

Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar

Doktori értekezés tézisei

A Somogyi- és Zalai-dombság neotektonikája
- morfostrukturális vizsgálatok -

Síkhegyi Ferenc

Sopron

2008

Doktori iskola: Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola

A Doktori Iskola vezetője: Prof. Dr. Mátyás Csaba

Program: Geokörnyezettudomány

Programvezető: Prof. Dr. Szarka László

Témavezetők: Prof. Dr. Mentés Gyula

Prof. Dr. Veress Márton

Előzmények

A Magyar Állami Földtani Intézetnek, ahol a szerző munkahelye van, alapfeladata az állammal szemben felmerülő földtani igények kielégítése. A már kialakult hagyományos kutatási módszerek sorába az elmúlt harminc évben bekerült a légifényképek tematikus kiértékelése és a távérzékelés, kiegészítve ezzel az alkalmazások eszköztárát.

Szerző a térképész végzettséget is megszerezve folyamatosan a földtan és térképészet közös határterületein dolgozott, azok módszereit is bevezetve a földtani kutatásba.

A Kisalföld és Zala síkvidéki térképezési programját vezetve integrálta a térképezés módszertanába a légifényképek alkalmazását az előzetes kiértékelések, sekélyfúrások helyeinek kitézése és a tematikus célú interpretációk során. Munkatársaival a gyakorlatban alkalmazták a fotogeológiai módszereket a negyedidőszaki képződmények genetikai típusainak, relatív korának és litológiai összetételének meghatározásakor. Emellett tematikus kiértékeléseket végeztek a talajerózió és szedimentáció, a földmozgások, suvadások kimutatására és a földtani közeget szennyező források feltárására.

Az űrfelvételek elterjedése lehetővé tette a szerző számára, hogy országrészek és a Kárpát-medence teljes területén alkalmazza őket tektonikai értelmezésekre, együttműködve a szomszédos országok szakembereivel. Eközben a Földtani Intézet távérzékelési csoportját vezetve részt vett tematikus kiértékelésekben, légigeofizikai repülésekben, a térinformatika és digitális kartográfia gyakorlati intézeti bevezetésében.

A kilencvenes évektől megjelent az igény a várható földtani kockázati tényezők vizsgálatára. A hazai nagyberuházások tervezése megkövetelte a földrengés veszélyeztetettség vizsgálatait. Ekkor a szerző olyan intézmények közötti csapatok tagja lett, ahol a negyedidőszaki földtant és geomorfológiát valamint a morfortektonikai kutatásokat végezte. Érdeklődése Délnyugat-

Magyarország felé fordult, ahol terepi ismeretei is segítettek a Pannon-medence neotektonikai folyamatainak megértésében. Szerző a NyME környezetszakos hallgatóinak geomorfológiai és sümei terepi felkészítésében is részt vállalt, ami a régió földtani képződményeinek, neotektonikai folyamatainak és a hozzá kapcsolódó felszínalakulások jobb megismerésére ösztönözte.

Célkitűzés

A földtani kutatás lényeges feladata azoknak a tektonikai folyamatoknak a feltárása, amik a Pannon-medencében a negyedidőszak folyamán lezajlottak, esetleg napjainkban is tartanak. Ezek megismerése lehetőséget ad a jelenkori geodinamikai folyamatok okainak feltárására, a várható földtani kockázati tényezők jellegeinek, irányának és nagyságának meghatározására. E tekintetben a választott régió kitétetett helyzetű, mert olyan köztes térségi helyzetben van, ahol nem csupán hatnak a Keleti-Alpok és a Dinári-hegység hegységképző folyamatai, hanem közvetítik is hatásaikat a Pannon-medence irányába.

A neotektonikai folyamatokat elsősorban a litoszféra lemezek egymáshoz viszonyított mozgása szabja meg. Közeledésük és távolodásuk kompressziós illetve extenziós stílusú deformációkat ébreszt, egyidejűleg a felszín közeli képződmények kiemelkedése vagy süllyedése következik be. Ez a folyamat megszabja a keletkező üledékek lehetséges genetikai típusait, a meglévő üledékek felszínalakulását. A szerző alapvető célja az volt, hogy kimutassa, milyen deformációk alakítják a fiatal üledékeket és hogyan jelennek meg ezek a deformációk a felszínen, annak domborzatában és vízhálózatában.

Az is cél volt, hogy a vizsgálatok hangsúlyosan a morfostrukturális módszerekre épüljenek és következtetései is erre támaszkodjanak; az egyéb geodinamikai módszerek csak összehasonlításra szolgáljanak.

Módszertan, az elvégzett munka

A szerző összegyűjtötte a kutatási területre és tágabb környezetére vonatkozó neotektonikai, geodinamikai és fontosabb morfológiák munkáit. Ezeket a disszertáció első részében tekintette át.

Ezután tisztázta annak elvi alapjait, hogyan hatnak a horizontálisan fellépő kompressziós és extenziós erők a felszín alakulására, milyen negyedidőszaki üledékképződési genetikai típusok és felszínalakító folyamatok jellemzők rájuk. Vizsgálta, hogyan jelenik meg a gyengén konszolidált üledékeken, domborzatokon és vízhálózatokon a kompresszió illetve transzpressziós deformáció, melyek lesznek jellemzők az emelkedő és süllyedő térszínekre. Összefoglalásukat a disszertáció második része tartalmazza

A disszertáció témája döntően arra irányul, hogy bemutassa, miként jelennek meg a neotektonikai folyamatok elméletben tisztázott formai elemei a somogyi és zalai régió morfológiájában, felszínének alakulásában. Ezért több módszer együttesét alkalmazta. Ezek részben a különböző térképészeti alapanyagokból kerültek ki: domborzati és vízrajzi térképek, digitális terepmodellek, űrfelvételek, egyéb távérzékelési anyagok. Másik részük a Földtani Intézetben készült tematikus térképek, a felszíni földtani térképek, a jelenkori felszínalakító folyamatok és a negyedidőszaki képződmények vastagságtérképei, a fúrás adatbázisok adatai. Összefoglalásukat a disszertáció harmadik része és a mellékletek tartalmazzák.

A különböző alapanyagokat és kiértékeléseket, az elemzések termékeit digitális adatbázisokba foglalva a Földtani Intézetben használt térinformatikai rendszerek tárolják, és ezek biztosítják a térbeli adatok megjelenítését.

Új tudományos eredmények

1. tézis

Saját, külföldön és részben hazánkban elsajátított tapasztalatok alapján kidolgoztam a síkvidéki területeknek a légifényképek földtani és tematikus célú kiértékelésén alapuló térképezési módszertanát, amit a Kisalföld és Zala komplex földtani térképezésekor a Földtani Intézet a gyakorlatban alkalmazott. Az előzetes fotogeológiai kiértékelések megjavították a terepi bejárások és sekélyfúrás kitűzések hatékonyságát. A kvarter képződmények sztereo légifénykép-párokra történő meghatározása a genetikai típusok, a relatív korok és a litológia közelítő megbecslése mellett a geomorfológiai viszonyok tisztázására is kiterjedt. A tematikus kiértékelésekkel pontosan sikerült a területi és vonalas erózió a jelenkori szedimentáció folyamatait és szintereit, valamint a bekövetkezett lejtőmozgásokat felismerni, térbeli megjelenésük törvényszerűségeit vizsgálni.

2. tézis

Űrfelvételek kiértékelése során összeállítottam az ország vonalas és gyűrűs szerkezeti elemeinek térképét. Iránystatisztikai vizsgálatokkal megmutattam, hogy az ország zömét borító kainozóos üledékek lineamensei összefüggésben vannak a domborzat és vízrajz alakulását befolyásoló fiatal tektonikai folyamatokkal. A vizuálisan, a későbbiekben digitálisan feljavított távérzékelési alapanyagok lehetővé tették a kevésbé konszolidált üledékek morfostrukturális elemzéseit és neotektonikai következtetések levonását. Ezek első eredményei a közép-európai régió kozmotektonikai térképén és magyarázójában jelentek meg.

3. tézis

Somogy és Zala tágabb környezetéről komplex térképet állítottam össze, ami a fiatal negyedidőszaki képződmények genetikai típusai és a kiemelkedéssel járó eróziójuk figyelembevételével lehatárolja a késő-pleisztocénben és a jelenkorban süllyedő és emelkedő területeket. Eredményeit összehasonlítva a geodéziai mérések adataival megmutatom, hogy az általános tendenciák azonossága mellett a földtani alapokon nyugvó kép tendenciáiban részletesebb, mint a földmérés szempontjai szerint kitzűzött hálózatoké. A térképszerkesztés módszere alkalmas a tektonikai hatásokra fellépő vertikális kéregmozgások irányainak elkülönítésére. Ebből következtetéseket vonok le magukra az őket létrehozó kéregmozgásokra és neotektonikai folyamatokra.

4. tézis

Korábbi, a teljes országra kiterjedő morfostrukturális vizsgálataim szerint a meridionális völgyek egy sugaras rajzolatú rendszerbe illeszkednek, ami az Vasi-hegyháttól fokozatosan változtatja irányát a Dunántúlon át az Alföld középső részéig. Az értekezésben érveket sorolok fel a rajzolat tektonikai eredete mellett. Kialakulását feltételezhetően a kipréselődő litoszféra lemezek felső szintjeinek keleties mozgása okozta. Az Alpok alatti vastag asztenoszférán felemelkedő lemez (vagy a kéreg valamelyik felső öve) a Pannon-medence alatti kivékonnyodott, esetleg felemelkedő asztenoszférán közel szintesen mozog tovább. A felső szintek lefelé hajlása és az észak felé enyhén ívelt mozgási pálya gyengült zónák kialakulását, esetleges kismértékű oldalelmozdulásokat, felszín közeli lisztrikus vetők menti lesüllyedéseket indukál. E gyengült zónák és vonalak szabad utat adnak a deflációnak és kisebb mértékben a folyóvízi erózióknak.

A meridionális völgyek kialakulása a zalai alsó–középső-pleisztocén kavicsos felszín feldarabolódása után indult meg és a fiatal löszök leülepedése után alakult ki mai formájuk.

5. tézis

A morfológiában megmutatkozó redők irányítottsága és vergenciája alapján a Mura-, a Kerka-vidéken és a Zalai-dombvidéken a negyedidőszak során kompressziós szerkezet-alakulás zajlott. A kelet–nyugati csapású redőképződés legfiatalabb antiformjai a dombvidék északi részén található, a közrefogott szinformjuk pedig a Balaton és nyugati folytatásának süllyedékét hozta létre. A redőképződés az északra csatlakozó Vasi-hegyháton és a Kemenesháton is elindult.

A zalai hátaik rendellenesen kiszélesedő déli végén jelennek meg a transzpressziós stílusváltás első, morfológiában is megmutatkozó bélyegei. A hosszanti völgyek mentén végbe menő kiemelkedések okozzák a Cserta és a Principális völgyek nyugati irányú kitérését.

Külső-Somogy hosszanti völgyei felső-pleisztocén korban felújult jobbos oldalelmozdulások felszíni megnyilvánulásai. A legmarkánsabb a Kapos és a Tamási-vonal csapásában követhető, ami a felszínen a kelet-somogyi Pári-hegy és a Tolnai hegyhát kiemelkedését okozza. ÉK-i folytatását a Móri-árokban kiemelkedés és a Sárvíz völgyének nyugatra kitérése jelzi. A fiatal löszökön fellépő deformáció miatt a morfológiában kimutatható legfiatalabb, felső-pleisztocén–holocén korú szerkezeti vonalnak tekinthető.

6. tézis

Modellt állítottam fel a hosszanti völgyek fűrészfogas lefutásának magyarázatára. Eszerint ÉNy–DK-i kompressziós nyomás hatására a Közép-magyarországi zóna egyes törései jobbos oldalelmozdulásokként újulnak fel. A köztes térben a sugaras rendszer gyengült zónáival tagolt blokkoknak az óramutató járásával egyező rotációja lép fel. Az elfordult blokkok az oldalirányú tér ellenállása miatt a morfológiában jól észlelhető kiemelkedéssel térnek ki a fellépő kompressziós hatások elől.

7. tézis

Belső-Somogy területe jelentős elválasztó határ. Elválasztja a nyugati, uralkodóan kompressziós szerkezetalakulási stílust a Kelet-Somogyban jellemző transzpressziós jellegűtől, lehatárolja a zalai redőket és lényegében elválasztja az Alpokból kiszállított anyag lehordási területét a Dunántúli-középhegységéből származótól. Éles, a sugaras rajzolattal egybeeső határai, kivastagodott negyedidőszaki üledékkitöltése miatt a mélyedés tektonikus eredete valószínűsíthető.

8. tézis

Megmutattam, hogy a Pannon-medence legfontosabb szerkezeti zónája, a Közép-magyarországi zóna, a negyedidőszaki szerkezetalakulásban alárendelt szerepet játszik. Kisebb felújulásoktól eltekintve, amik transzpressziós jobbos elmozdulásokként aktivizálódtak, hatásuk az ún. hosszanti völgyek fűrészfogas, cakkos megjelenésén kívül a felszín alakításában alárendelt. A Dinaridák és az ALCAPA egység közé beekelődtött, a Tisza–Dácia mikrolemmezhez tartozó töredék az ALCAPA egységgel együtt vesz részt a kipréselődésben.

Erre utal az általános kiemelkedés és közös felszínalakulás, amit a Kisalföld, a Mura- és Dráva-medence valamint a Nagyalföld intenzíven süllyedő területei kereteznek.

9. tézis

Somogy és Zala neotektonikai folyamatai illeszkednek abba az általánosan elfogadott modellbe, ami szerint a Pannon-medencében zajló neotektonikai és geodinamikai folyamatoknak a fő hajtóereje az Adria mikrolemmez északias mozgása és az óramutató járásával ellentétes forgása. A Nyugati-Kárpátok és a Dinaridák által közrefogott mikrolemmezek KÉK-i irányú kipréseléssel és kitéréssel reagálnak.

Az ébredő oldalirányú nyomások hatására a Pannon-medence nyugati szegélyén kompressziós deformációk ismerhetők fel, amik a fokozatosan délkeletivé váló hatóerők miatt a negyedidőszaki képződmények transzpressziós jellegű deformációit okozzák Külső-Somogy irányába haladva.

Az eredmények hasznosításának lehetőségei

A vizsgálatok elvégzésének és a disszertáció összeállításának mindenképpen hasznos hozadéka, hogy megmutatja, a morfostrukturális, vagy más szóval a morfotektonikai vizsgálatok alkalmasak a neotektonikai vizsgálatok eszköztárának, módszereinek bővítésére és a negyedidőszaki képződmények térbeli elterjedésének és kapcsolatainak magyarázatára.

Gyakorlati hasznossága abban rejlik, hogy kimutatja az okszerűséget a jelenkori felszínformáló erőkben és folyamatokban. A neotektonikai folyamatok kihatással vannak a földtani kockázati tényezők kialakulására és várható térbeli megjelenési helyeiknek kijelölésére. Ennek lényeges összetevője a jelenkori felszínalakulási folyamatoknak és megjelenési törvényszerűségeknek a felismerése, a kísérő deformációk felszínen észlelhető bélyegeinek észlelése, értelmezése. A morfostrukturális vizsgálatok során alkalmazott anyagok, a légifényképek és távérzékelési anyagok, terepmodellek elemzései és a képződött adatok egységes térinformatikai adatbázisokban vannak tárolva. Kezelésük, feldolgozásuk komplex kiértékelések elvégzését teszi lehetővé, valamint összevetésüket a más geodinamikai kutatási módszerekkel nyert eredményekkel.

A témához kapcsolódó publikációk

BREZSNYÁNSZKY, K. & SÍKHEGYI, F. 1987: Neotectonic Interpretation of Hungarian Lineaments in the Light of Satellite Imagery. – *Journal of Geodynamics* **8**, pp. 193-203

FODOR, L., BADA, G., CSILLAG, G., HORVÁTH, E., RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS. & SÍKHEGYI, F. 2005a: New data on neotectonic structures and morphotectonics of the western and central Pannonian Basin. – *Occasional Papers of the Geological Institute of Hungary* **204**, pp. 35-44

FODOR, L., BADA, G., CSILLAG, G., HORVÁTH, E., PALOTÁS, K., RUSZKICZAY-RÜDIGER, ZS., SÍKHEGYI, F., TIMÁR, G., CLOETHING, S. & HORVÁTH, F. 2005b: An outline of neotectonic structures and morphotectonics of the western and central Pannonian Basin. – *Tectonophysics* **410**, 1-4, pp. 15-41

HORVÁTH F., BADA G., WINDHOFFER G., CSONTOS L., DÖVÉNYI P., FODOR L., GRENERCZY GY., SÍKHEGYI F., SZAFIÁN P., SZÉKELY B., TIMÁR G., TÓTH L. & TÓTH T. 2005: A Pannon-medence jelenkori geodinamikájának atlasza: Euro-konform térképsorozat és magyarázó. OTKA T034928 sz. projekt zárójelentés. – ELTE Geofizikai Tsz., Budapest, p. 38
http://geophysics.elte.hu/atlas/geodin_atlas.htm

HORVÁTH F., BADA G., WINDHOFFER G.†, CSONTOS L., DOMBRÁDI E., DÖVÉNYI P., FODOR L., GRENERCZY GY., SÍKHEGYI F., SZAFIÁN P., SZÉKELY B., TIMÁR G., TÓTH L. & TÓTH T. 2006: A Pannon-medence jelenkori geodinamikájának atlasza. Euro-konform térképsorozat és magyarázó. – *Magyar Geofizika* **47**, **4**, pp. 133-137

MARSI I. & SÍKHEGYI F. 1997: Magyarország negyedidőszakban süllyedő és emelkedő területei távérzékelési és

földtani adatokból – In: VII. Földfelszíni és meteorológiai megfigyelések a világűrűből, Budapest, pp. 177-184

MENTES, G., THEILEN-WILLIGE, B., PAPP, G., SÍKHEGYI, F. & ÚJVÁRI, G. 2008: Investigation of the relationship between subsurface structures and mass movements of the high loess bank along the River Danube in Hungary. – *Journal of Geodynamics*, doi:10.1016/j.jog.2008.07.0005

MEZHELOVSKIY, N. V. (editor in chief), PANAYOTOV, A., SÍKHEGYI, F., ZELT, F., KRULL, P., BAZYNSKI, J., GRANICZNY, M., VIJEDA, V., SANDULESCU, M., KOZLOV, V. V., STAVTSEV, A. J., BAGINYAN, M. K., FARADZHEV, V. A., DORNIC, J., REICHWALDER, P., MARKOVIC, M., PAPP, J. & PETROVA, C. (eds.) 1987: Space tectonic map of European countries – the CMEA members and SFRY. Scale 1:1 000 000 (Magyarország területe). – CMEA Moscow, USSR

SÍKHEGYI F. 1984: A Kisalföld regionális komplex földtani vizsgálata. – *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1982. Évről*, pp. 43-48

SÍKHEGYI F. 1985: Kozmikus felvételek szerkezeti értelmezése. – In: *Gyakorlati szerkezetföldtani továbbképző, MFT Special Papers*, Budapest, pp. 129-144

SÍKHEGYI, F. 1987: Kainoziskie kosmolineamentü Vengerskogo basseina. – In: *Kosmoaerogeologiceskie issledovanija, KGST, Moszkva* 1987, pp. 8-14

SÍKHEGYI F. 1996: Vonalas szerkezeti elemek. – In: Haas J. (szerk.): *Magyarázó Magyarország szerkezetföldtani térképe c. térképlaphoz. A MÁFI térképmagyarázó*, Budapest, pp. 129-134.

SÍKHEGYI F. 1999: A felszínmozgások megjelenése légifényképeken. – Földtani Kutatás **XXXVI**, 3, pp. 8-13

SÍKHEGYI F. 2001: A Dél-Dunántúl neotektonikája. – MFT Általános földtani szakosztályának előadói ülés

SÍKHEGYI, F. 2002: Active structural evolution of the western and central parts of the Pannonian basin: a geomorphological approach. – EGU Stephan Mueller Special Publication Series, **3**, pp. 203-216

http://www.cosis.net/members/journals/df/abstract.php?_id=2698

SÍKHEGYI F. & TULLNER T. 1982: A Kisalföld komplex térképezésének távérzékelésen, légifénykép-kiértékelésen alapuló előkészítése és mérnökgeológiai munkái. – Mérnökgeológiai Szemle **29**, pp. 59-69

SÍKHEGYI F. & TURCZI G. 1990: A távérzékelés és digitális feldolgozási módszerek alkalmazása a földtani térképezésben. – Földtani Kutatás **XXXIII**, 3, pp. 33-40

SÍKHEGYI F., SZÉKELY B. & UNGER Z. 2005: A Pannon-medence és környezete morfostrukturális elemei. – In: Horváth et al. 2005: A Pannon-medence geodinamikai atlasza, 7. térképlap

A témához kapcsolódó jelentések és kéziratok

JÁMBOR Á. (szerk.), BIHARI D., CHIKÁN G., FRANYÓ F., KAISER M., RADÓCZ GY. & **SÍKHEGYI F.** 1993: A pleisztocén során működött magyarországi törésvonalak bizonyító anyaga. – Kézirat. MÁFI Adattár

MARSI I. & **SÍKHEGYI F.** 1995: Magyarország jelenkorban süllyedő és emelkedő területeinek meghatározása földtani, geomorfológiai és távérzékelési adatok alapján. – Integrated Basin Studies (ELTE Geofizikai tanszék, témafelelős: dr. Horváth F.) 1995 december. 14 old. + 2 térkép, angol összefoglalás 3 old. + 4 ábra. Kézirat. MBFH Adattár, T 17094

SÍKHEGYI F. 1992: Magyarázó Magyarország 500.000-es lineamentum térképéhez. Szerk.: Angyal J., Kalafut M., Rakonczai K., **Síkhegyi F.** (főszerk.), Szurkos G. – OTKA jelentés kézirat, 1992 december. MBFH adattára, T 21461

SÍKHEGYI F. 1994: Magyarország jelenkori süllyedő és emelkedő területeinek elkülönítése. A Dunántúl és a Duna-Tisza közének déli része. – Munkaközi jelentés az Integrated Basin Studies Projekthez. (ELTE Geofizikai tanszék, témafelelős: dr. Horváth F.) 1994. december. Kézirat. 16 p. + 1 térkép. ELTE TTK Geofizikai Tanszéke MGSz Adattár, T 17027

SÍKHEGYI F. 1999: A negyedidőszaki képződmények fotogeológiai kiértékelése az üveghutai terület téli repülésén. – Kis- és közepes radioaktivitású erőművi hulladékok végleges elhelyezése; Nemzeti Projekt II. szakasz (1998. március). 1 térkép, 12 ábra, 13p

SÍKHEGYI F., TISZA A. & UNGER Z. 2005: A gorica-i terület légifelvételének kiértékelése vízföldtani szempontból. – A BAF minősítését célzó Középtávú Program I. kutatási fázisa, MBFH Adattár

SÍKHEGYI F. 1987: Magyarázó Magyarország 1 000 000-es méretarányú kozmotektonikai térképéhez. 25 old. és mellékletek, MÁFI Adattár

SZURKOS G. & **SÍKHEGYI F.** & 1992: A Kárpát-medence lineamentum kiértékelései. – Irodalmi összefoglalás. Kézirat. MÁFI Adattár. 36p

Abstract-ok, poszterek

SÍKHEGYI, F. 2001: Effects of neotectonic processes on the forming of the Kapos valley. – Poszter, 3rd Stephan Müller Conference, EGS, Balatonfüred. Abstract book of the 3rd Stephan Müller Conference, EGS, Balatonfüred, p. 58

FODOR, L., HORVÁTH, E., MAGYARI, Á., NOVOTHNY, Á., RUSZKICZAY, Zs., **SÍKHEGYI, F.**, SZÉKELY, B., TIMÁR, G., UNGER, Z. & WEBER, J. 2001: Tectonic and non-tectonic control on landform evolution, drainage pattern in a loess-covered area (Gödöllő Hills, central Hungary). Abstract book of the 3rd Stephan Müller Conference, EGS, Balatonfüred, p. 18.

FODOR, L. BADA, G., CSILLAG, G., DUNAI, T., HORVÁTH, E., RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., **SÍKHEGYI, F.**, LEÉL-ÖSSY, SZ., CLOETINGH, S., HORVÁTH, F. 2003a: Neotectonics of the Pannonian basin II: interplay between deformation and landscape evolution. EGS- AGU- EUG Joint Assembly, Nice, Geophysical Research Abstract, Vol. 5, 9671.

FODOR, L., HORVÁTH, E., RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., **SÍKHEGYI, F.**, MAGYARI, Á., NOVOTNY, Á., TIMÁR, G. & UNGER, Z. 2003b: Pliocene-Quaternary landform evolution of the Gödöllő Hills, Central Hungary: completing aeolian to fluvial denudation, sedimentation and tectonic forces. Abstracts

of the XVI. INQUA Congress, July 24-30, 2003, Reno, Nevada, USA. p. 80