

# GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA

56. ÉVFOLYAM

2004

7. SZÁM

## A jelenkori függőleges felszínmozgások és három földtani jellemző kapcsolatának vizsgálata a Középső-Tisza környékén és a Körös-vidéken

*Pájer Tímea* mérnök – *dr. Joó István* egy. tanár – *Balázsik Valéria* főisk. adj.;  
Nyugat-Magyarországi Egyetem Geoinformatikai Főiskolai Kar, Székesfehérvár



### Bevezetés

A jelenkori függőleges felszínmozgások vizsgálatának figyelemre méltó nemzetközi és hazai irodalma van. A vizsgálatok első szakaszában az ismételt geodéziai mérésekből (szabatos szintezés) a mozgások sebességének megismerése volt a cél. Ezt követően került előtérbe a mozgássebességek és néhány kiválasztott földtani/geofizikai jellemző feltételezett (kvantitatív) kapcsolatának vizsgálata és ezek eredményeinek felhasználásával a mozgások modellezése. Ezen utóbbi vizsgálatok Magyarországon jelenleg is rendszeresen folynak.

A vizsgálatok első szakasza (Magyarország és a környező országok vonatkozásában) az elmúlt század kilencvenes éveinek közepéig tartott. Ezeket először az egykori Szovjetunió Tudományos Akadémiája (SzUTA) fogta össze; majd – a Kár-

pát-Balkán-régió (KBR) vonatkozásában – Magyarország (*Joó I.*) koordinálta.

E vizsgálat-sorozatot hazai vonatkozásban az 1:500 000 méretarányú (és 0,5 mm/év alapszintközű) Nemzeti vertikális kéregmozgási térkép tette be (*Joó I.*, 1995). Ez a térképmű – a felhasznált geodéziai mérési adatok megbízhatósága szabta határokon belül – részletes képet nyújt a magyarországi mozgásokról. (Ennél megbízhatóbb mozgásjellemzőkre csak akkor számíthatunk, ha megtörténik az egykori „0-ad rendű”, azaz az EOMA I. r. hálózat újra mérése.) Az 1995-ben elkészült térkép jó alapot nyújt a következő fázis vizsgálataihoz.

A vizsgálatok második szakasza egyrészt a földtani/geofizikai adatok és a geodéziai mérésekből levezetett sebességek együttes elemzését jelentette, másrészt pedig a matematikai statisztika módszereinek felhasználását; regressziós-korrelációs analí-

zis, többváltozós lineáris modellezés stb. Megjegyezzük, hogy tudomásunk szerint a magyar geodéziai szakirodalomban a korrelációs együtthatók első érdemi alkalmazására a hazai felsőrendű hálózatok összehasonlításánál került sor (lásd. *Joó*, 1979).

A hazai vizsgálatok ezen második szakaszánál először a mozgássebességek és az alapkőzet-mélység együttes vizsgálata történt meg, majd ez kibővült a szeizmikus kockázattal, továbbá a Faye-féle anomáliák jellemzőivel. (Azért csak a Faye-féle anomáliákkal, mert a rendszerváltásig a Bouguer-féle anomáliák titkos minősítésűek voltak.) Később már hozzá lehetett férni a Bouguer-féle anomália értékeihez. Ugyanakkor – figyelemmel az elvégzett vizsgálatok tapasztalataira – a szeizmikus kockázat értékei elhagyásra kerültek.

További sajátosság, hogy előbb a páronkénti korrelációs együtthatók számítása és felhasználása folyt, majd sor került a többváltozós lineáris modellek alkalmazására; ennek keretében a ki-egyenlítés alkalmazására (az utóbbi években a kollokáció bekapcsolására) is.

A többváltozós lineáris modellek esetében előbb (1+4) változós, majd (a szeizmikus kockázat elhagyása után) a legtöbb esetben (1+3) változós modellek levezetése történt meg.

A korrelációs együtthatók számításánál mára az a gyakorlat alakult ki, hogy előbb számítják az előzetes (páronkénti) korrelációs együtthatókat, majd ezt megismétklik a már kiegyenlített adatok felhasználásával.

Az egyes programok keretében vizsgált pontok geometriai (földrajzi) elhelyezkedése tekintetében meglehetősen változatos a kép. Előbb – egyes jól elhatárolható földrajzi egységre – szabályos hálózatot használtak (*Joó–Szócs*, 1992), továbbá *Joó–Monhor*, 1993 és 1994), később elsősorban kijelölt vizsgálati vonalak szabályos távolságra lévő pontjai adatait használták. Ezeknél az egyes adtafajta-mezőkre már felületmodelleket vezettek le, és ezekből – rendszeren 3 km-es felbontással – (a pontok EOVS koordinátái ismeretében) lehet nyerni a vizsgálatához szükséges bemenő adatokat. Ezt a módszert alkalmazták a következő esetekben: *Joó–Balázsik–Gyenes*, 2000, továbbá *Molnár Kr.*, 2003 és *Mogyorósi P.*, 2004).

Előzetesen már itt megjegyezzük, hogy az általunk végzett vizsgálatnál újra – a kiválasztott területen szabályosan elhelyezkedő pontmező – került alkalmazásra.

A következőkben bemutatjuk egyrészt a vizsgált terület jellemzőit, az alkalmazott eljárást és a kapott eredményeket.

## 1. A Körös-vidék (Tisza középső szakasza) vizsgálata

A vizsgálat elsődleges célja az volt, hogy a kijelölt jelentős területen összefüggően megismerjük a levezetett mozgássebességeket és a három földtani jellemző [alapkőzet-mélység (K), Bouguer-féle nehézségi anomáliák (G) és földi hőáramok (H)] közötti kapcsolatot. Ennek érdekében minden relációban ki kellett számítani a kapcsolat erősségét kifejező korrelációs együtthatókat ( $r_{S/K}$ ,  $r_{S/G}$ ,  $r_{S/H}$ ,  $r_{K/G}$ ,  $r_{K/H}$  és  $r_{G/H}$ ), és (a bennünket különlegesen érdekítő  $r_{S/K}$ ,  $r_{S/G}$  és  $r_{S/H}$  viszonylatában) a kapott r-értékeket korszerű módon, térképi formában is be kívántuk mutatni, ahol

r korrelációs együttható, továbbá

$r_{S/K}$ ,  $r_{S/G}$ ,  $r_{S/H}$  (stb.) sorra a sebesség és alapkőzet-mélység (S/K), a sebesség és nehézségi anomália (S/G), továbbá a sebesség és a földi hőáramok stb. közötti kapcsolat erősségét méri.

A vizsgálat másik célja annak kiderítése volt, hogy a korrelációs együtthatók értékét befolyásolja-e, és ha igen, akkor milyen mértékben az alkalmazott szabályos háló pontjainak egymástól való távolsága. Ennek érdekében a kijelölt területen kétféle felbontással (sűrűséggel) vettük fel a hálózati pontokat.

### 1.1. A vizsgálati hálózat bemutatása

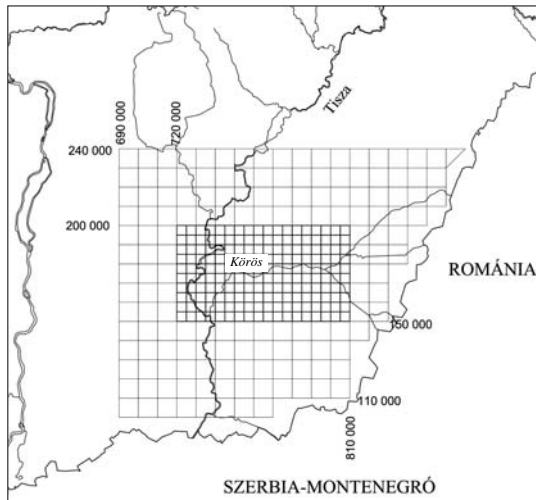
A hálózat földrajzi elhelyezkedését az 1. ábra mutatja. (Az itt látható számok az EOVS koordinátákat mutatják.)

Látható, hogy a teljes hálózat – nyugat-keleti értelemben – a Duna-Tisza-közéttől a román határig terjed, észak-déli értelemben pedig a Marostorkolattól Kisköre magasságáig. Ezt a kiterjedt területet 10x10 km-es hálóval fedtük be, amelynél a 15 vizsgálati vonal teljes hossza 2240 km.

Ugyanezen a területen belül (középen) látható az 5x5 km-es hálózat is, amely északon kb. a Zagyva torkolatától tart Csongrádig, a Körös beömléséig. E sűrűbb hálózat vonalainak teljes hossza 1980 km.

Szeretnénk még külön is megvilágítani, hogy miért éppen a Középső-Tisza, illetőleg a Körös-vidéket választottuk. Ennek oka egyrészt abban keresendő, hogy a terület meglehetősen sík, emiatt nagyobb esély volt arra, hogy az ismételt szintezések eredményeit csupán csekély léckomparálási hiba terhelheti, másrészt itt a már előzetesen ismert földtani jellemzők eléggé változatos képet mutattak.

Figyelembe vettük azt a körülményt is, hogy ezt a területet már további öt (korábbi) vizsgálati vo-



1. ábra A vizsgált terület 10x10 km-es és 5x5 km-es hálózata

nal harántolta. Így (a későbbiekben) jó alkalom kínálkozhat az egyes vizsgálatok eredményeinek összevetésére.

### 1.2. A vizsgálati modell és a számítások rövid bemutatása

A mostani eljárásoknál is alkalmazott eljárásról (modell, kiegyenlítés és egyéb számítások) már viszonylag részletes tájékoztatás jelent meg (Joó–Balázsik–Gyenes, 2000). Így itt csupán a feltételi egyenletek szerkezetét mutatjuk be.

A vizsgálathoz használt adatok kiegyenlítésénél az alábbi alakú feltételi egyenleteket alkalmaztuk:

$$S \cdot S_0 + v_S + s_S = A(K + v_K + s_K) + B(G + v_G + s_G) + C(H + v_H + s_H), \text{ ahol}$$

S: a vertikális mozgás sebessége [mm/év]

$S_0$ : átlagos sebesség

v: javítások

s: jelek

K: alapkőzet-mélység [km]

G: Bouguer-féle nehézségi anomália [mW]

H: földi hőáramok [mW/m<sup>2</sup>].

A kiegyenlítést – a korábbi vizsgálatok tapasztalataira támaszkodva – 22-elemű blokkokra bontva végeztük el; mind a 10x10 km-es, mind pedig az 5x5 km-es hálózat esetében. (A blokkok száma a 10x10 km-es hálózatnál tíz, az 5x5 km-esnél pedig kilenc volt.)

A kollokáció gyakorlatának megfelelően (fokozatos közelítés) a harmadik kiegyenlítésnél már kedvező eredményhez jutottunk.

### 1.3. A korrelációs együtthatók számítása

Az összesen 19 blokk kiegyenlítése alapján számított korrelációs együtthatóknak mintaképpen

csupán egy részét (5x5 km-es háló) mutatjuk be az I. táblázatban.

A táblázat első oszlopában a nyugat-keleti irányú vonalak „szelvénykilométerei” található; a táblázaton kívül pedig arról is tájékozódhatunk, hogy a kiegyenlítés során mely sorok tartoztak ugyanabba a kiegyenlítési csoportba (blokkba). A blokkok azonosítását segítő, az egyes blokkokat vízszintesen futó vastagabb vonalak határolják.

Az I. táblázat további részeit vastag függőleges vonalakkal elhatároló négy oszlop mindegyikében a korrelációs együtthatók értékei láthatók. Bennünket természetesen az első oszlop-csoport adatai érdekelnek ( $r_{S/K}$ ,  $r_{S/G}$  és  $r_{S/H}$ ).

Az egyes számoszlopok adatait vizsgálva hamar megállapíthatjuk, hogy a korrelációs együtthatók értékei az első tizedes helyen egyáltalán nem, a második helyen néha és leginkább csupán a harmadik tizedeshely értékei változnak. (Ez már előre vetíti azokat a gondokat, amelyekkel később az együtthatók izovonalas térképi ábrázolásainál találkozunk.)

Amint a táblázatból látjuk, mindegyik blokk mindegyik vonalára (az összes lehetséges relációban) számítottuk a korrelációs együtthatókat. A korrelációs együtthatók jobb áttekinthetősége érdekében külön is bemutatjuk a blokkonkénti átlagos korrelációkat (de itt már elhagytuk az összes – az S értékeket nem tartalmazó – relációk átlagait).

A II. és III. táblázatban viszont már blokkonként megadjuk a korrelációs együtthatók átlagértékeit; egyrészt a 10x10, másrészt az 5x5 km-es háló vonatkozásában.

A IV. táblázatban kifejezetten az  $r_{S/K}$ ,  $r_{S/G}$  és  $r_{S/H}$  értékeket állítottuk össze mind a 10x10 km-es, mind pedig az 5x5 km-es háló esetében.

Ennél a táblázat alján mindig megadjuk a blokkonkénti „átlagértékek átlagait” is.

Felhívjuk a figyelmet arra az egyébként jól ismert tényre, hogy egy vizsgált sokaság bármilyen fajta tulajdonságát (bennünket a földrajzi elhelyezkedés érdekel) azok elemei képviselik, így az ezekből képzett átlagok már erősen „simítottak”! De különösen érvényes ez az „átlagok átlagára”, amelynél ezt az átlagolást kétszer alkalmaztuk. Ennek megfelelően igen határozottan kell értékelni a IV. táblázat (5x5 km) utolsó oszlopában található  $r_{S/H} > 0,80$  átlagértékeket, de különösen az ugyanezen oszlop utolsó sorában látható  $r_{S/H} = 0,6$  értéket (0,594), amely az összesen kilenc blokk „átlagainak átlagaként” adódott.

Korrelációs együtthatók értékei (5x5 km-es hálózat, 5-ös blokk) I. táblázat

Szelvény	Sebesség			Közetmélység			Anomália			Hőáram			
	[km]	Közetm.	Anomália	Hőáram	Sebesség	Anomália	Hőáram	Sebesség	Közetm.	Hőáram	Sebesség	Közetm.	Anomália
5-ös vonal	0	-0,560	0,437	-0,800	-0,560	-0,254	0,803	0,437	-0,254	-0,452	-0,800	0,803	-0,452
	5	-0,563	0,440	-0,800	-0,563	-0,254	0,803	0,440	-0,254	-0,452	-0,800	0,803	-0,452
	10	-0,562	0,438	-0,800	-0,562	-0,254	0,803	0,438	-0,254	-0,452	-0,800	0,803	-0,452
	15	-0,552	0,430	-0,798	-0,552	-0,254	0,801	0,430	-0,254	-0,450	-0,798	0,801	-0,450
	20	-0,559	0,437	-0,800	-0,559	-0,254	0,802	0,437	-0,254	-0,451	-0,800	0,802	-0,451
	25	-0,563	0,440	-0,801	-0,563	-0,254	0,803	0,440	-0,254	-0,452	-0,801	0,803	-0,452
	30	-0,560	0,437	-0,800	-0,560	-0,254	0,803	0,437	-0,254	-0,452	-0,800	0,803	-0,452
	35	-0,562	0,439	-0,800	-0,562	-0,254	0,803	0,439	-0,254	-0,452	-0,800	0,803	-0,452
	40	-0,562	0,439	-0,800	-0,562	-0,254	0,803	0,439	-0,254	-0,452	-0,800	0,803	-0,452
	6-os vonal	45	-0,562	0,439	-0,800	-0,562	-0,254	0,803	0,439	-0,254	-0,452	-0,800	0,803
50		-0,565	0,441	-0,801	-0,565	-0,254	0,804	0,441	-0,254	-0,452	-0,801	0,804	-0,452
55		-0,553	0,431	-0,798	-0,553	-0,254	0,801	0,431	-0,254	-0,450	-0,798	0,801	-0,450
60		-0,543	0,423	-0,797	-0,543	-0,254	0,798	0,423	-0,254	-0,449	-0,797	0,798	-0,449
65		-0,567	0,443	-0,801	-0,567	-0,254	0,804	0,443	-0,254	-0,453	-0,801	0,804	-0,453
70		-0,567	0,443	-0,801	-0,567	-0,254	0,804	0,443	-0,254	-0,453	-0,801	0,804	-0,453
75		-0,567	0,443	-0,801	-0,567	-0,254	0,804	0,443	-0,254	-0,453	-0,801	0,804	-0,453
80		-0,566	0,442	-0,801	-0,566	-0,254	0,804	0,442	-0,254	-0,452	-0,801	0,804	-0,452
85		-0,565	0,442	-0,801	-0,565	-0,254	0,804	0,442	-0,254	-0,452	-0,801	0,804	-0,452
90		-0,562	0,439	-0,800	-0,562	-0,254	0,803	0,439	-0,254	-0,452	-0,800	0,803	-0,452
7-es vonal	95	-0,564	0,440	-0,801	-0,564	-0,254	0,804	0,440	-0,254	-0,452	-0,801	0,804	-0,452
	100	-0,563	0,440	-0,801	-0,563	-0,254	0,803	0,440	-0,254	-0,452	-0,801	0,803	-0,452
	105	-0,561	0,438	-0,800	-0,561	-0,254	0,803	0,438	-0,254	-0,452	-0,800	0,803	-0,452
	110	-0,552	0,431	-0,798	-0,552	-0,254	0,801	0,431	-0,254	-0,450	-0,798	0,801	-0,450
	Terjedelem	-0,567	0,423	-0,801	-0,567	-0,254	0,798	0,423	-0,254	-0,453	-0,801	0,798	-0,453
		-0,543	0,443	-0,797	-0,543	-0,254	0,804	0,443	-0,254	-0,449	-0,797	0,804	-0,449
	Átlag:	-0,561	0,438	-0,800	-0,561	-0,254	0,803	0,438	-0,254	-0,452	-0,800	0,803	-0,452
	Absz. átl.	0,561	0,438	0,800	0,561	0,254	0,803	0,438	0,254	0,452	0,800	0,803	0,452

## Blokkonkénti átlagos korrelációk (10x10 km)

## II. táblázat

Sebesség	Kőzetm.	Anomália	Hőáram	Sebesség	Kőzetm.	Anomália	Hőáram
1-es blokk				6-os blokk			
1,000	0,503	-0,231	-0,682	1,000	-0,131	0,083	-0,474
0,503	1,000	-0,020	-0,119	-0,131	1,000	0,206	0,017
-0,231	-0,020	1,000	0,504	0,083	0,206	1,000	-0,373
-0,682	-0,119	0,504	1,000	-0,474	0,017	-0,373	1,000
2-es blokk				7-es blokk			
1,000	-0,282	-0,295	-0,450	1,000	-0,655	-0,536	-0,061
-0,282	1,000	0,130	-0,200	-0,655	1,000	0,381	0,155
-0,295	0,130	1,000	0,127	-0,536	0,381	1,000	0,429
-0,450	-0,200	0,127	1,000	-0,061	0,155	0,429	1,000
3-as blokk				8-as blokk			
1,000	-0,069	-0,211	-0,025	1,000	-0,773	-0,330	0,356
-0,069	1,000	-0,691	-0,366	-0,773	1,000	0,572	-0,275
-0,211	-0,691	1,000	0,334	-0,330	0,572	1,000	0,089
-0,025	-0,366	0,334	1,000	0,356	-0,275	0,089	1,000
4-es blokk				9-es blokk			
1,000	-0,345	-0,101	-0,153	1,000	-0,735	-0,433	0,643
-0,345	1,000	-0,494	-0,082	-0,735	1,000	0,485	-0,884
-0,101	-0,494	1,000	0,080	-0,433	0,485	1,000	-0,415
-0,153	-0,082	0,080	1,000	0,643	-0,884	-0,415	1,000
5-ös blokk				10-es blokk			
1,000	-0,037	0,335	-0,483	1,000	-0,470	0,150	0,386
-0,037	1,000	-0,017	-0,206	-0,470	1,000	0,211	-0,605
0,335	-0,017	1,000	-0,194	0,150	0,211	1,000	-0,270
-0,483	-0,206	-0,194	1,000	0,386	-0,605	-0,270	1,000

## Blokkonkénti átlagos korrelációk (5x5 km)

## III. táblázat

Sebesség	Kőzetm.	Anomália	Hőáram	Sebesség	Kőzetm.	Anomália	Hőáram
1-es blokk				6-os blokk			
1,000	0,159	0,712	-0,708	1,000	-0,758	0,519	-0,806
0,159	1,000	0,524	0,154	-0,758	1,000	-0,547	0,894
0,712	0,524	1,000	-0,234	0,519	-0,547	1,000	-0,474
-0,708	0,154	-0,234	1,000	-0,806	0,894	-0,474	1,000
2-es blokk				7-es blokk			
1,000	-0,429	0,674	-0,835	1,000	-0,053	-0,038	0,063
-0,429	1,000	-0,016	0,514	-0,053	1,000	-0,224	0,041
0,674	-0,016	1,000	-0,245	-0,038	-0,224	1,000	0,225
-0,835	0,514	-0,245	1,000	0,063	0,041	0,225	1,000
3-as blokk				8-as blokk			
1,000	-0,615	0,539	-0,857	1,000	0,196	-0,584	-0,076
-0,615	1,000	-0,616	0,571	0,196	1,000	-0,142	-0,140
0,539	-0,616	1,000	-0,252	-0,584	-0,142	1,000	0,809
-0,857	0,571	-0,252	1,000	-0,076	-0,140	0,809	1,000
4-es blokk				9-es blokk			
1,000	-0,734	0,520	-0,855	1,000	0,633	-0,782	-0,342
-0,734	1,000	-0,327	0,737	0,633	1,000	-0,724	-0,328
0,520	-0,327	1,000	-0,480	-0,782	-0,724	1,000	0,728
-0,855	0,737	-0,480	1,000	-0,342	-0,328	0,728	1,000
5-ös blokk							
1,000	-0,561	0,438	-0,800				
-0,561	1,000	-0,254	0,803				
0,438	-0,254	1,000	-0,452				
-0,800	0,803	-0,452	1,000				

Az  $r_{S/K}$ ,  $r_{S/G}$ ,  $r_{S/H}$  átlagértékei

## IV. táblázat

A blokkok száma	10x10 km			5x5 km		
	$r_{S/K}$	$r_{S/G}$	$r_{S/H}$	$r_{S/K}$	$r_{S/G}$	$r_{S/H}$
1.	0,503	-0,231	-0,682	0,159	0,712	-0,708
2.	-0,282	0,295	-0,450	-0,429	0,674	-0,835
3.	-0,069	-0,211	-0,025	-0,615	0,539	-0,857
4.	-0,345	-0,101	-0,153	-0,734	0,520	-0,855
5.	-0,037	0,335	-0,483	-0,561	0,438	-0,800
6.	-0,131	0,083	-0,474	-0,758	0,519	-0,806
7.	-0,655	-0,536	-0,061	-0,053	-0,038	0,063
8.	-0,773	-0,330	0,356	0,196	-0,584	-0,076
9.	-0,735	-0,433	0,643	0,633	-0,782	-0,342
10.	-0,470	0,150	0,386			
Az abszolút átlagértékek átlagai	0,480	0,250	0,371	0,460	0,534	0,594

Megjegyzés: a nyugat-keleti irányú sorokból kialakított blokkok máshová esnek a 10x10 km-es háló, illetve az 5x5 km-es háló esetében!

A fenti megjegyzéseket figyelembe véve – a korrelációs értékek tekintetében – a következő megállapításokat tehetjük (IV. táblázat).

a) A vizsgált területen az S/G és S/H relációkban a korrelációs együtthatók átlagainak átlagai az 5x5-ös hálóban nagyobbak, mint a 10x10-es háló esetében.

Ugyanakkor az S/K relációban az átlagok átlagai közel azonosak, illetőleg a 10x10-es hálónál ez kissé meg is haladja az 5x5-ös hálóra számított értékeket.

b) Külön-külön vizsgálva az 5x5 km-es hálón, illetőleg a 10x10 km-es hálón belül kapott értékeket, azok átlagait, az egyes relációk átlagainak sorrendje a következő (lásd IV. táblázat legalso sorát):

– 10x10 km-es háló:  $r_{S/K}$ ,  $r_{S/H}$  és  $r_{S/G}$ ,

– 5x5 km-es háló:  $r_{S/H}$ ,  $r_{S/G}$  és  $r_{S/K}$ .

Ez azt jelenti, hogy a kérdéses területen leg-erősebb a sebesség és a földi hőáramok közötti kapcsolat, majd erősségben az S/G reláció következik. Ami a 10x10 km-es háló esetében az  $r_{S/K}=r_{max}=0,480$  értéket illeti, ez azt jelenti, hogy a 10x10 km-es felbontás esetén már ilyen zavart (nem reális) értékekhez is juthatunk (a véletlen események hatására).

c) A korrelációs együtthatók előjelei tekintetében:

– signum  $r_{S/K}$  általában negatív, kivéve egy (10x10), illetőleg három esetet az 5x5-ös hálóban,

– a signum  $r_{S/G}$  vegyesen fordul elő, de az 5x5-ös háló esetében többször találunk pozitív előjelű értékeket. (Megjegyezzük, hogy ez a vegyes előjel (+ és -) természetes is, hiszen maguk a nehézségi anomália-értékek is eltérő előjelűek lehetnek.)

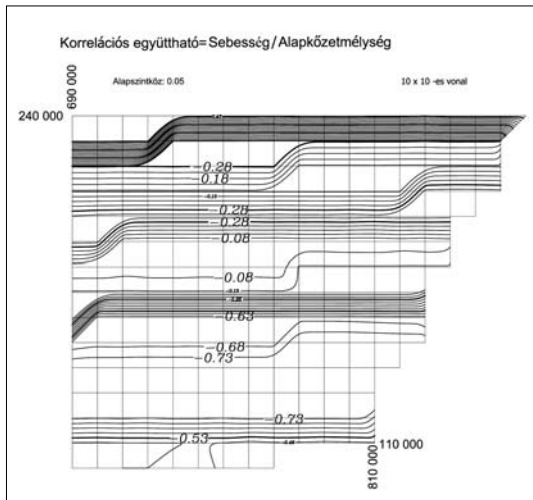
– signum  $r_{S/H}$  értékek egy-két kivételtől eltérően negatívak voltak.

A II., III. és IV. táblázatok adatainak bemutatása (és értelmezése) alapján indokolt annak leszögezése, hogy a rendelkezésre álló alapadatok (S, K, G, H) és az azokból létrehozott felületmodellek nyújtotta információk teljesebb kihasználása végett a jövőben a 10x10 km-es felbontás helyett inkább az 5x5 km-eset (sőt a 3x3 km-es felbontást) célszerű alkalmazni.

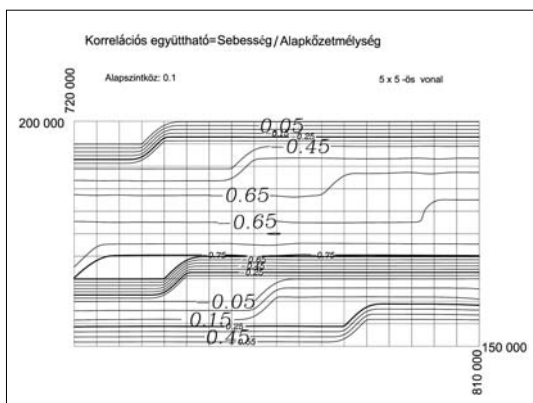
#### 1.4 A korrelációs együtthatók térképi ábrázolása

Amint a bevezetőben már említettük, a mostani vizsgálatnál nem csupán az egyes mennyiségek közötti regressziós-korrelációs elemzés volt a cél, hanem az adatok-eredmények korszerű térképi bemutatása is. Ez azt jelenti, hogy mind a 10x10 km-es háló, mind pedig az 5x5 km-es háló esetében a vizsgált területre három-három izovonalas térkép kellett szerkeszteni.

A térkép szerkesztéséhez a számításokból már rendelkezésre álltak a korrelációs együtthatómező adatai; ugyancsak mindhárom relációban (S/K, S/G, S/H). A többi reláció ábrázolásával (K/G, K/H, G/H) nem foglalkoztunk.



2. ábra Korrelációs együtthatók: S/K (10x10 km-es háló)



3. ábra Korrelációs együtthatók: S/K (5x5 km-es háló)

A korrelációs együtthatók (térképi ábrázolása) eléggé hasonlít a topográfiai felmérések befejező szakaszához, amikor a mérési adatok felhasználásával történik a szintvonalak (esetünkben pedig az azonos korrelációs együttható-értékek) izovonalas ábrázolása.

Erre ma már korszerű számítógépes programok állnak rendelkezésre. Sőt a feladat végrehajtását még tovább könnyíti az a tény, hogy mindkét háló esetében szabályos (10x10, ill. 5x5 km-es) mezőről van szó.

A szintvonal-szerkesztésre az Auto-GEO v4-et használtuk, amely az AutoCAD 2000, illetőleg AutoCAD 2002 alá írt magyar nyelvű, a hazai szabványzatoknak megfelelő tervező program.

A meglepetés akkor jelentkezett, amikor a kész izovonalas anyagot megpillantottuk; ugyanis a

szokásos és remélt izovonal-kép helyett (mind-egyik hálózatnál és mindegyik relációban) sajátos nyugat-keleti irányú vonalas szerkezeteket kaptunk, ahol a kapott izovonalak futási iránya (nyugat-keleti) megfelelt a kiegyenlítésnél kialakított ugyancsak nyugat-keleti irányú blokkok elhelyezkedésének.

Az eredményt (mintaképpen) egyrészt a 2. ábra (10x10 km-es háló, S/K reláció), másrészt a 3. ábra (5x5 km-es háló, ugyancsak az S/K reláció) reprezentálja.

A 2. és 3. ábra alapján a következőket állapíthatjuk meg.

a) Bár a kapott izovonal-rendszerek megfelelnek a blokkonként végzett kiegyenlítések alapján számított korrelációs együttható-értékeknek, de a kívánt igényt sajnos nem elégítik ki.

b) A két ábrán látható nyugat-keleti irányú vonalas szerkezetek kialakulásának valószínű oka, hogy a korábbi vizsgálatok tapasztalatai alapján kialakított blokkok elemszáma nem elegendő, másrészt a blokkon belüli pontok elhelyezkedése csupán az észak-déli irányú (a nyugat-keleti merőleges) értékek változásainak kimutatására voltak alkalmasak. Hiszen a legtöbb blokk csupán egyetlen vonal teljes adatait tartalmazta, és a még az ahhoz csatolt következő vonal néhány elemét.

A tanulság természetesen az, hogy a jövőbeli hasonló vizsgálatoknál vagy együtt kell kezelni (és kiegyenlíteni) a teljes állományt, vagy pedig olyan nagyobb és úgy elhelyezett csoportokban kell a kiegyenlítést elvégezni, hogy ez a helyzet ne állhasson újra elő.

Annak érdekében, hogy az ábrázolás gondjai ellenére a most vizsgált területen mégis adhasunk térképi formában is értelmezhető tájékoztatást a sebesség-értékek (S) és a kérdéses három földtani jellemző (K, G, H) kapcsolatáról, egy új – ismereteink szerint a magyar geodéziai irodalomban még nem alkalmazott – eljárást, a „hányadosok” módszerét vezettük be. Ez a módszer természetesen csökkentettebb értékű információt nyújt, mint a korrelációs együtthatók, de ez mégis alkalmas a mozgássebességek és a földtani jellemzők közötti kvantitatív kapcsolat érzékeltetésére és azok térképi ábrázolására.

## 2. A „hányadosok” módszere

Figyelemmel arra, hogy a korrelációs együtthatók izovonalas ábrázolása nem lett a legsikeresebb, ezért a vizsgált mennyiségek közötti közvetlen „hányadosokat” számítottuk a következők szerint.



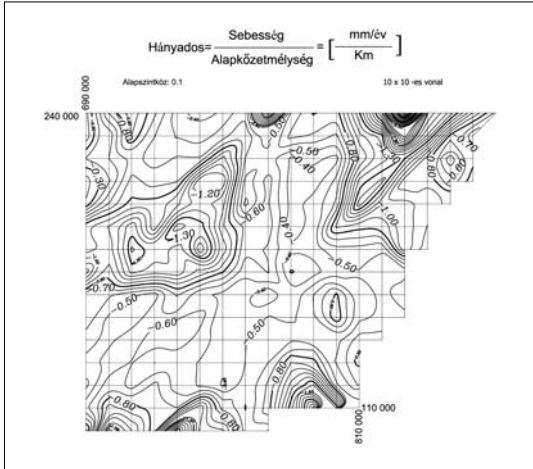
## Bemenő adatok és „hányadosok” 1-es sz. vonal

## V. táblázat

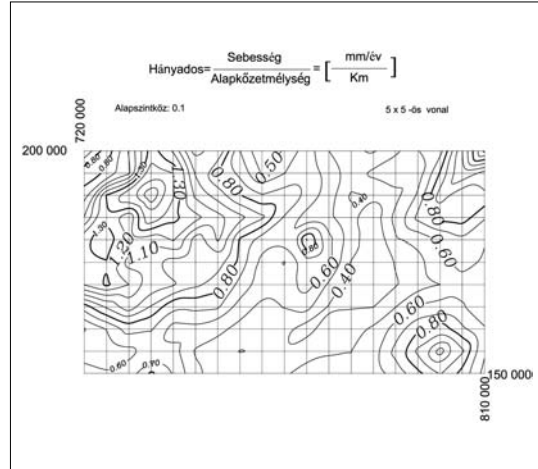
1	2	3	4	5	6	7	8
Szelvény	Bemenő adatok				„Hányadosok”		
	Sebesség	Kőzet- mélység	Anomália (Boug.)	Hőáram	Sebesség		
	(S)	(K)	(G)	(H)	Kőzetm.	Anomália	Hőáram
[km]	[mm/év]	[km]	[mGal]	[mW/m <sup>2</sup> ]	S/K	S/G	S/H
0	-2,55	-2,71	7,0	89,0	0,9410	-0,3643	-0,0287
5	-2,71	-3,91	5,0	89,1	0,6931	-0,5420	-0,0304
10	-3,25	-3,37	3,2	89,2	0,9644	-1,0156	-0,0364
15	-3,62	-2,76	2,6	89,4	1,3116	-1,3923	-0,0405
20	-3,78	-3,30	3,1	89,9	1,1455	-1,2194	-0,0420
25	-2,55	-3,20	3,4	89,9	0,7969	-0,7500	-0,0284
30	-2,57	-2,69	3,4	88,4	0,9554	-0,7559	-0,0291
35	-1,84	-3,29	3,2	85,7	0,5593	-0,5750	-0,0215
40	-1,46	-3,96	2,7	81,3	0,3687	-0,5407	-0,0180
45	-1,56	-3,31	3,5	80,0	0,4713	-0,4457	-0,0195
50	-1,48	-2,41	7,5	80,0	0,6141	-0,1973	-0,0185
55	-1,15	-2,51	9,3	80,0	0,4582	-0,1237	-0,0144
60	-0,94	-2,51	10,0	80,4	0,3745	-0,0940	-0,0117
65	-0,92	-2,65	10,2	81,2	0,3472	-0,0902	-0,0113
70	-1,32	-3,04	10,0	84,0	0,4342	-0,1320	-0,0157
75	-1,79	-3,23	8,2	87,0	0,5542	-0,2183	-0,0206
80	-1,89	-3,08	7,6	90,2	0,6136	-0,2487	-0,0210
85	-2,11	-2,00	8,3	93,6	1,0550	-0,2542	-0,0225
90	-2,40	-1,62	9,5	95,0	1,4815	-0,2526	-0,0253
Terjedelem	-3,78	-3,96	2,60	80,00	0,3472	-1,3923	-0,0420
	-0,92	-1,62	10,20	95,00	1,4815	-0,0902	-0,0113
Átlag	-2,10	-2,92	6,19	86,49	0,7442	-0,4848	-0,0240

Az  $r_{S/K}$  helyett az **S/K** hányadost [mm/év/km],  
 $r_{S/G}$  helyett az **S/G** hányadost [mm/év/mGal],  
 $r_{S/H}$  helyett az **S/H** hányadost [mm/év/mWatt/m<sup>2</sup>].  
A „hányadosok” tehát azt mutatják meg, hogy a

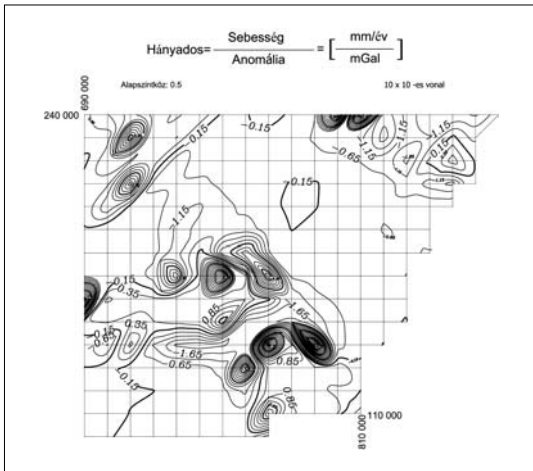
kérdéses földtani jellemző egységéhez mekkora sebességváltozás tartozik. Például az S/K relációban számított „hányados” megmutatja, hogy 1 km alapkőzet-mélység változáshoz mekkora sebes-



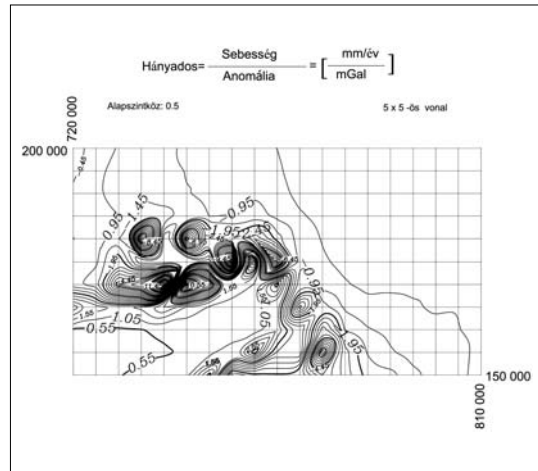
4. ábra Hányadosok; S/K



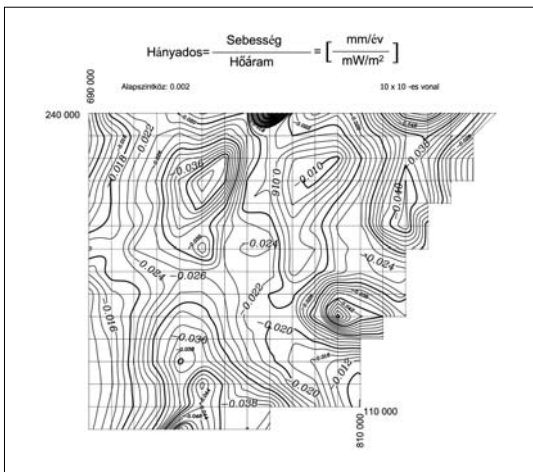
7. ábra Hányadosok; S/K



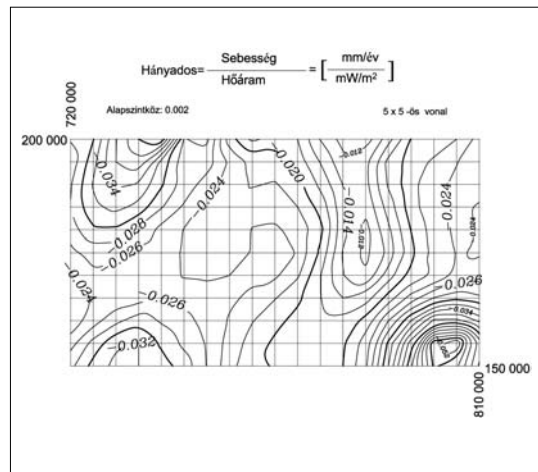
5. ábra Hányadosok; S/G



8. ábra Hányadosok; S/G



6. ábra Hányadosok; S/H



9. ábra Hányadosok; S/H

## A „hányadosok” szélső értékei VI. táblázat

Alapközetmelység		Nehézségi anomáliák		Hőáramok	
Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
10x10 km					
-3,8000	0,4771	-10,1500	-7,7000	0,0559	0,0217
5x5 km					
0,2577	1,6489	-11,9500	10,9500	-0,0545	-0,0113

segyváltozás tartozik; függetlenül attól, hogy az előző vizsgálatok tapasztalatai alapján más földtani jellemzőnek is van szerepe a kérdéses helyen mért mozgássebesség kialakulásában; de a többi hatást nem vesszük figyelembe!

A „hányadosok” módszere tehát alkalmatlan arra, hogy külön válassza az egyes hatók „rész-hatásait”, szemben a korrelációs együtthatókkal ( $r$ ). Emellett a „hányadosoknak” dimenziójuk is van; szemben az  $r$ -értékekkel; amelyek minden esetben dimenzió nélküli számok.

Fontos sajátosság az is, hogy a „hányadosok” csak az adott reláción belül alkalmasak az összehasonlításra, de alkalmatlanok más relációk hányadosaival való összevetésre.

Az elmondottakból az is következik, hogy a kiválasztott területen minden egyes hányadosot külön-külön kell számítani, és mindegyik hányadosérték úgy fejezi ki az adott reláció erősségét, mintha a többi hatás nem is létezne, ill. azok hatása a mozgás sebességére nulla lenne.

Ez a módszer tehát erősen mérsékelt és torzított tájékoztatást nyújt a kiválasztott hely viszonyairól, ugyanakkor alkalmas az önkényesen módosított viszonyok térképi ábrázolására.

A leírt hiányosságok ellenére került sor mind-egyik hálózatban (és ezen belül minden relációban) a „hányadosok” számítására és azok térképi ábrázolására.

Reméljük, hogy a közeljövőben megtaláljuk a módját annak, hogy miként lehet a „hányadosok” vázolt korlátosságát mérsékelni, és ugyanakkor megtartani a térképi ábrázolás nyújtotta előnyöket.

A „hányadosok” számításának bemutatásával külön nem kívánunk foglalkozni, hiszen a számítás egyszerű alpművelet (osztás) ismétléséből áll.

A „hányadosok” számításának eredményei közül az *V. táblázat*ban csupán az 5x5 km-es háló 1-es vonalára mutatjuk be az adatokat. (Ugyanilyen állományok állnak rendelkezésre a teljes 5x5 km-es hálózatra (mind a 11 vonalára) és a 10x10 km-es hálózat 15 vonalára.)

Az *V. táblázat* első hasábjába a vonal szelvénykilométereit mutatja nyugatról keletre haladva, majd a bemenő adatokat a 2–5. oszlop és magukat a hányadosokat a 6–8. oszlop tartalmazza.

A táblázat három alsó sorában egyrészt a terjedelmre vonatkozó szélső értékek, másrészt az átlagok találhatók.

Az értékek táblázatos bemutatásánál természetesen sokkal informatívabb a térképi ábrázolás. Ezeknek két változatát készítettük el; egyrészt fekete-fehérben (lásd *4–9. ábrákat*), továbbá a folyóirat *borítóján* található színes változatokat.

A fekete-fehér kivételű *4., 5. és 6. ábrákon* sorra a 10x10 km-es háló S/K, S/G és S/H reláció hányadosainak izovonalas ábrázolása található, a *7., 8. és 9. ábrákon* pedig az 5x5 km-es háló hasonló értékei; ugyanebben a sorrendben.

A fekete-fehér ábrák izovonalainak futása, sűrűsége és csomói jól érzékeltetik a hányadosok földrajzi elhelyezkedését (a virtuális dombokat, völgyeket), az izovonalaknál található számértékek pedig segítenek azonosítani a konkrét értékeket. (Felhívjuk a figyelmet arra, hogy az egyes relációkban kapott hányadosokat ábrázoló izovonalak között azért eltérőek, mert a hányadosok nevezőjében található földtani jellemzők lehetséges értékeinek intervallumai erősen eltérőek.)

A borítókon található rajzok – éppen a színek alkalmazása révén – még kifejezőbbek, mint a fekete-fehér változatok. A színes változatok elkészítéséhez a Photoshop 7.0 programot használtuk.

A színes képeket a következőképpen csoportosítottuk. A *címlapon* az S/G reláció hányadosait mutatjuk be, felül a 10x10 km-es, alul pedig az 5x5 km-es háló vonatkozásában. Figyelemmel az ábrázolt két terület eltérő kiterjedésére, a felső és az alsó kép méretaránya eltérő!

Amennyiben össze kívánjuk hasonlítani a 10x10 km-es, ill. az 5x5 km-es adatokat, akkor gondolni kell a két hálózat egymáshoz viszonyított elhelyezkedésére is. (Az 5x5 km-es háló nem fedti le a 10x10-es háló teljes területét.) Ebben az esetben célszerű az *1. ábra* révén tájékozódni.

A folyóirat *hátsó belső borítóján* csupán az 5x5 km-es háló S/K relációjának hányadosait mutatjuk be. Ugyanakkor a *borító hátsó külső oldalán*

megint együtt mutatjuk be az S/H reláció hányadosait (és megint) felül a 10x10 km-es, alul pedig az 5x5 km-es háló vonatkozásában.

A fekete-fehér és a színes változatok áttekintése alapján megállapíthatjuk, hogy – a „hányadosok” módszerének már leírt korlátai ellenére – az izovonalas ábrázolás alkalmas az egyes mennyiségek közötti kapcsolat erősségének bemutatására. A továbblépés módja egyrészt a „hányadosok” módszerének továbbfejlesztése, másrészt a vizsgált mennyiségek kiegyenlítésénél a mostaninál célirányosabb csoportosítás.

\*

Összefoglalva a következőket fogalmazhatjuk meg.

a) A vizsgált területen sikerült részletesen kimutatni a vizsgált mennyiségek közötti kapcsolatokat és azok földrajzihely-függő alakulását. Eszerint a legerősebb a kapcsolat a sebesség és a földi hőáramok, illetőleg a sebesség és a nehézségi anomália között.

b) A területi elosztású mintáknál a regressziós-korrelációs analízis (és a kapcsolódó kiegyenlítés) során csak részben lehet alkalmazni a korábbi vizsgálati vonalaknál szerzett tapasztalatokat. Ilyen esetekben jobb a teljes állományt együtt kiegyenlíteni (ha az ahhoz szükséges technikai háttér rendelkezésre áll).

c) A korrelációs együtthatók számításánál meg kell vizsgálni, hogy az adott relációban hányadiktizedesig szükséges a számítást elvégezni.

A „hányadosok” módszere ebben az esetben segített a kapcsolatok (S/K, S/G, S/H) térképi bemutatásában.

Ugyanakkor indokolt a „hányadosok” módszerét úgy tovább fejleszteni, hogy az egyes „hatók” megjelenítése a mostaninál tisztább legyen.

d) A további vizsgálatoknál a 10x10 km-es háló helyett az 5x5 km-es hálót kell alkalmazni (esetleg a 3x3 km-eset).

### **Investigation on relationship of the recent vertical movement velocities with three geologic characteristics in the surrounding area of the rivers Middle Tisza and Körös**

*T. Pájer–I. Joó–V. Balázsik*  
Summary

The target of the study was the recognition of the supposed quantitative relationship between recent vertical movements and some geologic char-

acteristics as depth of the basement, gravity anomaly, terrestrial heat flow and so on.

The important parts of investigation are: creation surface models for the movements velocities, basement depth, gravity anomaly and terrestrial heat flow; regression-correlation analysis, modelling of the movement velocities, adjustment/collocation.

Location of just now investigation is Middle East Hungary. The results of the study are given by tables and graphical form.

### **IRODALOM**

*Joó, I.*: A régi és az új felsőrendű háromszögelési hálózatunk azimut-értékeinek (hosszegységének) összehasonlítása (Geod. és Kart 1979/2, 3 és 4.)

*Kilényi, E.–Rumpler, J.*: Basement Contour Map a Hungary (ELGI, 1984) scale 1:1 000 000

*Dövényi-Horváth, F.* (1968): Heat Flow Map of the Pannonian Basin and the Surrounding Regions

ELGI (1996): Bouguer-anomáliák átlagértékei (10x10 km)

*Joó, I.–Czobor, Á.–Gazsó, M.–Németh, Zs.*: On RCM in the Pannonian Basin (Acta Geod., Geoph., et Mont. Hung. Vol. 25 (3–4. 1990), pp 231–242.

*Joó, I.–Quoc Hai*: Deduction of the horizontal gradients by polynomial fitting (Journal of Geodynamics, Vol. 18., No. 1–4., 1992, pp 159–165)

*Joó, I.–Szócs, H.*: The investigation of presumed connection of recent vertical movements with some geological characteristics using multi-variable correlation analysis (Journal of Geodynamics, vol. 18. no. 1–4, 1992, pp 135–144)

*Joó, I.–Monhor, D.*: 4-dimensional least squares regression hyperplane for the connection between RVCN and certain geological characteristics in the area of West-Hungary; Proceedings of the CRVM'93 Symposium, Kobe, Japan, 1993, pp 113–116)

*Joó, I.–Monhor, D.*: On a Model of RVCN (Peremulter Workshop on Dynamic Deformation Models, Haifa, Israel, 1994, pp. 171–177)

*I. Joó–D. Monhor*: Recent crustal movements and certain characteristic features: EUG8, April 9–13, 1996; Strasbourg, France

*Joó, I.* (1995): The National Map of Vertical Movements of Hungary (SE FFFK Székesfehérvár, scale 1:500 000; editor)

*Joó, I.*: A földfelszín magassági irányú mozgásai Magyarországon (Geod. és Kart. 1996/4)

*I. Joó–D. Monhor*: Modelling quantitative relationship of vertical deformation to some geologi-

cal and geophysical characteristics: Szeged area of South-East Hungary (Ninth Internat. Symp. on RCM Cairó, 1998; pp 205–215)

*Joó, I.–Balázsik, V.–Gyenes, R.:* Szeged–Békéscsaba térségben a függőleges felszínmozgások és földtani jellemzők többváltozós együttes elemzése (Geod. és Kart. 2000/10)

*Molnár, Kr:* A kelet-magyarországi függőleges felszínmozgások vizsgálata és modellezése (Geod. és Kart. 2003/7)

*Mogyorósi, P.:* A jelenkori függőleges felszínmozgások vizsgálata és modellezése a Dunántúl déli részén (Geod. és Kart. 2004/1)

*Pájer, T.:* A Tiszántúl középső/déli részén a vertikális felszínmozgások és három földtani jellemző kapcsolatának vizsgálata és térképi ábrázolása (szakdolgozat, NYME Geoinf. Főiskolai Kar, 2004; 73 old. és mellékletek)

# GEODÉZIA ÉS KARTOGRÁFIA

hirdetési díjai:

## SZÍNES ODALAK

hátsó külső oldal	110.000,-Ft
címlap belső oldal	90.000,-Ft
hátsó belső oldal	70.000,-Ft

## FEKETE-FEHÉR /BELSŐ

1 oldal	35.000,-Ft	1/2 oldal	23.000,-Ft
1/4 oldal	11.000,-Ft	1/8 oldal	8.000,-Ft

Egyedi megbeszélés alapján lehetőség van szórólappal elhelyezésére is.

Áraink az ÁFÁ-t tartalmazzák.

Az árak nyomdakész hirdetésre vonatkoznak, többszöri megrendelés esetén kedvezmény!

Jogi tagjaink részére 10 % engedményt adunk!

A kézirat leadási határideje minden hónap harmadika.

Megrendelés és hirdetésfelvétel:

## MAGYAR FÖLDMÉRÉSI, TÉRKÉPÉSZETI ÉS TÁVÉRZÉKELÉSI TÁRSASÁG

1027 Budapest, II. Fő u. 68. V. emelet 510.  
Telefon: 201-86-42 Fax: 201-25-26