4 profile (Fig. 1). Researchers from a number of institutions contributed to the planning, execution, processing and interpretation of the data set:

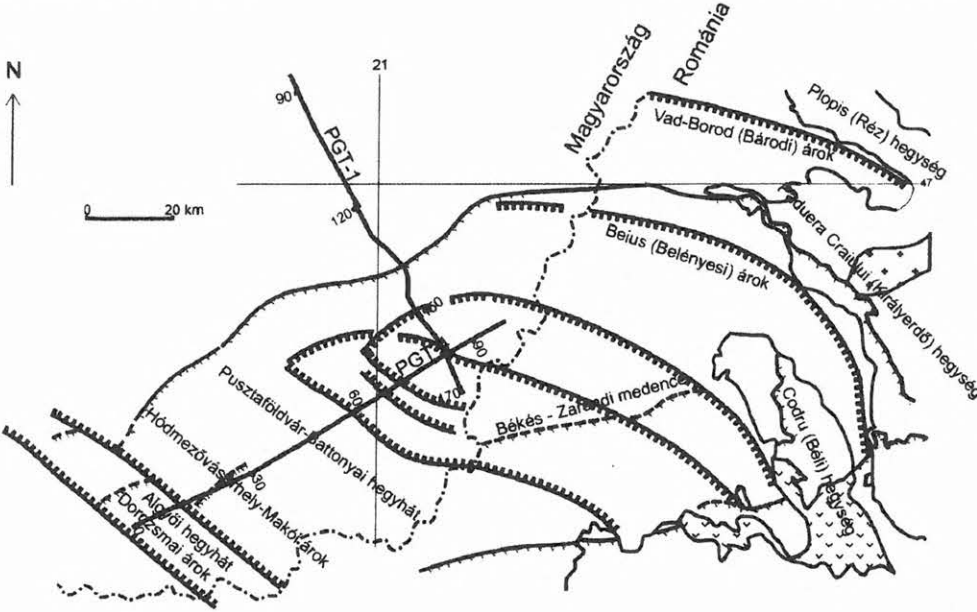
- Continental Geoscience Division, Geological Survey of Canada (Canada),
- Department of Geological Sciences, University of Saskatchewan (Canada),
- Eötvös Loránd Geophysical Institute (Hungary),
- Hungarian Oil and Gas Company Ltd. (MOL Rt),
- Institut für Geophysik, Eidgenössische Technische Hochschule (Switzerland),
- LITHOPROBE (Canada).

The results of the low-frequency deep reflection and magnetotelluric data along the PGT-4, beneath the Békés Graben also indicated an anomalous domal uplift of the crust–mantle and the lithosphere–asthenosphere boundary. Beneath the Hódmezővásárhely–Makó Graben both the crust–mantle and the lithosphere–asthenosphere boundaries form a minor uplift slightly westward from the Hódmezővásárhely–Makó Graben [POSGAY et al. 1996].

By an approximate determination of the spatial position of the main tectonic elements we established a spatial model of basin evolution based on deep shear zones which can be traced on seismic reflection sections down to the asthenosphere [POSGAY et al. 1997]. These slightly dipping shear zones (marked by B on Fig. 2) are slanting to NE in the W (Dorozsma and Hódmezővásárhely–Makó Grabens) part and to SW on the E (Beius and Vad–Borod Grabens) part (Fig. 1). Along those substantial (several kilometres long) displacements took place in both the synrift and posztrift phases towards a domal uplift of the asthenosphere updoming to little depth at the central (Békés and Zarand Basins) part. A system of steeply dipping shear zones with NNE–SSW strike were formed (beneath the central part) between the blocks moving in nearly opposite directions (marked by A on Fig. 2).

¹ Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17–23.

Az 1992-ben, nemzetközi együttműködésben készült, mélyreflexiós PGT-4 szelvény a fiatal üledékektől az asztenoszféráig érdekes eredményeket adott. Az Erdélybe is áthúzódó, DK-magyarországi fiatal medence- és árokrendszer (1. ábra, GYÖRFI [1994] után) fő nyírési zónái — feltevésünk szerint — az asztenoszféraig, vagy annak közeléig nyúlhatnak le [POSGAY et al. 1996]. Az OTKA téma keretében a nyírési zónák térbeli paramétereinek meghatározását kíséreltük meg.



1. ábra. DK-Magyarország és az Erdélyi Középhegység szerkezet földtani térképén [GYÖRFI 1994 nyomán] a mélyszizmikus [POSGAY et al. 1996] szelvények helyszínrajza

Fig. 1. The locations of the deep seismic profiles [POSGAY et al. 1996] shown on the tectonic map of SE Hungary and the Transylvanian Central Range [after GYÖRFI 1994]

A színrift üledékek vékony volta és az alaphegységi reflexiók minősége a szeizmikus szénhidrogén-kutató szelvényeken nehezzé teszi a mezozoós árok szerkezetének és az alaphegységi vetőknek biztonságos felismerését [GROW et al. 1989, 1994]. A különböző szelvényeken feltételezhető törések közül az azonos töréshez tartozók meghatározása — a gyakorlatban használt eljárással — bizonytalan, különösen akkor, ha a szelvényháló ritka és a szelvények sokféle irányban haladnak. A litoszféra-kutató szelvényeken a törések, nyírési zónák hosszabban figyelhetők meg, de a szelvények közötti távolság miatt a feltételezhető nyírési zónák összetartozásának felderítésekor több lehetőség közül választhatunk. A vázolt bizonytalanságok csökkentésére a törések, nyírési zónák bejelöléséhez és a különböző szelvényeken látható nyírési zónák összetartozásának meghatározására — térbeli elhelyezkedésük közelítő paramétereiknek felhasználásával — új eljárást dolgoztunk ki [POSGAY et al. 1997].

A felületek elhelyezkedési paramétereinek vizsgálata az egyes zónák szelvények közötti azonosítását megkönnyítette, de nagyobb távolság esetén mégis feltételezhető volt, hogy nem összetartozó, vagy közel párhuzamos — egymástól kis távolságra húzódó — zónákat kötöttünk össze. A hibalehetőség csökkentésére ezért a térbeli értelmezéshez — a mélyreflexiós szelvényeken kívül — igyekeztünk publikált szénhidrogén-kutató szelvényeket is felhasználni.

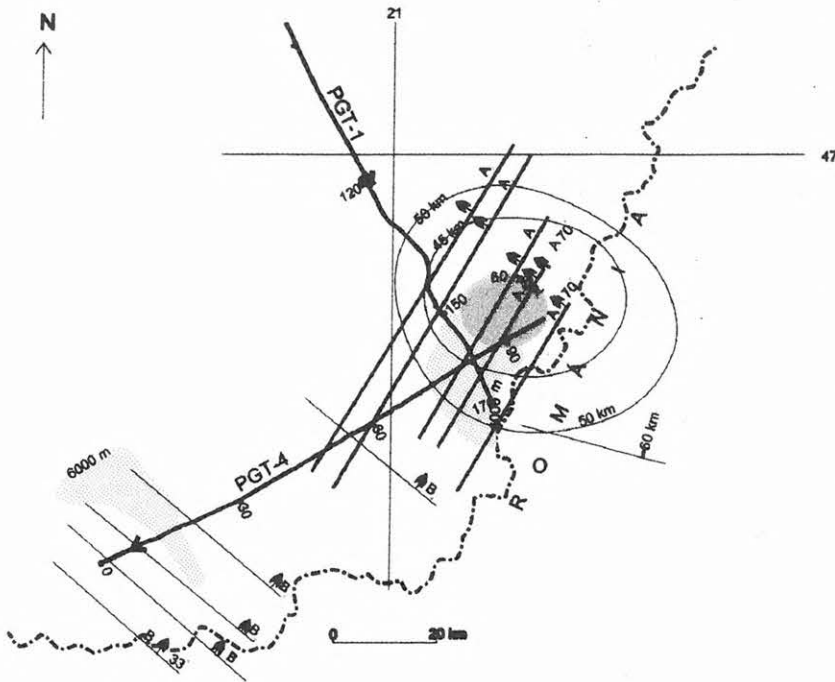
A medencefejlődés főbb tektonikai elemeinek térbeli vizsgálatával — az Erdélybe is áthúzódó DK-magyarországi, NyDNy-KÉK irányú süllyedéksor Ny-i (Dorozsmai és Hódmezővásárhely-Makói árok felőli) részén levő — ÉÉK-i dőlésű, enyhe lejtésű (a 2. ábrán B jelzésű) nyírési zónák paraméterein kívül egy — ezek csapására közel merőleges (a 2. ábrán A jelzésű) — meredek nyírési zónarendszer paramétereit is meghatároztuk. GYÖRFI [1994] értekezése alapján feltételeztük, hogy a K-i

területen a Belényesi és Báródi árok keletkezése (1. ábra) DDNy-i, enyhe dőlésű nyírési zónák menti — a központi (Békési és Zárandi medencék alatti) részen kis mélységbe felnyúló asztenoszféra magaslata felé történt — elmozdulások következménye. A közel ellentétesen elmozduló részek között (a központi részen) meredek dőlésű nyírési zónarendszer alakult ki. Az A nyírési zónák NyÉNy-i dőlése folytán a Hódmezővásárhely-Makói árok felől a B zónákon csúszó tömbök valószínűleg rátolódásokat okoztak az A nyírési zónák Ny-i felén, míg a K-i részen a fordítottja történhetett. A feltolódásokra következtethetünk a reflexiós felületelemeknek a nyírési zónák menti lekanyarodásából.

Lokálisan lehetséges a jelenségek területileg fordított megjelenése is.

A területi vizsgálatok rendkívül érdekes, új eredménnyel is gazdagították a korábbi képet [POSGAY et al. 1996], amelynél a közismert medence modellekhez hasonlóan az elmozdulásokat a szelvény mentén vizsgáltuk. A medencét kialakító elmozdulások vizsgálatához készítettük a 2. ábrát. Ezen a mélyreflexiós szelvényeket, az A és B nyírési zónarendszert, továbbá a Hódmezővásárhely-Makói árok és a Békési medence környéki pretercier korú medence aljzata nagy bemélyüléseit, — az alsó kéreg és a kéreg-köpeny határ feldomborodását jelző [POSGAY et al. 1995, 1996], medencehatással korrigált — gravitációs anomáliát [KOVÁCSVÖLGYI 1994, 1995], valamint az asztenoszféra magaslatait vizsgáltuk fel. Romániai oldalon feltüntettük a Chișineu Criș és Galați közötti integrált szelvény Ny-i részén közölt asztenoszféra mélység értékeit is [RÁDULESCU et al. 1985, POPESCU, LAZARESCU 1988], amelyek jelzik, hogy a litoszféra-asztenoszféra határ a Pannon-medence felé meredeken emelkedik.

Az ismertetett kutatások nemzetközi viszonylatban is új eredményre vezettek. A szakirodalomban található medencefejlődési modellek alapját a litoszféra-kutatás geofizikai, földtani és laboratóriumi eredményei adták. Ezeket az eredményeket az ELGI-nek — a kisfrekvenciás reflexiós terepi és feldolgozási metodikával — végzett



2. ábra. A PGT-1 és PGT-4 mélyreflexiók szelvényeket és az A és B nyírási zónarendszert ábrázoló helyszínvázlaton feltüntettük a Hódmezővásárhely–Makói árok és a Békési medence pretercier korú medence aljzatának 6000 m mélységű szintvonalát [KILÉNYI et al. 1991], — az alsó kéreg és a kéreg–köpeny határ feldomborodására jellemző [POSGAY et al. 1995, 1996], — medencehatással korrigált gravitációs anomália 60 mgal-os szintvonalát [KOVÁCSVÖLGYI 1994, 1995] és a Békési és Zarandi medencék alatti asztenoszféra magaslat 45 és 50 km mélységű szintvonalát. Ezenkívül a romániai oldalon feltüntettük még a Chişineu Criş és Galaţi szelvény Ny-i részén közölt asztenoszféra mélység értékeket is [RĂDULESCU et al. 1985, POPESCU, LAZARESCU 1988], mert ezek is jelzik, hogy a litoszféra–asztoszféra határ a Pannon-medence felé meredeken emelkedik

Fig. 2. The sketch shows the location of the deep reflection profiles PGT-1 and PGT-4, as well as the system of shear zones A and B, the contour line of 6000 m in the pre-Tertiary bottom of the Hódmezővásárhely–Makó Graben and the Békés Basin [KILÉNYI et al. 1991], the 60 mgal contour line of the gravity anomaly corrected for basin effect [KOVÁCSVÖLGYI 1994, 1995], which is characteristic for the domal uplift of the lower crust and the crust-mantle boundary [POSGAY et al. 1995, 1996] and the contour lines of 45 km and 50 km of the asthenosphere elevation beneath the Békés and Zarand Basins. In addition, on the Rumanian side also depth values of the asthenosphere published on the W part of the Chişineu Criş and Galaţi profile [RĂDULESCU et al. 1985, POPESCU, LAZARESCU 1988] are presented, which indicate that the lithosphere-asthenosphere boundary is steeply elevating towards the Pannonian Basin

kutatásai új színnel gazdagították: az asztenoszféra feltárt litoszféra szerkezetéből vonhattuk le a következtéseinket. Az ebben a dolgozatban leírt eredmények újdonsága a PGT-4 szelvény irányában végzett értelmezéshez [POSGAY et al. 1996] képest a központi medencék környékén meghatározott, az asztenoszféra mélységéig lenyúló, meredek dőlésű, — a dolgozatban A-val jelölt — nyírási zónarendszer.

Az ismertetett mélyreflexiók kutatási eredmények a neogén medence fejlődése főbb szerkezeti elemeinek meghatározásával segítik a békési neogén süllyedéskor kifejlődésének jobb megértését is. Lehetővé teszik, hogy a folyadékok, gázok, szerkezeti csapdák elhelyezkedését kialakító hő és mechanikus folyamatokra az eddigieknél pontosabban következtessünk. A nagy mélységbe lenyúló szerkezeti elemek meghatározásával új adatokat kaptunk a preneogén korú medencealjzat szerkezetének megismerés-

séhez is. Az A-val jelölt nyírási zónarendszer meghatározása, továbbá az a feltevéseink, mely szerint eme zónarendszer jelentős része nyomásos övet képezhet, új megvilágításba helyezte a területen — a szénhidrogén-kutató szeizmikus mérések során — észlelt „kisfrekvenciás” reflexiók beérkezéseket [GROW et al. 1989, 1994]. Ezek az A-val jelzett nyírási zónáknál csapdázódott szénhidrogén-felhalmozódásokat is jelenthetnek. Az ilyen és ezekhez hasonló szerkezetek részletesebb tanulmányozásához további vizsgálatok szükségesek, potenciális gazdasági jelentőségük mérlegelése céljából.

Köszönetnyilvánítás

A kutatások a T 7504 OTKA téma keretében folytak. Ezúton is köszönöm POSGAY Károlynak, BARDÓCZ Bélának, ALBU Istvánnak, GUTHY Tibornak, HEGEDŰS Endrének, TAKÁCS Ernőnek, RÁNER Gézániának és BANCUI Gábornénak az eredmények feldolgozásában, értelmezésében és publikálásában nyújtott segítségüket.

PUBLIKÁCIÓK

- BODOKY T. 1998: A litoszféra kutatása. Természet Világa. **129/II**, 6-10
- HEGEDŰS E., POSGAY K., TAKÁCS E. 1997: A comparison of basin evolution models derived from deep geophysical data. 59th EAGE Conference & Technical exhibition, Geneva. Extended Abstracts VI, P-105
- HEGEDŰS E., POSGAY K., TAKÁCS E. 1998: Determination of the spatial position of the main tectonic elements by deep seismic data in the Carpathian Basin. Abstracts of the 7th International Symposium on Deep Seismic Profiling of the Continents and their Margins. Barcelona, Spain, 131
- HEGEDŰS E., POSGAY K., TAKÁCS E. 1997: Medencefejlődési modellek összehasonlítása geofizikai mélyszondázási adatok segítségével. MGE. 26. Vándorgyűlés, Sopron. szept. 10–11. P2. poszter
- HORVÁTH F., ÁDÁM A., POSGAY K. 1998: A Pannon-medence kialakulása és szerkezetfejlődése. A Magyarhoni Földtani Társulat 150. Évfordulója. MTA
- KOVÁCSVÖLGYI S. 1995: DK-Magyarország gravitációs és földmágneses anomáliáinak értelmezése. Magyar Geofizika **36**, 3, 198-202
- POSGAY K., BARDÓCZ B., BODOKY T., ALBU I., GUTHY T., HEGEDŰS E., TAKÁCS E. 1997: A Hódmezővásárhely–Makói árok és a Békési medence nagymélységű nyírási zónái térbeli elhelyezkedésének közelítő meghatározása. Magyar Geofizika **38**, 2, 95-123
- POSGAY K., BODOKY T., HEGEDŰS E. 1998: Szeizmikus litoszféra- és asztenoszféra kutatás, eredmények és nyitott kérdések. Magyar Geofizika **39**, 3, közlés alatt

HIVATKOZÁSOK

- GYÖRFI I. 1994: DK-Magyarország és az Erdélyi Középhegység neogén medencéinek szerkezetfejlődése. Szakdolgozat. ELTE Földtani Tanszék, Könyvtár
- GROW J. A., POGÁCSÁS Gy., BÉRCZINÉ MAKK A., VÁRNAI P., HAJDU D., VARGA E., PÉRO Cs. 1989: A Békési-medence tektonikai és szerkezeti viszonyai. *Magyar Geofizika* 30, 2-3, 63-97
- GROW J. A., MATTICK R. E., BÉRCZI-MAKK A., PÉRO Cs., HAJDÚ D., POGÁCSÁS Gy., VÁRNAI P., VARGA E. 1994: Structure of the Békés basin inferred from seismic reflection, well and gravity data. *In: Basin analysis in petroleum exploration. (Eds.): TELEKI P. G., MATTICK R. E., KÓKAI J. Kluwer Ac. Pub. Dordrecht/Boston/London, 1-38*
- KILÉNYI É., KRÖLL A., OBERNAUER D., ŠEFARA J., STEINHAUSER P., SZABÓ Z., WESSELY G. 1991: Pre-Tertiary basement contour map of the Carpathian Basin beneath Austria, Czechoslovakia and Hungary. *Geophys. Trans.* 36, 15-36
- KOVÁCSVÖLGYI S. 1994: A Békési medence gravitációs és földmágneses anomáliáinak értelmezése az újabb ismeretek tükrében. *Magyar Geofizika* 35, 2, 90-94
- POPESCU M. N., LAZARESCU V. 1988: Recent vertical crustal movements in Romania: Spatial and temporal variations. *Journal of Geodynamics* 9, 187-197
- POSGAY K., BODOKY T., HEGEDŰS E., KOVÁCSVÖLGYI S., LENKEY L., SZAFIÁN P., TAKÁCS E., TIMÁR Z., VARGA G. 1995: Asthenospheric structure beneath a Neogene basin in south-east Hungary. *In: Interplay of extension and compression in basin formation. (Eds.): CLOETINGH S., D'ARGENIO B., CATALANO R., HORVÁTH F., SASSI W. Tectonophysics* 252, 467-484
- POSGAY K., TAKÁCS E., SZALAI I., BODOKY T., HEGEDŰS E., JÁNVÁRINÉ K. I., TIMÁR Z., VARGA G., BÉRCZI I., SZALAY Á., NAGY Z., PÁPA A., HAJNAL Z., REILKOFF B., MUELLER St., ANSORGE J., DE IACO R., ASUDEH I. 1996: International deep reflection survey along the Hungarian Geotraverse. *Geophys. Trans.*, 40, 1-2., 1-44
- RĂDULESCU F., DEMETRESCU C., BITER M., ANDREESCU M., RĂILEANU V., ENE M. 1985: Lithosphere structure along the Galați-Chișineu Criș and Iași-Turnu Măgurele profiles. *Rev. Roum. Phys., Bucharest* 30, 2, 151-160

BODOKY Tamás



SZARKA László,
PÁLYI András
és BODOKY Tamás

