

A lemeztektonika törvényszerűségeinek vizsgálata nemzetközi együttműködésben a litoszféra és az asztenoszféra tartományában

POSGAY KÁROLY¹ (témavezető)

OTKA nyilvántartási szám: T 4079

Az ELGI hetvenes évek elején kezdett kismélységi reflexiók kutatásai során sikerült átvilágítani a teljes litoszférát és helyenként az asztenoszférába is behatolni [POSGAY et al. 1981, 1995]. 1992-ben a PGT-4 (1. ábra) mentén magyar, kanadai és svájci együttműködésben folytatódottak a kutatások [HAJNAL et al. 1996]. A szelvény helyét úgy választottuk meg, hogy az eredmények a Kárpát-medence fiatal mélymedencéire legyenek jellemzők. A PGT-4 szelvény az Algyői hegyhát keleti lejtőjéről indult, keresztezte

- a Hódmezővásárhely–Makói árkot,
- a Pusztaföldvár–Battonyai hegyhátat és
- a Békési medencét.

A neogén üledékek vastagsága mind a Hódmezővásárhely–Makói árokban, mind a Békési medencében 6–7 km. A kutatás célja a mélymedencék keletkezésével és fejlődésével kapcsolatos tektonika, továbbá a folyadékok, gázok, szerkezeti csapdák elhelyezkedését kialakító hő- és mechanikus folyamatok tanulmányozása volt.

A szeizmikus, magnetotellurikus, geotermikus, mágneses és gravitációs adatoknak az egész litoszférára kiterjedő komplex értelmezése enyhe dőlésű medencefejlődési tektonikai modell vázolásához vezetett. A Basin and Range típusú extenziós modellhez hasonlóan a Hódmezővásárhely–Makói árok — és ettől DNy-ra a Dorozsmai árok — mélyre ható nyirási zónák, továbbá a Békési medence alatti alsó kéreg és litoszféra–asztenoszféra határ feldomborodása következtében alakult ki. Süllyedékek sora található NyDNy–KEK irányban DK-Magyarországon és Erdélyben [POSGAY et al. 1996].

Az új tektonikai modellhez vezető vizsgálatok során a szénhidrogén-kutatás számára érdekes mélységben levő szerkezeteket is sikerült meghatározni.

K. POSGAY: An international investigation of the rules of plate tectonic in the range of the lithosphere and the asthenosphere

Deep seismic reflection experiments initiated by the Hungarian Eötvös Loránd Geophysical Institute in the early 70's utilised low frequencies which penetrated the complete lithosphere and, in some localities, segments of the asthenosphere [POSGAY et al. 1981, 1995] as well. In 1992 the investigations were extended through an international seismic experiment carried out with the collaboration of Hungarian, Canadian and Swiss investigators [HAJNAL et al. 1996] along the reflection profile PGT-4 (Fig. 1). The location of the survey line was chosen to map deep structures beneath this rapidly-developed region of the inner Carpathians. The profile PGT-4 starting at the eastern flank of the Algyő High, crossed

- the Hódmezővásárhely–Makó Graben,
- the Pusztaföldvár–Battonya Ridge and
- the Békés Basin.

The Neogene sediments of both the Hódmezővásárhely–Makó Graben and the Békés Basin have a thickness of 6–7 km. A special aim of the study was to gain a better insight on the origin and formation of the deep sedimentary basins, their associated thermal and tectonic processes, injection of fluids, and the development of structural traps within the lower segments of these features.

The integrated interpretation of seismic, magnetotelluric, regional geothermal, geomagnetic and gravity data outlined a sketch of the complete lithosphere, suggesting a tectonic development described by low angle extensional basin forming models. Analogously to the Basin and Range type extensional model, the Hódmezővásárhely–Makó Graben and the Dorozsma Graben (to the South-west) were formed as a consequence of major deep-penetrating shear zones and an upswell of the lower crust and the lithosphere–asthenosphere boundary below the Békés Basin. A row of depressions running in WSW–ENE direction were located in South-east Hungary which are stretching over even to the Transylvanian region [POSGAY et al. 1996].

In addition to this new tectonic model, intriguing structures were mapped, at those depths which may be effective targets for oil and gas exploration.

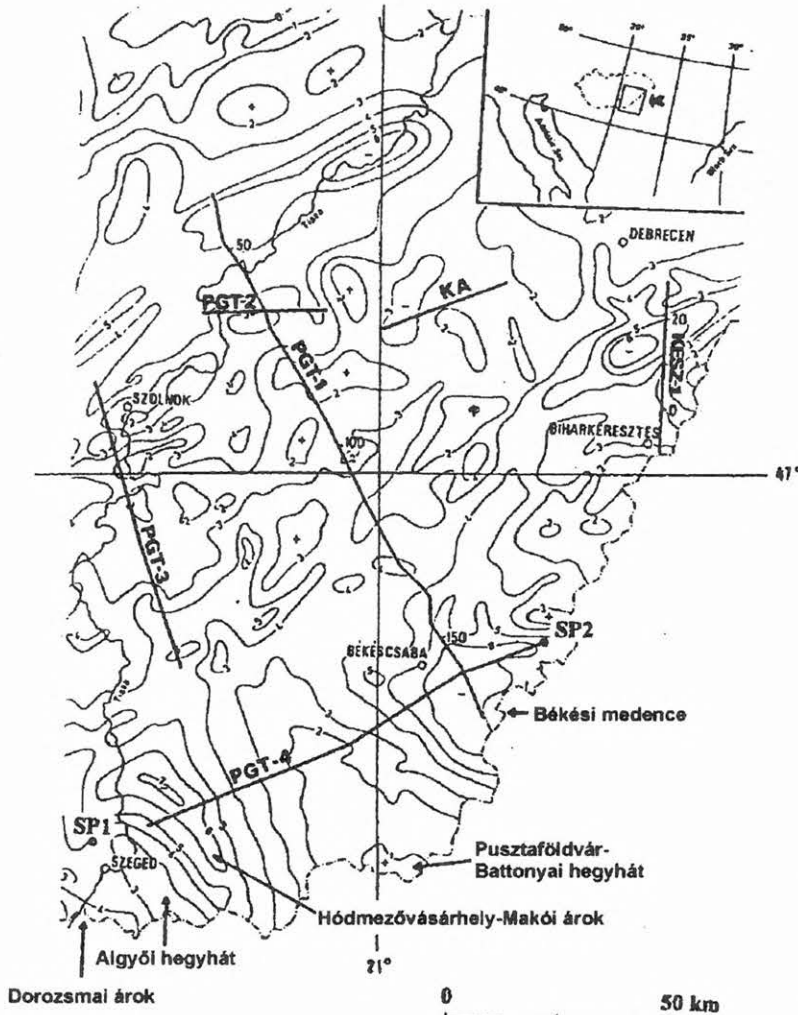
Magyar, kanadai és svájci együttműködésben DK-Magyarországon kismélységi reflexiók szeizmikus litoszféra-kutatásokat végeztünk 1992-ben. A nemzetközi

mérések jól illeszkedtek az ELGI negyed évszázados kísérletsorozatába, mellyel a szeizmikus reflexiók mélységi behatolását kívánta kiterjeszteni a felső köpeny kutatására. A kísérletek célja olyan terepi és feldolgozási metodika kialakítása volt, mellyel a nyersanyagkutató szeizmikus méréseknél használt frekvenciatartományánál több

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

oktávval kisebb frekvenciák is felhasználhatók. A nemzetközi mérés kulcsproblémája a refrakciós mérésekhez tervezett kanadai (PRS típusú) berendezések mélyreflexiós alkalmazása volt. A kísérlet sikerrel zárult. Az átviteli frekvenciatartományt sikerült 1–2 Hz-ig csökkenteni és a teljes litoszféra szerkezetét megismerni.

A PGT-4 jelű szeizmikus szelvény az algyői kiemelt szerkezet oldaláról indult, a Hódmezővásárhely–Makói árkot, a Pusztaföldvár–Battonyai medencealjzat felboltozódást és a Békési medencét harántolta (1. ábra).



1. ábra. DK-Magyarországon végzett mélyreflexiós kutatások helyszínrajza a terciér medencealjzat mélységtérképén [KILÉNYI et al. 1991]. A szintvonalak értékközét km-ben írtuk fel

Fig. 1. Location of the deep seismic reflection profiles in SE Hungary. The contour map of the basement (pre-Tertiary rocks) compiled by KILÉNYI et al. [1991] is also shown. Contour intervals are indicated in km

A kanadai berendezéssel párhuzamosan (kisebb fedésszámmal) az előző mélyreflexiós kutatásoknál használt (MDS-18 típusú) felszerelést is üzemeltettük tájékoztató összehasonlítás, továbbá a neogén üledékek és a preneogén medencealjzat jobb felbontású vizsgálata végett. A méréseket kiegészítettük a szelvényvégekre telepített, a mérés egész ideje alatt helyben maradó (svájci, magyar és kanadai) állomásokkal.

A terepi mérések tervezésében és kivitelezésében a három ország kutatói együttműködtek. A feldolgozás és ér-

telmezés feladatmegosztással folyt. Ebben a cikkben az ELGI-ben végzett feldolgozás szelvény irányú értelmezését ismertetjük.

A konszolidált litoszféra szerkezetét tanulmányozva a nagy behatolású szelvényből az alpi orogén alatt kialakult töréses, gyűrődéses szerkezetre következtethetünk. A szeizmikus kép arra utal, hogy a Hódmezővásárhely–Makói árok és az algyői medencealjzat magaslat között nyírási zóna tételezhető fel, amelyik az algyői szerkezet alatti, a Dorozsmai árok felé irányuló nyírási zónával együtt a

szelvény ÉK-i vége felé lejt [POSGAY et al. 1996]. A vázolt zónától ÉK felé, a Hódmezővásárhely–Makói árok alól kiinduló további nyírási zónák is feltételezhetők, azaz egy több km vastag, kis szilárdságú zónára lehet következtetni, amely értelmezésünk szerint döntő szerepet játszhatott az árok kialakulásában. Ez a nyírási zóna — enyhébb dőléssel — az alsó litoszférában is nyomozható. A PGT-4 mélyreflexiós és magnetotellurikus adatok szerint a litoszféra–asztenoszféra határ emelkedése a Békési medencén túl is valószínűnek látszik, azaz a Békési medence mély részéhez viszonyítva az astenoszféra felboltozódása ÉK felé helyezkedik el és elképzelhető, hogy az Algyői hegyhát felől lejtő, nyírási zóna ennek közelében végződik. A Hódmezővásárhely–Makói árok alatt a kéreg–köpeny határ és a litoszféra–asztenoszféra határ is csak enyhe domborulatot képez.

Az eredmények értelmezéséhez vázolt medencefejlődési modellünk szerint a szinrift fázisban a köpenylitoszférának az ÉK-i szelvényvég tájára eső része jobban megnyúlt, mint a köpeny–litoszféra többi része. Ennek következménye volt, hogy az Algyő felől lejtő nyírási zóna mentén litoszféra méretű megcsúszás következett be, létrehozva a Hódmezővásárhely–Makói árkot, a metamorf kőzetekből álló medencealjzatú, viszonylag vékony felső kéreggel jellemezhető Algyői hegyhátat és valószínűleg a Dorozsmai árkot is (2a. és 2b. ábrák). A köpenylitoszféra rendkívüli elvékonyodása a szelvény ÉK-i részén az astenoszférának az átlagosnál nagyobb megemelkedéséhez is vezetett. A viszonylag magasabbra került astenoszféra-résznek az átlagosnál korábbi és gyorsabb kihűlése a

meggyengült nyírási zóna közvetítésével a Hódmezővásárhely–Makói árok (és a Dorozsmai árok) további besüllyedéséhez vezetett (2c. ábra). Nézetünk szerint ezzel magyarázható, hogy a Hódmezővásárhely–Makói árokban anomális vastagságú üledék keletkezett annak ellenére, hogy az astenoszféra a Kárpát-medencére jellemző átlagos mélységben valószínűsíthető. Az astenoszférának a Kárpát-medencében történt regionális összehúzódása hatásaként értelmezzük az algyői és a Pusztaföldvár–Battonyai hegyhátak 5–7 millió évvel ezelőtti megcsúszását és elöntését (2c. és 2d. ábra).

A PGT-4 szelvényszakasz átlagos megnyúlására a kéregre 1,5 és a köpeny–litoszférára 2,5 értéket kaptunk, azaz egy kb. 100 kilométeres kéregszakasz kb. 150 km-re történt megnyúlása volt (nagyjából) azonos egy lényegesen rövidebb (kb. 60 km-es) köpeny–litoszféra szakasz megnyúlásával. (Ezt alátámasztja például, hogy az algyői nyírási zóna menti felső kéreg megcsúszásából kb. 15 km-es térmeghosszabbodásra következtethetünk.) A szelvény irányában egy — nagy vonalaiban szimmetrikus — süllyedéksor ismert [GYÖRFI 1994]. A külső süllyedékek félároként fejlődtek ki és fő töréseik a Békési és a szomszédos Zarándi medence felé lejtnek. A süllyedéksor és az azokat elválasztó hegyhátak Ny-ról K felé a következők: Dorozsmai árok, Algyői hegyhát, Hódmezővásárhely–Makói árok, Pusztaföldvár–Battonyai hegyhát, Békési medence, Zarándi (Zarand) medence, Béli hegység (Codru-Moma), Belényesi (Beius) árok, Királyerdő (Paduera Craiului), Báródi (Vad-Borod) árok, Réz (Plopiș) hegység. Feltételezhető, hogy a süllyedéksor keletkezése a litoszférának a Békési és a Zarándi medence alatti felszakadásával kapcsolatos nyírási zónarendszerre vezethető vissza [POSGAY et al. 1996]. Ezekben a medencékben és az alattuk elhelyezkedő litoszféra-részben következtethetünk a legjelentősebb magma-benyomulásra is.

Tudomásunk szerint a Kárpát-medencében végzett kisfrekvenciás reflexiós mérések az *első*k, ahol az eredményekből a teljes litoszféra szerkezete vázolható [POSGAY et al. 1981, 1995, 1996, HAJNAL et al. 1996]. Érdekesnek látszott, hogy a PGT-4-en kapott eredményeket összevessük olyan medencefejlődési modellel, amely a mérések értelmezését elősegítheti. A kapott eredmények emlékeztetnek WERNICKE [1981, 1985] medence-kialakulási modelljére. A felszíntől az alsó litoszféráig tartó nyírási zóna felszínközeli részén keletkezett a Hódmezővásárhely–Makói árok és feltételezésünk szerint a Dorozsmai árok. WERNICKE „Core Complex range”-ének helyén, a PGT-4 szelvény DNy-i részén is feldomporodik az alsó kéreg (a Dorozsmai árok és a Hódmezővásárhely–Makói árok között), és a litoszféra–asztenozsfera határnak a mélytörés-zóna mély része (a szelvényben ÉK) felé történő emelkedése valószínűsíthető.

Eltérést jelent WERNICKE modelljéhez viszonyítva a Hódmezővásárhely–Makói árok nagy mélysége és annak magyarázata.

A mélylitoszférára vonatkozó új ismereteken kívül a medencealjazat és a fiatal üledékek mélységéből is érdekes szerkezetekre lehetett a mérési adatokból következtetni, amelyek a nyersanyagkutatás, a nagyszerkezet megismerése és módszertani szempontokból is figyelemre méltók lehetnek.

Az új kutatási perspektívákat a kiemelt szerkezet lejtőin kialakult csapdák, illetve a liztrikus vető oldalán létrejött roll-over szerkezetek jelentik [POSGAY et al. 1996].

Köszönetnyilvánítás

Az ismertett eredmények alapját hazai és nemzetközi kutatások képezték. Ezúton is köszönjük az alábbi hatóságok és intézmények vezetőinek és az ott dolgozó kollégáknak, hogy részvételükkel, illetve támogatásukkal munkánkat elősegítették:

- 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 litoszféra-kutató tudományos társulás),
- Magyar Geológiai Szolgálat és jogelődje, a Központi Földtani Hivatal,
- MOL Magyar Olaj- és Gázipari Rt.,
- Ministry of Energy, Mines and Resources of Canada,
- Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (T 4079).

A kutatásokban, az eredmények feldolgozásában, értelmezésében és publikálásában együttműködők segítségét ezúton is köszönöm. Kiemelten kívánok köszönetet mondani TAKÁCS E., SZALAY I., BODOKY T., HEGEDŰS E., JÁNVÁRINÉ KÁNTOR I., KOVÁCSVÖLGYI S., TÍMÁR Z., VARGA G. (ELGI), BÉRCZI I., SZALAY Á., NAGY Z., PÁPA A. (MOL Rt.), ÁDÁM A. (MTA GGKI) HAJNAL Z., REILKOFF B. (University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada), MÜLLER St., ANSORGE J., DE IACO R. (Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich), ASUDEH I. (Geological Survey of Canada) kollégáknak, akiknek segítsége nélkül ez a széleskörű együttműködés nem jöhetett volna létre.

A TÉMÁBAN ELÉRT EREDMÉNYEKET AZ ALÁBBI HELYEKEN ISMERTETTÜK:

- ÁDÁM A., POSGAY K. 1997: A Pannóniai medence jelenlegi mélyszerkezeti vázlata. MTA Földtudományok Osztályának osztályülése, Budapest, május 5.
- ANSORGE J., MUELLER St., DE IACO R., POSGAY K., HEGEDŰS E., SZALAY I., TAKÁCS E., HAJNAL Z., REILKOFF B., ASUDEH I. 1996: A detailed lithospheric reflection/refraction survey in the South-eastern Pannonian Basin. EGS előadás
- HAJNAL Z., REILKOFF B., POSGAY K., HEGEDŰS E., TAKÁCS E., ASUDEH I., MUELLER St., ANSORGE J., DE IACO R. 1996: Crustal-scale extension in the central Pannonian basin. In: Seismic reflection probing of the continents and their margins. (Eds.): WHITE D. J., ANSORGE J., BODOKY T. J., HAJNAL Z. Tectonophysics 264, 191–204
- HEGEDŰS E., POSGAY K., TAKÁCS E. 1995: The role of the lower lithosphere during the evolution of the Békés basin: ILP 6th Workshop of the task force origin of „sedimentary basins”, Sitges, Italy
- HEGEDŰS E., POSGAY K., TAKÁCS E., HAJNAL Z. 1996: A postulated model of the basin evolution derived from deep reflection data. Abstracts of the 7th International Symposium on Deep Seismic Profiling of the Continents. Asilomar, California, 93
- 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, V1, P-105

TOVÁBBI IRODALOM:

- HEGEDŰS E., POSGAY K., TAKÁCS E. 1997: Medencefejlődési modellek összehasonlítása geofizikai mélyszondázási adatok segítségével. Az MGE 26. Vándorgyűlése, Sopron, szeptember 10–11. P2 poszter
- KOVÁCSVÖLGYI S. 1995: DK-Magyarország gravitációs és földmágneses anomáliáinak értelmezése. Magyar Geofizika 36, 3, 198–202
- KOVÁCSVÖLGYI S., OCSÉNÁS P. 1997: Klaszter analízis alkalmazása felszíni geofizikai adatok komplex értelmezésében. Magyar Geofizika 38, 1, 59–66
- POSGAY K., TAKÁCS E., SZALAY I., BODOKY T., HEGEDŰS E., JÁNVÁRINÉ K. I., TÍMÁR 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. Geoph. Trans. 40, 1–2, 1–44
- TAKÁCS E., POSGAY K., HEGEDŰS E., HAJNAL Z. 1996: A study on deep reflection data with the aim of detecting hydrocarbon inside the pre-Tertiary basement. Abstracts of the 7th International Symposium on Deep Seismic Profiling of the Continents. Asilomar, California, 94
- GYÖRFI I. 1994: DK-Magyarország és az Erdélyi Középhegység neogén medencéinek szerkezetfejlődése. Szakdolgozat. ELTE Földtani Tanszék, Könyvtár
- 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. Geoph. Trans. 36, 15–36
- POSGAY K., ALBU I., PETROVICS I., RÁNER G. 1981: Character of the Earth's crust and upper mantle on the basis of seismic reflection measurements in Hungary. Earth Evol. Sci., Vieweg, Wiesbaden. 1, 272–279
- POSGAY K., BODOKY T., HEGEDŰS E., KOVÁCSVÖLGYI S., LENKEY L., SZAFIÁN P., TAKÁCS E., TÍMÁR Z., VARGA G. 1995: Asthenospheric structure beneath a Neogene basin in southeast Hungary. In: Interplay of extension and compression in basin formation. (Eds.): CLOETINGH S., D'ARGENIO B., CATALANO R., HORVÁTH F., SASSI W. Tectonophysics 252
- WERNICKE B. 1981: Low-angle normal faults in the Basin and Range Province: nappe tectonics in an extending orogen. Nature 291, 645–648
- WERNICKE B. 1985: Uniform-sense normal simple shear of the continental lithosphere. Can. J. Earth Sci. 22, 108–125

POSGAY Károly



ÁDÁM Oszkár, POSGAY Károly, TAKÁCS Ernő

