



A Kárpátok-régió jelenkori függőleges irányú mozgásai vizsgálatának eredményei és problémái

Dr. Joó István egyetemi tanár, Nyugat-Magyarországi Egyetem
Geoinformatikai Főiskolai Kar

A földkéreg mozgásait az irodalom célszerűen általában vízszintes, illetőleg magassági irányú összetevők szerint tárgyalja. Mindkettőnél kiemelkedő szerepe van az ismételt nagypontosságú geodéziai méréseknek.

A kéreg vízszintes irányú mozgásait első alkalommal Wegener fogalmazta meg (1915, kontinensvándorlás). Igazi térhódítására azonban csak a földtudományok kifejlődése révén kerülhetett sor (1960-as évek), virágzása pedig az űrkuatások korában kezdődhetett (műholdgeodézia; ezen belül: SLR, VLBI, GPS, űrgravimetria stb. és már leginkább 3D-ben).

Egészen másképpen alakult a kéregmozgások magassági (vertikális) irányú összetevőjének vizsgálata; mivel a szabatos szintezések révén már a XX. sz. első felében lehetővé vált a magasság-különbségek néhánytized-milliméteres ($m=0,5; \text{mm} \cdot \sqrt{L_{\text{km}}}$) megbízhatóságú meghatározása. Ez a körülmény magyarázza meg, hogy a függőleges irányú mozgások témakörben miért jelenhettek meg a XX. sz. közepétől egyre nagyobb számban imponáló tanulmányok, illetőleg térképek. Ugyanakkor a műholdgeodéziai technikák révén kapott magassági koordináták ennél kisebb megbízhatóságúak. Pontosabban a GPS-mérésekből levezethető ellipszoid feletti magasságok szükségszerű összevonása a geoidundulációs értékekkel rontja az így kapott magasságok megbízhatóságát.

E bevezetés keretében utalni kell arra a sajátosságra is, hogy bár rendszeresen „kéregmozgásról” beszélünk, ugyanakkor a mérésekhez szükséges alappontok a Föld felszínén vannak. Emiatt a függőleges irányú mozgásoknál (feltöltődéses területeken) külön vizsgálatok révén tudunk csak következtetni az alapkőzet mozgására.

A továbbiakban röviden áttekintjük a függőleges irányú mozgások vizsgálatának eredményeit és főbb hazai termékeit. Ezt követően ismertetjük a Kárpát-medence (Kárpátok-régió) mozgásai együttes bemutatásának indokait és magát a térképet; a szerkesztés sajátosságaival, problémáival együtt.

1. A Kárpát-medence és a Kárpátok függőleges irányú mozgásainak vizsgálata

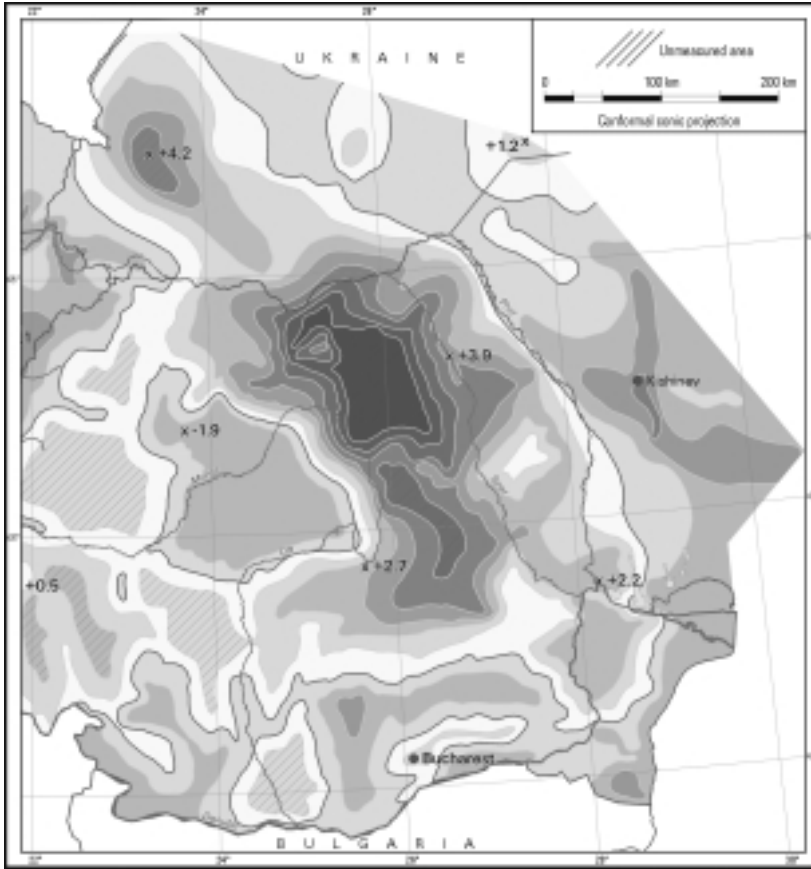
A Kárpátok térségéhez közvetlenül tartozó országok (Szlovákia, Magyarország, Ukrajna, Románia) vizsgálatai többé-kevésbé hasonló módon folytak. Az érintett országok mindegyikében korábban már számos egyéni vizsgálatra és azok publikálására került sor. Magyarország esetében elsősorban Bendefy L., Miskolczi L. és Csatkai D. munkásságát kell megemlíteni.

Az egykori közép-európai szocialista országok területén nagy jelentőségű volt a korábbi Szovjetunió Tudományos Akadémiájának (SzUTA) kezdeményezése. Ennek alapján, a SzUTA koordinálása mellett és a résztvevő országok geodéziai szolgálatainak bekapcsolásával, 1968-tól jelentős vizsgálati program indult. Ez a vizsgálat kiterjedt az NDK-tól kiindulva a tagországok teljes kelet-európai területére (az Uralig).

A vizsgálat eredményei alapján egy kéregmozgási térkép született (m.a.: 1:2,5 millió, izovonalköz 2mm/év). A térképet az 1971-ben Moszkvában rendezett IUGG plenáris ülésén mutatták be, a sokszorosított példányokat pedig 1973-ban adták ki.

Mivel Magyarország és a környező országok számára célszerűbb volt **egy szűkebb földrajzi régió mozgásait külön vizsgálni**, ezért a szerző javaslatára 1975-től létrejött a Kárpát-Balkán Régió mozgásait vizsgáló külön program (KBR). Az ennek keretében folyó vizsgálatok a múlt század kilencvenes éveinek közepéig tartottak, koordinálását végig Magyarország (ezen belül Joó I.) végezte; a magyar közreműködők pedig Czobor Á., Füry M., Gázsó, M., Németh Zs. és Thury J. voltak.

A KBR program eredményei térképek és részletes műszaki leírás formájában jelentek meg (lásd irodalom). Ezek közös jellemzői: 1:1 milliós m.a.-ú térképek (1979, 1985 és 1991). Ugyanakkor Magyarország részéről 1995-re elkészült egy nagyobb pontosságú, és részletesebb digitális mozgástérkép



1. ábra Románia és Nyugat-Ukrajna függőleges irányú mozgásai (értékköz: mm/év, a köték hasonlóképpen mm/év-ben értendő)

(Joó, I. 1995). Ennek jellemzői: m.a.= 1:500 000, vetület: EO, izovonalköz 0,5 mm/év.

Az előzmények és a vizsgálatok termékeinek birtokában (elsősorban geofizikusok és geológusok oldaláról) fogalmazódott meg az az igény, hogy a Kárpátok-régió területére (a balkáni országok kivételével) készüljön egy kisebb méretarányú, de már digitális (lehetőleg színes) kéregmozgási térkép. A térkép összeállításának problémáit és magát a térképet a következő fejezetben ismertetjük.

2. A Kárpátok-régió függőleges irányú mozgásai és azok térképi bemutatása

Az együttes mozgástérkép elkészítését segítette az a körülmény, hogy az érintett országok mindegyike résztvett a korábbi (egyrészt a SzUTA, másrészt Magyarország által koordinált) vizsgálati munkákban. Az így született adatok

(anyagok) tehát rendelkezésre álltak.

Ugyanakkor gondot okozott, hogy a KBR-program keretében grafikus térképek készültek; Magyarország egész területére pedig a szerző már digitális térképet szerkesztett (Joó, 1995). És – mint már említettük – ennek az új (Kárpátok-régió) mozgástérképnek célszerűen ugyancsak digitálisnak kellett lennie.

A szerkesztés során így további nehézségek adódtak:

- Különböztek a vetületek. A hazai térkép már EO-ben készült, míg a KBR térképeknél szög-tartó kúpvetület került alkalmazásra.

- Eltérőek voltak a méretarányok 1:500 000 (Magyarország), illetve 1:1 millió (a többi résztvevő esetében).

- Eltérő részletességgel lett ábrázolva a tematika (mozgás-sebesség):

Magyarország esetében 0,5 mm/év, a többi esetben pedig 1 mm/év értékkel.

A nehézségek feloldását segítette az a körülmény, hogy elegendő volt az $\approx 1:4$ milliós m.a. (A/4-es méret). Végeredményben megtartottuk a szög-tartó kúpvetületet (hiszen a kérdéses terület nagyobbik része elevelen áll rendelkezésre). Sajnos a Magyarország területére vonatkozó részletes sebesség-anyagot generalizálni kellett (0,5 mm/év értékközről 1,0 mm/évre). Emellett egyes esetekben (Románia, Ukrajna, Szlovákia és Magyarország) a szerkesztés során az izovonalakat kis mértékben módosítottuk, amelyet a rendelkezésre álló újabb adatok-, illetve a sebesség-kép és a földtani-morfológiai adatok közötti nagyobb összhang igényelt.

Azokon a hegyvidéki területeken, ahol a tendenciák megbízható bemutatásához nem álltak rendelkezésre kellő részletességű mérési adatok, ott az ábrázolás bizonytalanságára vonalkázással hívjuk fel a figyelmet.



2. ábra Magyarország és Szlovákia vertikális mozgásainak térképe (adatok mm/évben)

A mozgássebességek térképi bemutatásánál alkalmazott színfokozatos ábrázolás nagy mértékben segíti a kérdéses terület vertikális mozgásainak együttes érzékelését és értelmezését. Bár így a színfokozatok (skálája révén) az egyes körzetek mozgásai már jól értelmezhetők, ezt még segítik a kódték, amelyek 0,1 mm/év élességgel mutatják a kérdéses hely sebességét.

A folyóirat mostani számának hátsó (külső) borítóján bemutatott mozgástérképről a következők olvashatók le.

A Kárpát-régió leghatározottabban emelkedő része a Keleti-Kárpátok ($\approx 7,0$ mm/év), továbbá a Keleti-Kárpátok északi részén, az Ukrajnához tartozó terület (4,2 mm/év).

Ukrajnának a régióhoz tartozó többi részén általában kisebb emelkedések mutatkoznak (maximum 1,2 mm/év), illetőleg a maximális süllyedés (Kisinyov) 2–3 mm/év). A Déli-Kárpátok egyes részein – a romániai mérések szerint – maximum 2,0 mm/év az emelkedés. Ugyanez az Erdélyi-középhegységénél (1–2) mm/év sebességgel jellemezhető (1. ábra).

Románia területén a süllyedések mértéke nem lépi túl a $-(2-3)$ mm/év értéket, (lásd Olténiát, illetőleg a Duna-mentén Calafat térségét). Az Erdélyi-medence általában süllyed (max. 1,9 mm/év).

A hazai vertikális mozgások bemutatását már több alkalommal elvégeztük, ezért ezt most csak röviden ismertetjük; Délnyugat-Dunántúl emelkedik, az alföldek (Nagyalföld, Kisalföld) süllyednek. Maximális a süllyedés a Tisza vonalán és a Körös-vidéken. Bizonytalan az Északi-középhegység mozgása (szerényebb emelkedés); lásd 2. ábrát.

A legújabb vizsgálatok azt mutatják, hogy a Szeged környékén észlelt 4,4 mm/év süllyedés Szegedtől északra az eddig ismertnél határozottabban érvényesül a Tisza mentén, egészen Csongrádig. Ezen kívül a Körösök vidékének süllyedő jellege (valószínűleg) határozottabb annál, mint amit az eddigi mérések mutattak.

A függőleges irányú mozgások tekintetében sajtós képet mutat Szlovákia (2. ábra). Figyelemre méltó egyrészt az, hogy a Vág középső szakaszán erős süllyedés adódott ($-2,2$ km/év), másrészt, hogy a mérések nem mutattak ki határozottabban emelkedést a Nyugati-Kárpátok területén. Sőt Közép- és Kelet-Szlovákia nagy részén általános az „enyhe süllyedő” jelleg, és csak a Magas-Tátra környékén mutattak a mérések szerény, mérésekkel alig igazolt (a magyar Északi-Középhegységhez hasonló) emelkedést.

A magunk részéről természetesen a rendelkezésre álló szlovák mérési adatok alapján ábrázoltuk a szlovák terület mozgásait. Ugyanakkor fel szeretnénk hívni a figyelmet egyrészt a léckomparálási hibára (különösen hegyvidéken), másrészt a földtani-geofizikai (tektonikai) jellemzők felhasználásának fontosságára. Ezek szem előtt tartásával bizonyosan nagyobb összhang lesz a Tátra-hegység és a Fáttra-vidék jól ismert földtani-morfológiai jellemzői és a kimutatott vertikális mozgások között is.

Összefoglalva a leírtakat; a szerző a bemutatott térkép megszerkesztésével kívánta segíteni a Kárpátok-térség földtani-geofizikai jellemzőivel foglalkozó kollégák munkáját. Természetesen a szerkesztésnél a szerző az érintett országok által végzett mérések adatai által megszabott határon belül mozoghatott. A szerkesztés során érzékelhetők voltak azok az ellentmondások, korlátok is, amelyek feloldása révén még részletesebb és megbízhatóbb, továbbá a földtani-geofizikai adatokkal nagyobb összhangot mutató mozgásjellemzőkhöz juthatunk.

Ezek a következők:

- Szlovákia területén a viszonylag sűrű vizsgálati hálózat mérési adatainál célszerű lenne a szabályos hibák jelenlétét külön is vizsgálni. Például a léckomparálási hiba megjelenését felerősítheti a felszín tagoltsága és a nagyobb magasságkülbségek. (Ugyanez érvényes Magyarország esetében az Északi-középhegységre is!)

- Magyarország esetében sürgős az EOMA II. és III. r. szintezések mielőbbi befejezése és az I. r. (0-ad r.) hálózat újramérése. Ezt követően lehet kiszűrni az eddig használt mérések esetleges

gyenge (vagy hibás) adatait és még megbízhatóbb mozgásképet levezetni.

– Az ismételt geodéziai mérések révén számítható sebesség-értékek önmagukban nem elegendők az egyes körzetek (régiók) mozgásainak leírásához. A szerkesztésnél fel kell használni a térség földtani, geofizikai (tektonikai), földrajzi (morfológiai és vízrajzi) jellemzőit is.

– Ugyancsak kiemelt fontosságú az adott térség tipikus földtani-geofizikai jellemzői és az ismételt geodéziai mérésekből levezethető mozgások rejtettebb összefüggéseinek részletes feltárása. Ezek ismeretében nagyobb biztonsággal lehet a vizsgálati vonalak közötti jelentős („felméretlen”) területek mozgásjellemzőit megbecsülni, illetőleg az elkerülhetetlen interpolálást célirányosabban végezni.

A leírtak érvényesítése (megvalósítása) révén lehet a mozgásjellemzőket részletesebben feltárni mind Magyarország, mind pedig a Kárpátok-régió területén.

IRODALOM

Fülöp J. (1989): Bevezetés Magyarország geológiájába (Akadémiai Kiadó, 1989, 246 old.)

Horváth, F.–Cloetingh, S. (1996): Stress-induced late-stage subsidence anomalies in the Pannonian basin (Elsevier, Tectonophysics, 1996, pp 287–300.)

Jakucs L. (1993): Általános Természeti Földrajz I. (JATEpress, Szeged, 1993, 359 old.)

Joó, I. (editor-in-chief) 1985: Map of RVM in the Carpatho-Balkan Region, scale 1:1000000 (Cartographia, Budapest, 1985)

Joó, I. (editor-in-chief) 1991: Horizontal Gradients of Velocities of RVM in the Carpatho-Balkan Region is based on measured data (Cartographia, Budapest, 1991, scale 1:1 000 000.

Joó, I.–Monhor, D. (1993): 4-dimensional Least Squares Regression Hyperplane for the Connection between RVM and Certain Geological Characteristics in the Area of West-Hungary (Proceedings of the CRCM'93, Kobe, Japan, Dec. 6–11.1993 pp 113–116.)

Joó, I. (editor) 1995: The National Map of Vertical Movements of Hungary; digital map (College for Surveying, Székesfehérvár, scale 1:500000)

Joó, I.–Monhor, D. (1994): On a Model of RVM (Proceedings of Peremulter Workshop on Dynamic Deformation Models; Haifa, Israel, Aug. 29.–Sept. 1994 pp. 171–177.

Joó, I. (editor)–*Guszlev, A.* (cartographic design) 2002: Map on Recent Vertical Movements of the Carpathian Region (College of Geoinformatics, Székesfehérvár, scale ≈1:4,4 million)

Mescherikov, J. A. (editor-in-chief) 1973: Map of Recent Vertical Crustal Movements (RVM) of Eastern Europe (Moscow, 1973, scale 1:2500000)

Nemesi, L.–Hobot, J.–Kovácsvölgyi, S.–Milánkovich, A.–Pápa, A.–Stomfai, R.–Varga, G. (1994): A Kisalföld medencealjzatának és kéregszerkezetének kutatása az ELGI-ben 1982–90 között (Geophysical Transactions, 1994. Vol.39. No.2–3. pp 193–223.

Rónai, A. (1974): Size of Quaternary movements in Hungary's area (Acta Geod. Hung., 18, pp 39–44.)

Stefanescu, M. (1983): General remarks on the Eastern Carpathian flisch and its depositional environment (Rev. Roum. Geod. Géophys. Géogr. 27., pp 59–64.)

Results and problems in the investigation of the recent vertical movements in the Carpathian Region

Joó, I.

Summary

In the territory of Middle and East Europe the Recent Vertical Movements (RVM) many times were investigated using precise geodetic, oceanographic and geologic data. The results were published in graphical form (maps) either by Academy of Sciences of the former U.S.S.R. or by the Hungarian National Survey (for the Carpatho-Balkan Region, CBR). Taking into account the increased importance of the Carpathian Region the movement tendencies were supplementary investigated. As a result of investigation the enclosed digital map has been constructed and in the text the most important characteristics and the future targets have been highlighted.