

A „Faye-anomáliák meghatározásának pontossági vizsgálata az EOMA újramérése kapcsán” című, K-72806 számú OTKA pályázat kutatási zárójelentése

Pályázat futamideje: 2008.04.01.-2011.03.31.

vezető kutató: Dr. Földváry Lóránt

közreműködők: Dr. Csapó Géza, Dr. Tóth Gyula, Dr. Völgyesi Lajos és Kratochvilla Krisztina

1. A vizsgálat előzményei, bevezetés

A szabatos szintezési feladatok kivitelezése során számolnunk kell a nehézségi erőtér szintfelületeinek nem párhuzamos voltából eredő eltérésekkel, amelyek figyelembevételéhez a szintezési munkák mellett graviméteres mérésekre is szükség van. Fontos kérdés, hogy milyen sűrűségben kell a szintezési vonalakon graviméteres méréseket végezni ahhoz, hogy megfelelő pontosságú geopotenciális értékeket számíthassunk a vonalak valamennyi pontjára. Ezt pedig alapvetően az szabja meg, hogy milyen pontosságot tervezünk a szintezett magassági értékekre.

Napjainkban a geodéziát erősen foglalkoztatja magassági hálózatunknak, az Egységes Országos Magassági Alaphálózatnak (EOMA) újramérése. Ennek keretében először az elsőrendű poligonok újramérésére kerül sor, amely munkálatok 2007-ben megkezdődtek, és előreláthatólag mintegy teljes évtizedig tartanak. A kutatási projekt keretében vizsgáltuk az EOMA elsőrendű szintezéseit kiegészítő nehézségi gyorsulás ismeretére vonatkozó pontossági igényt. A nehézségi gyorsulás mérések pontossági igényére az EOMA létesítéséhez (továbbiakban röviden EOMA I. epocha) a BME aktuális elnevezésű geodéziai (felsőgeodéziai) tanszéke három tanulmányban tett ajánlást (ÉKME II., 1962; ÉKME, 1964; BME, 1968). A hivatkozott tanulmányok különböző terepviszonyok mellett határozták meg a graviméteres mérési pontok sűrűségét és terepei eloszlását, amely ajánlást az EOMA I. epocha kivitelezése során meg is fogadtak. Az EOMA újramérése tárgyában az MTA Geodéziai Tudományos Bizottságán belül ad-hoc bizottság alakult, amely ajánlásokat fogalmazott meg a témában (Mihály et al. 2008). Az ajánlások –költéghatékonysági megfontolások alapján – a graviméteres pontok kiválasztását a szintezési vonalakon új szempontok szerint javasolták. Jelen vizsgálatban a graviméteres mérési pontok sűrűségére és eloszlására vonatkozóan végeztünk vizsgálatokat, egyrészt terepi mérések alapján, másrészt az egész országra kiterjedő, modellszámítás alapján. A projekt keretében ezen kívül 3 abszolút állomás létesítésével célirányosan fejlesztettük országos alaphálózatunkat, amelyek egyrészt a hálózat aktuális referencia szintjét, másrészt a relatív gravimetriai mérések eredményeinek egységes rendszerben történő ábrázolását biztosítják.

2. Abszolút állomások létesítése

A szintezési vonalakon a graviméteres pontok nehézségi gyorsulási értékeit relatív graviméteres mérésekkel határozzuk meg. A nehézségi mérések aktuális referenciaszintjét korszerű abszolút graviméterekkel meghatározott nehézségi gyorsulási értékkel rendelkező abszolút állomások hálózata biztosítja, amelyhez a szintezési vonalakon végzett relatív graviméteres méréseket csatlakoztatni kell. Magyarországon jelenleg húsz abszolút állomás található, amelyek egy része távolabb van az EOMA I. rendű szintezési vonalaitól. Gazdasági megfontolást igényel, hogy szükséges-e további állomásokat telepíteni – a szintezési vonalak közelébe –, vagy elegendő a meglévő állomásokhoz történő bemérés, ami többlet mérési időt és költséget igényel.

Jelen OTKA projekt keretében az EOMA I. rendű hálózat graviméteres méréseit támogató 3 abszolút állomás létesítését tartottuk elengedhetetlennek. A létesített állomások Törökkoppány, Csemő és Felsőtárkány községek területére esik. A létesített állomásokon az abszolút mérést (abszolút graviméter hiányában) megrendeltük; a méréseket a csehországi Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography kutatóintézet munkatársai végezték. Az állomások bekapcsolása a magyarországi gravimetriai alaphálózatba az ELGI LCR-G típusú relatív gravimétereivel történt a projekt résztvevőinek közreműködésével. A létesített állomások magasságának meghatározását a BME műszereinek felhasználásával ugyancsak a projekt résztvevői végezték.

3. A graviméteres mérési pontok szükséges sűrűsége terepi vizsgálatok alapján

A vizsgálataink részben különböző domborzati viszonyú vonalakon végzett graviméteres mérésekre, részben a pontok közötti potenciálkülönbségek meghatározási lehetőségeire vonatkoztak. A továbbiakban az egyes munkarészeket és a tapasztalatokat terepviszonyonkénti bontásban ismertetjük.

3.1 Síkvidéki vonalon végzett kísérleti mérések

A vonalat a Cegléd és Nagykőrös közötti főútvonalon jelöltük ki. A 12 km-es szakaszon átlagosan 600 méterenként húsz pontot állandósítottunk Hilti-szöggel és festéssel. A viszonylag nagy közúti forgalom miatt néhány pontot az úttól 15-20 méterre állandósítottunk földbe levert fakaróval. A mérési pontok vízszintes koordinátáit kézi GPS vevővel, ± 5 m megbízhatósággal, magasságukat vonalszintezéssel határoztuk meg 1-3 mm hibával. A vonalpontok legnagyobb magasság különbsége mintegy 13 m, és a 104 m magasságú kezdőponttól nagyjából egyenletesen emelkedik a 116 m magasságú végpontig. A vonal graviméteres és szintezési méréseiből előállítottunk egy referencia megoldást a szintezési vonal pontjai közötti geopotenciál értékek és normálmagasságok különbségeire. A teljes vonalra a normálmagasságok K_1 javításának értéke 1,12 mm, a mért értékekből számított K_2 javítás értéke pedig mindössze 0,08 mm. A K_2 javítás igen kis értéke egyrészt a vonal pontjai közötti csekély magasságkülönbségekből, másrészt a nehézségi rendellenességek egyenletesnek tekinthető változásából adódik.

Az első vizsgálattal az ELGI országos gravitációs adatbázisának felhasználásával a vizsgált szintezési vonal környékén lévő pontjaiból a szintezési vonalra interpolált „g” értékek hatását vizsgáltuk a síkvidéki vonal geopotenciális értékeire és normálmagasság különbségeire. Az interpolációt Bouguer-anomáliákon legkisebb négyzetes kollokációval végeztük, majd az interpolált értékekből Faye-anomáliákat számítottunk. Az interpoláció becsült középphibája $\pm 0,36$ mGal. Ez jó összhangban van a ténylegesen kapott eltérések $\pm 0,28$ mGal-os szórásával. A teljes vonalon az interpolált értékekből számolt normálmagasságok különbsége 0,01 mm-nél kevesebbel tér el a ténylegesen mért „g” értékekkel végzett számítás eredményétől. Másképpen: a K_2 javítás is csak kb. 7%-kal változott meg az interpoláció következtében.

Másodszor azt vizsgáltuk meg, hogyan befolyásolja a vonalon mért graviméteres pontok számának csökkentése a szintezési vonal pontjainak normálmagasságait. Elsősorban a normálmagasságok K_2 javításának a változását vizsgáltuk, mert a ténylegesen mért „g” értékek ezen javítás számításában játszanak szerepet. A pontsűrűséget felére, negyedére, stb. csökkentve egyre kevesebb mért „g” értéket vettünk figyelembe a számításnál. A K_2 értéke 0,08 mm-ről fokozatosan 0,11 mm-re nőtt az utolsó ritkításnál, amikor már csak egyetlen mért „g” értékkel számoltunk a teljes vonalra. A javítás relatív változása a teljes vonalon a ritkításoknak megfelelően sorra 3, 10, 19, 25 és 28%-os volt. Ez (az első ritkítást kivéve) meghaladta az interpoláció miatti 7%-os változást, de abszolút értékben még mindig csupán maximum 0,03 mm-es, ami elhanyagolható.

3.2 Dombvidéki vonalon végzett kísérleti mérések

A graviméteres mérések szempontjából dombvidéki az a szintezési szakasz, amelynek terepmagassága 150-350 m közötti és a szakasz végpontjainak magasságkülönbsége 5-60 m. Ezeknek a feltételeknek megfelelt a Vácszentlászló és Gödöllő között kijelölt vonal. A vonal létesítését a síkvidéki szakasznál írtakhoz hasonlóan végeztük. A vonal legnagyobb magasságkülönbsége 120 m, a végpontok magasságkülönbsége pedig 81 m. Az interpolációhoz az országos adatbázisban 1270 adatot találtunk a vonal környezetében kijelölt mintegy 100 km²-es területen. A számítások menete – a többi vonalnál végzetthez hasonlóan – azonos volt a síkvidéki szakasznál ismertetetthez.

3.3 Hegyvidéki vonalon végzett kísérleti mérések

Hegyvidéki jellegűnek tekintjük azt a szintezési vonalat, amelynek tengerszint feletti magassága 350-900 m és a szakasz végpontjainak magasságkülönbsége 60-100 m közötti intervallumba esik. A vizsgálatokhoz két területet választottunk ki. Az elsőt (Mátraháza-Mátrafüred) olyan útszakaszon telepítettük, ahol a vonal alig keresztezett Bouguer-anomália izovonalakat (maximális anomália különbség 10 mGal), egy másikat pedig Bükk-szentkereszt és Kisgyőr között jelöltük ki, ahol a Bouguer-anomália változása 22 mGal.

A mátrai vonal legnagyobb magasság különbsége 366 m, a kezdő- és végpont magasság különbsége 303 m, az interpoláláshoz felhasznált pontok száma: 2615. A bükki vonalat egy korábbi években végzett graviméteres mérések alapján jelöltük ki; a kezdő- és végpont magasságkülönbsége 385 m, a legnagyobb különbség 467 m. Az interpolációhoz 5589 pontot használtunk. Mindkét kiválasztott hegyvidéki vonal körzetében a fellelhető pontok átlagos területi sűrűsége jóval meghaladja az országos átlagát, ami annak köszönhető, hogy az északi hegyvidéken a 60-70-es években számos nyersanyagkutatói célú graviméteres mérést végeztek.

Az első számítás alapján a Mátraháza–Mátrafüred teljes vonalára a normálmagasságok K_1 javításának értéke 2,89 mm, a mért értékekből számított K_2 javítás értéke -15,04 mm, amely tizenötszöröse a dombvidéki vonal K_2 értékének. Ezek az értékek a bükki hegyvidéki vonal esetében 1,42 mm és -22,05 mm voltak.

Az interpoláció becsült középhibája külön a két hegyvidéki vonalra $\pm 0,49$ és $\pm 1,52$ mGal, ami a vártnak megfelelően alakult, mivel a változatosabb Bouguer-anomáliák rosszabbul is interpolálhatók. Az interpolációval számított Faye-anomáliákból meghatározott normálmagasság különbségek a teljes vonalon 0,08 illetve 0,61 mm-rel tér el a mért „g” értékekkel végzett számításból nyert eredménytől, vagyis a K_2 javítás kb. 0,5 – 3%-kal változott meg az interpoláció következtében a két hegyvidéki területen a teljes vonalat tekintve. Megjegyezzük azonban, hogy a K_2 javítás maximális értéke esetenként még az 5 mm-t is meghaladta!

Megvizsgáltuk továbbá, hogyan befolyásolja a vonalon mért graviméteres pontok számának csökkentése a szintezési vonal pontjainak normálmagasságait. A bükki vonalon a graviméteres mérések 1780 méteres átlagos ponttávolságra történt ritkítása következtében a teljes vonalon a K_2 értéke 0,26 mm-rel, azaz kb. 1%-kal csökkent. A mátrai vonalon 0,29 mm-es eltérést adódott. A normálmagasság változás abszolút értékben 0,3 mm alatt volt mindkét vonalon, de egyes szakaszokon a változás meghaladta a 0,5 mm-t is.

A Mátraháza – Mátrafüred vonallal kapcsolatban egy további vizsgálatot végeztünk: az eredeti számításokhoz felhasznált pontok számát (a terület változatlanul hagyásával) a felére csökkentve az előző területeken végzett számításokhoz hasonlóan ismét elvégeztük az interpolált Faye-anomáliák meghatározását. A kétféle adatmennyiséggel végzett számításokból a Faye-anomáliák szórása $\pm 0,49$ mGal-ról $\pm 0,64$ mGal-ra emelkedett.

3.4 Eredmények, következtetések

A **síkvidéki** jellegű szintezési vonalakon végzendő graviméteres mérések szükséges pontsűrűségére vonatkozóan arra a megállapításra jutottunk, hogy *elegendő a 2-3 km/pont mérése akkor, ha a nehézségi gyorsulási értékek változását alapvetően a magasságváltozások, illetve a földrajzi szélesség változása okozza*. Abban az esetben, ha a „g” változások alapvetően mélységi hatásból származnak, akkor a mérések számának tervezésénél figyelembe kell venni az országos Faye-anomália izovonalas térképet, mert az adott szintezési vonalat keresztező izovonalak sűrűsége meghatározó mind a mérendő pontok helyének, mind azok számának tervezésénél.

A **dombvidéki** területen mért vonal esetében a számított K_2 javítások az interpoláció miatt már jelentősebb változást eredményeztek. Ha nem mérnénk „g” értékeket, akkor az interpoláció miatt a teljes magasságkülönbség 0,28 mm-es hibáját okoznánk a mindössze 7 km-es szintezési vonalon, ami nem elfogadható. Jobb eredményeket kaptunk akkor, ha a tényleges „g” méréseket használva a pontsűrűséget csökkentettük. Ez esetben az 1,5 km-es pontsűrűségre történt ritkítás még egyetlen esetben sem okozta a normálmagasságok különbségeinek 0,02 mm-t meghaladó változását, illetve a teljes vonal esetében 0,06 mm-es eltérés adódott, ami elfogadható. *Ha a vonal jellemző magassági es vízszintes töréspontjain, illetve a Faye-anomália szelvény jellegzetes pontjain végzünk méréseket, akkor dombvidéken még az átlagosan 3 km-es mérési pontsűrűség is elfogadható.*

A Mátraháza–Mátrafüred **hegyvidéki** vonalnál a normálmagasságok interpoláció miatti változásai szakaszonként maximálisan 0,03 mm-es értékűek voltak, a teljes vonal magasságkülönbsége 0,08 mm-t változott, ami már túllépi a még elfogadható néhány század mm-t. A bükki vonalon három magasságkülönbség változása is meghaladta a 0,1 mm-t az interpoláció miatt, illetve a teljes vonalra 0,61 mm-t. Ebből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy *az interpolációval elérhető pontosság nagymértékben függ a konkrét viszonyoktól, nevezetesen a graviméteres pontok sűrűségétől, a szintezési vonal helyzetétől és attól, hogy az adott területen mennyire jól interpolálhatók a Bouguer-anomáliák*. A „g” mérések szükséges pontsűrűségét is ezekhez a tényezőkhez kell igazítanunk, mert például a mátrai vonalon a „g” mérések 1 km-es pontsűrűségre történt ritkításával elkövetett közel 0,3 mm-es hiba a szintezések pontosságát tekintve már nem kielégítő.

Az országos gravimetriai adatbázis szintezési vonalakra interpolált „g” értékek előállításához történő alkalmazásánál több szempontot is figyelembe kell venni. Ezek közül a legfontosabb az aktuális területen rendelkezésre álló adatok száma. Erre utal a kérdéssel kapcsolatos vizsgálati eredményünk is a Mátraháza–Mátrafüred vonalon, ahol pedig az országos átlagnál lényegesen nagyobb a mért gravimetriai pontok száma. A sűrűnek mondott magyarországi felméréség ellenére mintegy száz olyan hely van hazánkban, ahol 10 km² –es területen egyetlen mért graviméteres pont sincs!

4. Graviméteres mérési pontok szükséges sűrűsége modell vizsgálatok alapján

A következő vizsgálattal arra keresünk választ, hogy a hazai gyakorlatnak megfelelően a szintezéssel párhuzamosan szükség van-e továbbra is gravimetriai mérésekre, vagy elegendő egy megfelelően megválasztott magassági terepmodell és egy megfelelő felbontású Bouguer-anomália adatbázis felhasználásával felállított modell alkalmazása, ill. gravimetriai mérések valamint a modell szükségszerű kombinációja. Ezen célból elemezzük országos viszonylatban a normáljavítás K_2 összetevőjét, valamint a K_2 számításához szükséges „g” mérések pontossági igényét. Jelen vizsgálattal az egyes teszterületek kiválasztásával járó esetlegességet kívántuk egy egész országra kiterjedően általánosítani, még ha a tanulmány szimulációs jellege miatt következtetéseket csak fenntartásokkal lehetett levonni.

A számításhoz felhasználtuk az elsőrendű hálózat korábbi felméréséből (EOMA 1. epocha) származtatott adatokat. Vonalként rendelkezésünkre álltak az adott szakaszvégpontok ellipszoidi koordinátái, a szintezési szakasz hossza és magasságkülönbsége, valamint a pontokon mért nehézségi gyorsulás érték. Az állomány 806 szintezési szakaszvégpontot tartalmazott, amelyek közül különböző okok miatt csak 748 pontot tudunk a számításokhoz felhasználni. A számítások során az ELGI adatbázisból rendelkezésünkre bocsátott, 5 km-es felbontású rácsháló pontjaiba interpolált Bouguer-anomália adatokat használtunk. A normáljavítás korrekcióinak országos léptékű meghatározásához alkalmazott digitális magasságmodell az SRTM, melynek adatai egy 3" x 3", (mintegy 70 m x 90 m) felbontású rácshálóra vonatkoznak. Ez az adatmennyiség Magyarország területén mintegy 32 millió pontot jelent.

4.1 A felhasznált modellek pontossági minősítése

A vizsgálataink eredménye erősen függ a számításokhoz használt modellek pontosságától, így elvégeztük a felhasznált két adatbázis (SRTM, Bouguer-anomália) pontossági minősítése. A szintezési vonal pontjaiba interpolált SRTM magasságok eltérése a szintezett magasságoktól nagy szórást (± 10.23 m) mutatnak, -178 m legkisebb és 66 m legnagyobb eltéréssel. A Bouguer-anomália modell hibáit 1,75 mGal szórással, -13,94 mGal minimális és 10,50 mGal maximális eltéréssel jellemezhetjük. Ebből azt a következtetést vontuk le, hogy megbízható eredmény eléréséhez nagyobb pontosságú modellre van szükség mind a használt terepmodell, mind a használt Bouguer-anomália adatbázis tekintetében.

4.2 K_1 és K_2 meghatározása országos léptékben

A K_1 és a K_2 normáljavítás összetevőket fajlagosan határoztuk meg: az ország területén 1 km hosszúságú szakaszokra redukált fiktív vonalakat vezettünk észak-déli ill. nyugat-keleti irányokban. Tapasztalataink szerint K_1 láthatóan függ a vonalak tájolásától, mert K_1 értéke a paralelkörök mentén kinullázódik, a meridiánok mentén pedig maximális értéket vesz fel. K_1 értéke láthatóan domborzatfüggő. Mivel a K_2 értékek az ország jelentős nagyságú területén közel nulla értékűek. A K_2 „nem nulla” értékeiről is megállapítható a domborzatfüggés. Tapasztalatunk szerint a K_2 értéke a nyugat-keleti irányban nagyobb, mint az észak-déli irányban. A nagyságrendet tekintve elmondhatjuk, hogy hegyvidéki területen a K_2 értéke nagyobb, mint a K_1 -é, és akár 10-30 mm/km értékű is lehet.

4.3 A „g” mérés pontossági igénye

A modellezett K_2 értékek alapján megbecsülhetjük a nehézségi gyorsulás mérésének szükséges pontosságát. A mérések pontosságára az EOMA elsőrendű szintezési hálózatában előírt összefüggést alkalmaztuk. A K_2 javítás hibáinak a normálmagasság értékén belüli dominanciájának elkerülése érdekében elképzeléseink szerint K_2 pontosságának legalább egy nagyságrenddel a szintezett magasságkülönbségek pontossága alattinak definiáltuk. A hibaterjedés törvényét alkalmazva levezettük a nehézségi gyorsulás mérések középpontját. Ezen összefüggés felhasználásával számítottuk az észak-déli ill. a nyugat-keleti irányú fiktív vonalak „g” mérésének középpontját.

Megállapíthatjuk, hogy amíg az Alföldön és a Kisalföldön kisebb pontosságú „g” mérések is elegendőek, a hegyvidéki területeken a becsült pontosság értéke azonos nagyságrendű a becslő módszer néhány mGal körüli hibájával. Ezért ezekre a területekre a felhasznált modellek pontatlansága miatt (1- 4.1 pont) hiteles „g” pontossági igény nem határozható meg. Ezek alapján azt mondjuk, hogy síkvidéki területeken a K_2 korrekció figyelembe vételéhez akár terepmodellen alapuló interpolációs adatokra is támaszkodhatunk, és hogy a domb- és hegyvidéki területeken megbízható eredményre nem jutottunk.

4.4 Eredmények, következtetések

Számításaink alapján síkvidéki terep esetében nem feltétlenül szükséges a terepi mérés, azonban domb- és hegyvidéki területeken az általunk használt modell alkalmazása nem váltja ki a gravimetriai méréseket.

Terepi- és modellvizsgálataink alapján összességében elmondhatjuk, hogy az EOMA újramérési kampányt végző *FÖMI által javasolt pontsűrűség a gravimetriai pontok elhelyezését illetően az esetek túlnyomó részében elfogadható, de hegyvidéki terepviszonyok mellett az előírt ponttávolság sűrítése is indokolt lehet.* Ugyanis a jelenlegi mérési utasítás a gravimetriai pontok helyét a szintezési pontok helyéhez rendeli, csökkentve ezzel a gravimetriai pontok magassági meghatározását szolgáló kiegészítő szintezéseket. A szintezési vonalakat lehetőség szerint a könnyebben járható útvonalakon vezetik (hegygerincek helyett inkább völgyekben), ezzel elkerüljük a „g” mérések szempontjából kulcsfontosságú tömeganomália helyeket. Ez pedig a „g” értékek változatosságának következetes alulbecsüléséhez vezet, aminek következtében a normáljavítás értéke is következetesen a valósnál kisebbre adódik, szabályos hibát generálva az új EOMA magassági dátum kiegyenlítéséhez. Összességében úgy gondoljuk, *elengedhetetlen, hogy a „g” értékének meghatározása mérésekkel, a lokális szélsőértékeket megfogva történjék,* különösen változatos terepviszonyok, illetve változatos geológiai viszonyok esetén.

5. A kutatás személyi vonatkozásai

A projekt során két intézménnyel kötöttünk megbízási szerződést. Az egyik (a cseh Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography kutatóintézet) abszolút graviméterrel végzett mérések céljából létesült (lásd 2. pont), a másik (a Geoservice Kft-vel) a projekt nagy mérési munkaigényét támogatandó céllal, amely mérési munkák jócskán felülmúlták a projekt 4 közreműködő kutatójának kutatásra fordítható idejét. A mérési munkálatokhoz kiegészítő jellegű további segítséget kaptunk a BME-n (Laky Sándor, Égető Csaba és Tuchband Tamás) és az ELGI-ben dolgozó (Kloska Károly) kollégáktól. A projekt számítási munkáiba bevontuk Kratochvilla Krisztina kolleginát, akit hivatalosan is felvettünk az OTKA közreműködők közé. Részvételével felerősödtek, majd meg is valósultak a szimulációs számításokat (lásd 4. pont) tervező elképzeléseink.

Hivatkozások

BME Felsőgeodézia Tanszék (1968): A kéregmozgási szintezési hálózatok gravitációs méréseinek egyes gyakorlati kérdései; útmutató a kéregmozgási szintezési hálózatok gravitációs méréseinek végrehajtásához, ÁFTH kutatási beszámoló, Budapest

ÉKME II. Geodézia tanszéke (1962): Normálmagasságok számítása. ÁKFT kutatási beszámoló, Budapest.

ÉKME Felsőgeodézia Tanszék (1964): 0-rendű szintezési hálózat létesítéséhez szükséges gravitációs mérések módszerei, mérési és számítási módszerei, ÁFTH kutatási beszámoló, Budapest

Mihály Sz., Kenyeres A., Papp G., Busics Gy., Csapó G., Tóth Gy. (2008): Az EOMA modernizációja. Geodézia és Kartográfia, 2008/7. 3-10.