

TARTALOMJEGYZÉK

TISZTELT KOLLÉGÁK!	
Elköszön a szerkesztő.....	133
A FÖLD ÉVE	
A Földév eredményei és tanulságai.....	134
SZAKCIKKEK, CIKKEK	
Az Egységes Országos Magassági Alaphálózat (EOMA) graviméteres mérései	
<i>Csapó Géza</i>	138
A Szeghalom környéki metamorf aljzat kiemelkedés szerkezetfejlődése és felépítése közettani és szeizmikus adatok alapján	
<i>M. Tóth Tivadar, Redlerné Tátrai Marianna, Kummer István</i>	143
Szemelvények a magyar geofizika történetéből V.	
<i>Szabó Zoltán</i>	152
HÍREK, BESZÁMOLÓK	
2008, külföldi konferenciák tükrében: Bécs, Oslo, Peking, Sezana, San Francisco — 2008-as W. B. Agocs & E. B. Agocs-díj — Rendezvénytájtár.....	158
IN MEMORIAM	
Nagy Sándor.....	162
Szilágyi Lajos.....	164

49. évfolyam 4. szám

2008

CONTENTS

Foreword	133
Year of Planet Earth	
News	134
Geophysical Papers	
Gravity measurements along the United Hungarian Levelling Network (EOMA) <i>G. Csapó</i>	138
Structural evolution of the Szeghalom metamorphic dome on the basis of petrological and seismic data <i>M. Tóth T., Redlerné T. M., Kummer I.</i>	143
Selected passages of the history of Hungarian geophysics V <i>Z. Szabó</i>	152
News and Reports	158
In Memoriam	
Sándor Nagy.....	162
Lajos Szilágyi.....	164

A szerkesztőség a szakcikketek szaklektorálás után közli. A szaklektorok névsora az évfáráó kötetben jelenik meg.
A lapban megjelenő cikkek adatainak és állításainak helyességéért, ill. közölhetőségéért a felelősséget kizárólag a szerzők viselik.

MAGYAR GEOFIZIKA

Kiadja: Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.
Telefon: (1) 252 4999
Felelős kiadó: dr. Fancsik Tamás igazgató
Lombos Nyomda Kft., Budapest — Felelős vezető: Juhász Péter

• • •

Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél: 1371 Budapest, Pf. 433, tel.: (1) 201 9815,
egyesületi tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évente négyszer

Index: 26 507



Tisztelt Kollégák!

ELKÖSZÖN A SZERKESZTŐ

Már csak a legöregebbek emlékezhetnek rá: 1992-ben új főszerkesztő, BODOKY Tamás került a Magyar Geofizika élére. Nem tudom, milyen megfontolás alapján, de felkért engem arra, hogy mint nyelvi lektor vegyek részt a lap előállításának munkájában (talán tudta, hogy szeretem anyanyelvemet, és föltételezte, hogy helyesírásból ritkán buktam meg...).

A felkérésre örömmel mondtam igent. Az ELGI-ben végzett munkám mellett kellemes bizsergést jelentett a néha rejtvényfejtéssel is felérő munka, vagy esetenként a birkózás a szerzőkkel (például hogy magyarul ne írjunk „workshop”-ot — és pláne ne „preworkshop”-ot és „postworkshop”-ot).

Rövidesen a körülmények szigorodása azzal járt, hogy addigi lektori tevékenységem mellé át kellett vennem a lap technikai szerkesztését is — a nyelvi lektorálás mellett a lap tördelése, képszerkesztés, szkennelés, „szabás-varrás” stb. — is az ELGI 301-es szobájában készült... (Kivéve azt a fél évet, amikor összedróttozott lábbal meglehetősen nehezemre esett volna a közlöködés — ekkor lakásunk étkezőasztalát neveztem ki szerkesztőségnek.)

Szerkesztői tevékenységem nyugdíjba vonulásom után sem változott — eddig.

Tizenhét évig szerepelt nevem a Magyar Geofizika hátsó borítóján. A következő lapszámot már nem én készítem.

Tisztelt Kollégák, Szerző Hölgyek/Úrak és Olvasók!

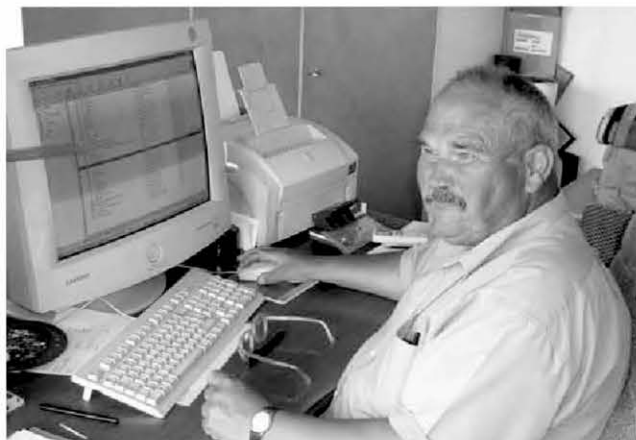
Örülök, hogy erőmhöz mérten segíthettem a magyar geofizikus társadalomnak. Ha valakivel túlerőszakos

voltam, vagy megbántottam, attól elnézést kérek. És ha valami *sajtóhiba* került a lapba, a „Mea culpa...” cik-kecske jelezte: hibáztam. A hibát akkor is magamra vállaltam, ha azt nem én „követtem el”. Az első Mea culpát akkor írtam, amikor egy fiatal kollegináról szóló hírben a hölgy férfinévvel jelent meg. Igaz, már így kaptam a kéziratot, de tartottam a hátamat: a hiba az hiba.

(Talán nem mindenki tudja, mi volt a legenda szerint a magyar sajtótörténet legnagyobb sajtóhibája. KATONA József egy ideig Kecskeméten dolgozott szerkesztőként. A kézirat csúnyán volt írva, a szedő meg új ember volt — így történhetett, hogy az impresszumban „Felelős szerkesztő Katona József” helyett „Félőles szórkesztyű Katónak jó lesz” jelent meg.)

17 év alatt sok embert megismertem. Néha nehéz perceim is voltak (ezeket igyekszem hamar elfelejteni), de sokkal-sokkal több volt az örömteli. Köszönhetem mindezt elsősorban *BODOKY Tamásnak*, aki egykor „beválogatott” a csapatba, köszönhetem az *Eötvös Loránd Geofizikai Intézetnek*, ahol helyet és lehetőséget kaptam a megfelelő munkára, és nem utolsósorban a *Magyar Geofizikusok Egyesülete* mindenkori vezetésének, hogy munkámat elfogadták, sőt kitüntetéssel jutalmazták. *És köszönöm az ország geofizikusainak Miskolctól Sopronig és Nagykanizsától Szolnokig, hogy bíztak bennem.*

Tóth Lajos



A FÖLDÉV EREDMÉNYEI ÉS TANULSÁGAI

„A tudománynak beszélnie kell arról, hogy a második ezredfordulóra az emberi faj olyan technológiai hatalom birtokába jutott, amellyel pillanatnyi célok érdekében földtörténeti léptékű változásokat képes előidézni. A földi életfeltételek visszafordíthatatlan, gyors ütemű átalakulása mára kicsúszott az emberi ellenőrzés alól. A klímaváltozás, a faji sokszínűség rohamos hanyatlása, a demográfiai robbanás egyfelől és a csökkenés másfelől, az ivóvízhiány, a talajpusztulás, a bolygónkat elborító hulladéktömeg mind a tudományos-technikai forradalom eredményeit hasznosító modern társadalomfejlődés gyümölcsei.”

(Részlet Pálinkás Józsefnek, az MTA elnökének köszöntőjéből, amely a Magyar Tudomány Ünnepe megnyitóján hangzott el)

Célok és feladatok

A Föld Bolygó Nemzetközi Éve nemcsak a Földről, hanem az emberről, jelenkori és jövőbeli közös feladatokról is szól. A Föld lakossága nő, a művelhető terület, az ivóvíz- és nyersanyagforrások korlátozottak, a Föld erőforrásai végesek. Elegendő lesz-e a technikai fejlődés, a tudás az „élhető Föld” megőrzéséhez, és hogyan szolgálják mind ebben a földtudományok az emberiség, a társadalom javát — ezekről a kérdésekről tudományos és ismeretterjesztő programok sorát rendezték és rendezik 2007 és 2009 között világszerte, így Magyarországon is. 2008-ra hirdette meg ugyanis az Egyesült Nemzetek Szervezete „A Föld Bolygó Nemzetközi Évét”-t.

A Földnek mint globális rendszernek a változásai különféle regionális következményekkel is járnak, sajátos és gyakran helyi problémaként jelennek meg, illetve helyi tényezők összeadódásából is származnak. A földi rendszerek evolúciója folyamatos, ugyanakkor a jelenségek széles időskálán játszódnak le, a Föld évmilliókban mérhető történetében gyökereznek még akkor is, ha a folyamatok egy része emberi mértékkel is gyors lefolyású lehet. Az összefüggések megismerése, megértése széleskörű, tudományok közötti összefogást igényel. Szükségessé teszi globális, regionális és lokális mérőrendszerek működtetését, adatbázisok kialakítását és a kutatási tapasztalatokon alapuló tudásbázis igénybevételét. Világméretű együttműködés nélkül a kihívásokra nem tudunk választ adni. Meg kell találni a globális hatások regionális, lokális jellegzetességeit, fel kell mérni mind a lehetséges erőforrásokat, mind pedig a veszélyeket, meg kell őrizni az emberiség otthonát adó Föld természeti értékeit és szépségét!

A megismerés eszköze a tudományos kutatás, az ismeretek közléséé az oktatás, képzés, a földtudományi és környezettudományi kultúra széleskörű terjesztése. Ez az, amit a Föld Éve kezdeményezés üzen a döntéshozóknak és a társadalom egészének, világszerte és itthon egyaránt.

Nemzetközi és hazai tanulságok

A Földév tudományos és ismeretterjesztő programjaiban közel nyolcvan ország vesz részt (honlapja: www.yearofplanetearth.org). A kezdeményezés legfontosabb társadalmi üzenete az, hogy a természeti környezet és az emberiség léte, tevékenysége között évezredekken keresztül fennállt érzékeny egyensúly felborulni látszik. Ennek oka az emberiség létszámának, hely- és anyagigényének rohamos növekedésében, másrésztől a Föld kincseinek végeességében keresendő.

A Földév világszerte tudatosította a szakmában az ismeretterjesztés fontosságát: idehaza az áprilisi ún. „Földtudományos Forratag” több száz szakembert és legalább hat ezer látogatót mozgató meg. A HUNGEO (a világ magyarságának földtudományi rendezvénye) konferencia idén a Földév jegyében zajlott. A hazai eseménysorozat csúcspontjának kétségtelenül a Magyar Tudományos Akadémiának a Földévhez kapcsolódó, „A tudomány az élhető Földért” rendezvénysorozata (www.tudomanyunnep.hu) bizonyult <http://www.tudomanyunnep.hu/>, amelynek fő témakörei — talán most először — nem szakterületi, hanem igazán interdiszciplináris jellegűek voltak.

A Földév hazai eseményeit a Magyar Nemzeti Bizottság honlapja (www.foldev.hu) összegzi. A Föld Bolygó Nemzetközi Éve (www.yearofplanetearth.org) nemzetközi honlapján a 2008. év kiemelkedő eseményei között Magyarország neve alatt az MTA tudományünnep mellett a Földév-füzetek magyar változata (a GEO-FIFIKA című ismeretterjesztő füzet sorozat), valamint a hazai Föld és Ég című konferencia ismertetője http://yearofplanetearth.org/content/downloads/hungary/Earth_and_Heaven.pdf szerepel. E konferenciát a Földév vezetése világszerte példamutató kezdeményezésnek tartja.

A Földév legjelentősebb tudományos sikere a OneGeology nevet viselő nemzetközi program (honlapja www.onegeology.org, hazai résztvevője a Magyar Állami Földtani Intézet), amelynek célkitűzése egy világhálón elérhető, egységes geológiai térképrendszer megalkotása <http://www.onegeology.org/>.

A Földév Magyarországon annak ellenére is sikeres volt, hogy a felkért támogatók és védnökök korlátozott, a szükségstől messze elmaradó pénzügyi háttérrel biztosítottak.

Az anyagok hiánya elsősorban a tömegtájékoztatás, népszerűsítés terén jelentett hátrányt, a sajtó érdeklődésének felkeltése és a reklámkampányok elmaradása miatt. A Földév csak néhány alkalommal jelent meg a tömegkommunikációban; a hírek, események az ismeretterjesztő médiába szorultak. Az egyszerűető szövetségesek: Élet és Tudomány, Természet Világa, Természet Búvár, MTV Delta, Magyar Tudomány, az MTA honlapja mellett a Duna Tv-t, a Hír Tv-t, a Magyar ATV-t, és számos helyi médiumot említhetjük pozitív példaként. A különféle egyetemi rendezvények, a Miskolci Egyetem által rendezett két országos középiskolai földtudományi diákkonferencia, az interneten is nézhető miskolci Foucault-inga, valamint a minden középiskolába eljutó GEO-FIFIKA füzet sorozat <http://www.foldev.hu/geofifika.htm> is hozzájárult ahhoz, hogy a Földévről tudomást szerezzen a szélesebb érdeklődésű közönség, főként a fiatalabb korosztály. Összegezve megállapíthatjuk: annak ellenére, hogy az ENSZ-határozat támogatásával kormányzati kötelezettségvállalás is történt, a Föld természeti adottságait fenyegető veszélyek témái még nem szerepelnek valós súlyuknak megfelelően a közéleti kérdések között.

További hazai tapasztalat, hogy jobban gondját kellene viselni, és megfelelő anyagi támogatást kellene biztosítani meglévő földtudományi értékeink — a nagyrészt siralmas állapotú földtani tanösvényeink, alapszelvényeink — megmentésére a jelen és az utókor számára.

2009-ben a földtudomány művelői tovább folytatják munkájukat. Az eddig is a legtöbb Földév programot szervező Magyarhoni Földtani Társulat az előttünk álló évet elsősorban a földtani örökség védelmének és a geológiai értékeket bemutató geoturizmus hazai elterjesztésének, előmozdításának szenteli. A Földév üzenetének terjesztéséhez, elmélyítéséhez — kerek évfordulók kapcsán — a Magyar Állami Földtani Intézet és a Természet Világa is hozzájárul. Bízunk benne, hogy a Földév társadalmi üzenete lassan, de biztosan hatótényezővé válik.

*Breznyánszky Károly elnök,
Szarka László titkár,
Haas János kincstárnok*

A Magyar Tudományos Akadémia Földtudományok (X.) Osztálya 2009. január 20-1 ülése meghallgatta a Földév Magyar Nemzeti Bizottságának vezetői által összeállított fenti értékelést. Nagyra értékelte a hazai földtudományi intézmények, egyesületek és szakemberek, különösképp a Földév Magyar Nemzeti Bizottság erőfeszítéseit, egyúttal sajnálatát fejezte ki amiatt, hogy a döntéshozók és a média nem segítették kellőképpen az ENSZ által kezdeményezett Föld Bolygó Nemzetközi Éve célkitűzéseit társadalmi közüggé tenni.

Részvételünk a Földév rendezvényein

A Magyar Geofizikusok Egyesülete természetesen egyetértett a Föld Bolygó Nemzetközi Évének célkitűzéseivel. Mivel olyan társadalmi szervezet vagyunk, amelynek feladata a szakmai és érdekvédelmi szempontokon túl az ismeretterjesztés is, ezért a Földév keretében munkánk célja elsősorban szakmánk népszerűsítése a laikus közönség és az ifjúság körében. Ezért részt vettünk a program

központi rendezvényein, saját programokat szerveztünk és támogattuk partnereink ismeretterjesztő akcióit, figyelembe véve azt is, hogy saját keretünk ilyen célokra nem állt rendelkezésre. Az alábbiakban (a teljesség igénye nélkül) néhány olyan akcióról számolunk be, amelyeket a nemszakmai közönség részére rendeztünk.

Az év folyamán az MTA GGKI gondozásában, az NKTH támogatásával megjelent a GEO-FIFIKA ismeretterjesztő füzet sorozat; a Föld Éve hivatalos kiadványának gondos kivitelű magyar változata. A szerkesztés munkáját SZARKA László vezette, a fordítás és a kiadványszerkesztés munkájában számos tagtársunk vett részt. A 12 füzet anyaga (az eredeti angol nyelvű kiadvány, ennek nagyrészt szövegű fordítása, valamint a hazai olvasóknak adaptált magyar kiadvány) az interneten is olvasható (www.foldev.hu/geofifika.htm); a kiadvány a nagy példányszám miatt minden érdeklődő kezébe eljuthatott. A füzetek listája:

1. Nemzetközi földtudományi kezdeményezések
2. Felszín alatti vizek („Tartalék egy szomszjas bolygónak?”)
3. Természeti veszélyforrások („A lehető legkisebb kockázat, a lehető legnagyobb odafigyelés”)
4. Föld és egészség („Biztonságosabb környezet építése”)
5. Éghajlatváltozások („Köbe vésett magnószalag”)
6. Nyersanyag- és energiakincs („A fenntartható felhasználás felé”)
7. Óriásvárosok („Mélyebbre hatolni, biztonságosabban építkezni”)
8. A Föld mélye („A kéregtől a földmagig”)
9. Óceánok („Az idő mélye”)
10. Talaj („A Föld élő bőre”)
11. Föld és élet („A sokféleség eredete”)
12. A földi mágneses tér („Védőpajzsunk”)



A Magyar Természettudományi Múzeum aulájában:

egy érdeklődő az ELGI mágneses teodolitjánál

Április 17. és 20. között a Magyar Természettudományi Múzeumban volt a Föld Bolygó Nemzetközi Éve eseménysorozatának központi megnyitó rendezvénye: kiállítás és közönségbemutató a földtudományok szerepéről és társadalmi hasznosságáról. A „földtudományi forgatagot” a múzeum és a Magyarhoni Földtani Társulat szervezte, szakmánk kiállítási területe az aula majd negyedét elfoglalta. Az ELGI műszereket állított ki, térképeken mutatta be az ország geofizikai képét, és számítógépes bemutatókat szervezett. A GES két napon át szeizmikus méréseket mutatott be a kertben. A GGKI (munkájának ismertetésén túl) a gazdája volt a GEO-FIFIKA kiadványsorozatnak. A több mint ötezer látogatót a bejáratnál két Eötvös-inga fogadta (az Eötvös Loránd Emlékgyűjteményből hoztuk ki), és mindenki kipróbálhatta a Ludovika kertjében az ELGI radarberendezését.

Június 28-tól Miskolci Egyetem főbejáratánál működik a híres Foucault-inga. Az ME Földtudományi Kar honlapja erről így számol be: „A Föld éve alkalmából a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara az Egyetem főbejáratánál megismételt a híres Foucault-inga kísérletet. 1851-ben a párizsi Pantheonban sikerült Jean Nernand Léon FOUCAULTnak először kísérletileg bebizonyítania a Föld forgását úgy, hogy nem a csillagközi térhez 'rögzítette' a vonatkoztatási pontot, hanem a katedrális kupolájához. A hosszú fonálra erősített gömb alkotta inga lengési síkja a kilendítést követően folyamatosan elfordul a környezetéhez képest, bizonyítva bolygónk forgását. Ez az elfordulás figyelhető meg a bemutatott kísérletben is, amely során a léghellenállás fékező hatását elektromágneses tér erejével elektronikus vezérlés segítségével egyenlítjük ki. Ennek következtében nem csökken a Foucault-inga kitérésének mértéke. Ezzel lehetővé válik az, hogy időről időre visszatérve a webkamera közvetítésével meggyőződhessünk arról, hogy valóban forog a Föld.” Részletek és a webkamera képe a www.mfk.uni-miskolc.hu/7_e.html címen látható.



Az ELGI nyílt napjának egyik foglalkozása: KIS Márta a gravitációs hatásvizsgálata mutatja meg egy gimnazistának. A csoport többi tagja a közelítés lépéseit a kivetítőn követte

Október 16. és 18. között rendezték Sopronban a „Föld és ég” konferenciát a föld- és a hittudomány határterületéről; e konferenciát a Földév vezetése világszerte példamutató kezdeményezésnek tartotta.

A „Magyar Tudomány Ünnepe” rendezvénysorozat részeként november 5-én volt az ELGI nyílt napja a tanulóifjúság részére; az interaktív foglalkozásokon másfélszáz gyerek vett részt.

A korábbi évek hagyományait követve 2008-ban is november 3. és 30. között került sor a Magyar Tudomány Ünnepe rendezvénysorozatára. Országsszerte tudományos, tudományos ismeretterjesztő és tudománypopularizáló programokra várták az érdeklődőket a szervezők, a programsorozatról a www.tudomanyunnep.hu oldal adott tájékoztatást.

A Magyar Tudomány Ünnepe kiemelt hetében, november 3–13 között a Magyar Tudományos Akadémia székházában három földtudományi kutatóhely: az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet és a Magyar Állami Földtani Intézet bemutatót tartott közszolgálati és tudománypopularizáló tevékenységéről. A „Földtudományi Megállónak” elnevezett kiállításon muzeális műszerek voltak láthatók (többek között a „kettős nagy eszköz”, egy Auterbál-inga, egy ESS műszer, egy T-14 és az első GE-20), geológiai és geofizikai térképeket mutattunk be, és a látogatók megkaphatták a GEO-FIFIKA füzeteket is.



Az EÖTVÖS által „kettős nagy eszköznek” nevezett torziós inga a Magyar Tudományos Akadémia székházának előcsarnokában

A tudománypopularizáló programok része volt a „Tu-

domány az elhírt Földet" előadásorozat, amelyben kollégáink követhetik előadásokat tartották. November 11-én az MTA csokküzében, 12-án és 13-án a MÁFI dísztermében, ugyanazonnap Veszprémben volt ilyen előadásorozat.

A Magyar Tudomány Ünnepe keretében tartottak szarvasi és sárospataki előadásokat is. Október 28-án Pécsen, november 6-án Székesfehérváron, 7-én Miskolcon, 12-án Nagykövendin volt ilyen rendezvény. A nagykövendin rendezvényről előző számban már beszámoltunk.

Társaságok

Ezek az előadói napok (szemináriumok) szerinti nem a szűk szakmai köröknek, hanem a nagyközönségnek: lakosoknak, diákoknak szólnak. Az ilyen típusú tudományterjesztési tevékenységnek két dolog kell: egyrészt olyan előadók szerepeljenek, akik érdekes geofizikai témákról közérthetően tudnak beszélni, másrészt a "közönség" megváltása. Amíg az előadói téren tudományunk jövőbeli sikereitől számolhatunk be a megosztott téren rossz tapasztalatok vannak. Sok kollégánk számára nem volt nyilvánvaló, hogy egy rendezvény előadói által megfogalmazott üzenetük nem elegendő a közérthető előadásokhoz. A

lakos közönség nehezen mozog, a tanfolyamok termékek megismerésének érdekében a jelenlegi oktatási politika nem elegendő támogatás, a pedagógusok nagy része pedig elvárásokról az ilyen tevékenységben (viszont több időben talánunk kelles tanácsokat, szakértőket, akik megértenek a tudomány fontosságát és ellátgatva ajánlásokat, elhívják diákjait rendezvényeinkre: közönség és hallgatók előtt). A személyi tevékenység kikészítését sokszor telefonális és internetes levelezés az igazgatókkal, rabszolgák (azaz a direkt kollektív) ezek a módszerek voltak egy ideig megoldások. Ez egy jó előkészítés eredménye is csökkenti egy olyan nem várt esemény, mint például a tömeggyűlési sztrájk Budapestre a "Jókedvűségű fogvatartás" aprilis 18-án azok sem tudtak előadni, akik egy tervezett. Felkészült és kelles előadók egy nem teljes körben: DRÁKOVITS Pál, FALUSI Tamás, HORVÁTH Ferenc, HORVÁTH Zoltán, KÉNYI Zoltán, NYÁRSI Zsuzsa, SZABÓ Zoltán, VIDO Mária és a szerző számára nem megfogalmazott csodák és szociális problémák.

Kakas Kristóf



A szarvasi „Föld és Ég” konferencia 280 résztvevővel rendezték, balról jobbra: DUDICH Endre geofizikus, BOLGERTI Péter biológus-fizikus, a Szarvasi Állatorvosi Intézet, Kékessy György országos igazgató, SZABÓ Zoltán geofizikus (a Föld és Ég Műhely vezetője), E. SZABÓ László referens az országos igazgató, NYÁRSI Zsuzsa Geológus, DRÁKOVITS Pál geofizikus (a Föld és Ég Műhely vezetője), HORVÁTH Zoltán, KÉNYI Zoltán, VIDO Mária és a szerző (A konferencia vendége ERŐS Péter főosztályos és FALUSI Tamás, az MTA-elnök volt)

Az Egységes Országos Magassági Alaphálózat (EOMA) graviméteres mérései¹

CSAPÓ GÉZA²

A Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) az Egységes Országos Magassági Alaphálózat (EOMA) I.-rendű vonalainak ismétlődő mérését 2007–2012 közötti időszakra tervezte. Ennél a munkánál a szintezések mellett graviméteres mérésekre is szükség van. A graviméteres mérések kettős célt szolgálnak: egyrészt alapadatok a szintezési vonalak pontjaihoz tartozó geopotenciális értékek (magassági mérőszámok) kiszámításához, másrészt lehetőséget biztosíthatnak a nehézségi erőter hosszúidejű időbeli változásainak vizsgálatához. A cikkben a szerző a felsőrendű magassági hálózaton végzett/végzendő graviméteres mérések néhány kérdésével foglalkozik [MIHÁLY et al. 2008].

G. CSAPÓ: Gravity measurements along the United Hungarian Levelling Network (EOMA)

The Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing (FÖMI) planned the repeat measurements of the first order polygons of the United Hungarian Levelling Network for the period of 2007–2012. The gravity measurements connected to the levelling provide gravity data to the determination of the geopotential values and a chance to detect possible long time variations of the gravity field. The author discusses several aspects of the gravity measurements to be carried out along the levelling network [MIHÁLY et al. 2008].

Bevezetés

A gyakorlati mérnöki munkák és az elméleti kutatások kiinduló adatait minden országban a különböző geometriai és fizikai alapú országos alaphálózatok szolgáltatják. Ezeket minden esetben az adott ország területének nagyságát, domborzati viszonyait és gazdasági lehetőségeit szem előtt tartott szempontok szerinti mennyiségű és elrendezésű állandósított pontok rendszere biztosítja. A jelenlegi hazai magassági alaphálózat I.–III.-rendű felsőrendű részből áll. Az I.-rendű hálózatot (1. ábra) zárt poligonokból és félpolygonokból alakították ki; az egyes poligonok csatlakozásánál és más, arra alkalmas helyeken ún. „szintezési főalappontokat” és közelükbe őrcsapokat telepítettek.

A hálózat részei azok az 1951–54 között telepített főalappontok is, amelyek ma már műszaki emlékek is tekinthetők (pl. Nadap, Baksipart, Diszel, Börzsöny, Szarvaskő) és állandósításuk meglepően hasonlít a gravimetriai alaphálózat „akadémiai” pontjaihoz.

A történetiség okán megjegyzem, hogy az első, országos jellegű szintezési hálózatot 1820 körül kezdték kialakítani és 1827-ben fejezték be. Akkor telepített főalappontjai már régen megsemmisültek. Erről a hálózatról, valamint az 1920-ig végzett további szintezési munkákról részletes információk nyerhetők a geodéziai szakirodalomból; ezek közül is kiemelkedik BENDEFY László munkája [BENDEFY 1958]. Részben a hálózat pontjainak időbeli fizikai pusztulása, részben a mérés- és műszertechnika folyamatos fejlődése miatt az alaphálózatokat rendszeresen újramérik.

A II. világháború utáni első hazai magassági alaphálózatot 1949–57 között létesítették (Bendefy-hálózat). E hálózat mérési eredményeit tekintjük a jelenlegi hazai magassági alaphálózat „0. epochájának”. Referenciaszintje a nadapi

főalappontra Triesztből levezetett magassági érték volt. Korszerűsítésére, illetve I.-rendű részének újramérésére 1967–78 között került sor; ezt a munkát nevezik „1. EOMA epochának”. Az EOMA „2. epocha” méréseit a FÖMI 2007–2012 közötti időszakra tervezte.

Alapfogalmak

Magasságon a földi nehézségi erő potenciáljának egyes szintfelületei között mért távolságot értjük. Tekintettel arra, hogy a Föld lapult és egyenetlen tömegelrendezésű, ezért az azonos potenciálérték-közű szintfelületek egymáshoz viszonyított távolsága változó, a hely függvénye. Állandó azonban két szintfelület között a *potenciálkülönbség* értéke. Bármely földfelszíni ponton egy és csakis egy szintfelület halad át, ezért a szintfelületek potenciálértékének valamely kiválasztott ponton átmenő szintfelülethez képesti potenciálkülönbsége egyértelmű mérőszáma egy adott pont magassági helyzetének. Mind a potenciál, mind a potenciálkülönbség munka jellegű mennyiség, ezért a magasság meghatározásához geometriai adatokon (szintezés) kívül fizikai mennyiségek (nehézségi erő) mérésére is szükség van. Amennyiben viszonyítási alpnak valamely, a közepes tengerszint magasságában fekvő pontot jelölünk ki, akkor bármely más pont magasságának meghatározásához az ún. „geopotenciál értékét” kell meghatározunk.

Amennyiben W_0 az alapszintfelület, W_B a vizsgált pont szintfelület potenciálja, akkor a két pont közötti potenciálkülönbség a

$$K = -(W_B - W_0)$$

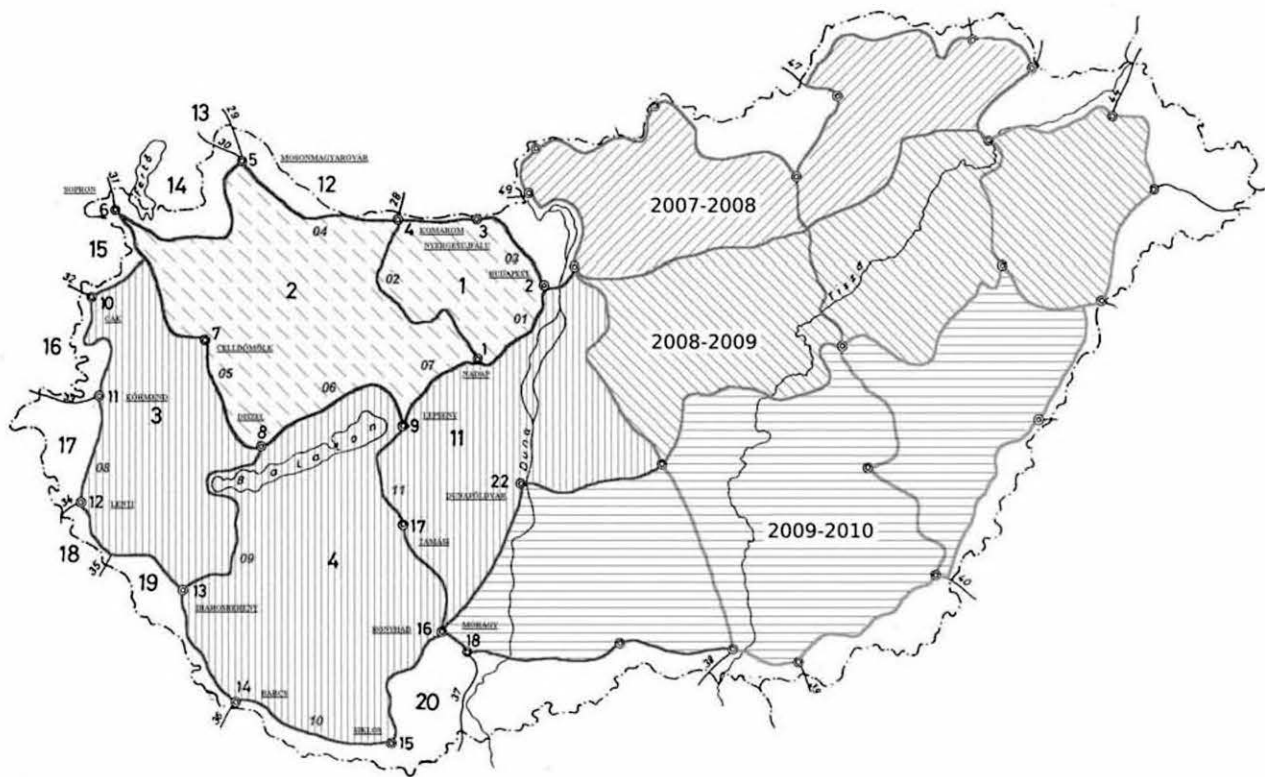
kifejezés alapján számítható. (K dimenziója: kilogalméter).

Általában, valamely két pont (A , B) között végzett szintezés eredménye a

$$K = \int_A^B g_i m_i$$

¹ Beérkezett: 2008. november 13-án

² Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.



1. ábra. Az EOMA I.-rendű hálózata és a tervezett újramérési időintervallumok

Fig. 1. First-order control network of EOMA and planned resurveying schedule

összefüggéssel számítható, ahol g_i és m_i a két pont közötti szakaszok átlagos nehézségi gyorsulási értéke, illetve magassága.

A Nemzetközi Geodéziai Szövetség 1955-ben hozott határozata értelmében a nemzetközi munkálatokban a szintezés eredményének (a pontok magasságának) a potenciálkülönbséget kell tekinteni. Ez a mérőszám nem metrikus magasság, dimenziója munkajellegű ($\text{cm}^2 \text{g s}^{-2}$). A mérnöki gyakorlat számára alkalmas metrikus mérőszámhoz úgy jutunk, hogy a K értéket megfelelő ortométeres javítással látjuk el [HOMORÓDI 1966].

A nehézségi gyorsulás mérések célja és eszközei

Az EOMA I.-rendű hálózatán végzendő g méréseknek kettős céljuk van. Egyrészt *alapadatok* szolgáltatása a geopotenciális értékek számításához, másrészt annak a lehetőségnek a biztosítása, hogy az egyes mérési ciklusokban végzett/végzendő ismételt mérések alapján információkat nyerjünk a nehézségi erőter hosszúidejű *időbeli változásainak* vizsgálatához.

A műszertechnika fejlődésének köszönhetően ma már részben elavultnak tekinthetők azok az előírások, amelyeket a kéregmozgási szintezési hálózat graviméteres méréseire előírtak. Ezek a korábban alkalmazott Sharpe graviméterekkel végzett mérésekre vonatkoztak, amely gravimétereket ma már nem használjuk nagy pontosságú mérésekhez. Helyettük relatív méréseknél (Δg) Magyarországon geodéziai típusú La Coste–Romberg (LCR) műszereket alkalmazunk. Ezekkel a műszerekkel mind a főlappontok közötti, mind a közbenső kéregmozgási alap-

ponatok és szintezési vonalpontok közötti Δg meghatározások megbízhatóságára előírt értékek ($\pm 0,02$, ill. $\pm 0,05$ mGal) — megfelelő mérési technológiával — gond nélkül teljesíthetők.

A nehézségi erőter időbeli változásainak vizsgálatára az ismételt relatív graviméteres mérések önmagukban csak korlátozott mértékben alkalmasak [CSAPÓ 2007]. Ennek főbb okai az EOMA méréseinél: a graviméteres mérési pontok nem azonosak az egymást követő mérési ciklusokban (10 méteres vízszintes koordinátakülönbség a horizontális gravitációs gradiens helyi értékétől függően 8–10 μGal eltérést jelenthet a nem identikus pontokon végzett mérések eredményében), a mérési ciklusok nagy időkülönbsége miatt (10–30 év) változnak az alkalmazott relatív graviméterek, nem veszik figyelembe fontos külső körülmények hatását az adott méréseknél (pl. talajvízszint állása). Emellett nem elhanyagolható, hogy a nehézségi térorozing hazai időbeli változása meglehetősen kicsik (1–2 $\mu\text{Gal}/\text{év}$). Az egyes ciklusokban végzett relatív g mérések megbízhatósága 10–20 μGal , ezért a változások kimutatásához gyakoribb ciklusokra lenne szükség ahhoz, hogy azok tendenciáira információt nyerhessünk. Az erőter időbeli változásainak vizsgálatához megbízhatóbb eredményekhez jutnánk akkor, ha az I.-rendű szintezési hálózat főpontjai közelében gondosan mérlegelt szempontok figyelembe vételével (stabilitás, pontvédelem, talajvízszint regisztrálás stb.) abszolút állomásokat létesítenének (pl. Telkibánya, Kecskemét, Bonyhád stb.). Ezen állomások a jelenleg meglévő abszolút állomásokkal együtt már olyan hálózatot képeznének, amely — mintegy 5–10 éves mérési ciklusokkal — alkalmas lenne a változások vizsgálatára. A jelenleg alkalmazott abszolút graviméterek

(Axis, Jila-g) mérési megbízhatósága 2–5 μGal . Bár a hazai geodéziai-geofizikai intézmények nem rendelkeznek ilyen berendezéssel, azonban a környező országoktól (Németország, Ausztria, Csehország) ezek a mérések megrendelhetők lennének. A közeli jövőben piacra kerülnek a 10 μGal körüli megbízhatóságú terepi abszolút graviméterek is, amelyek nem igényelnék laboratóriumi körülményeket, alkalmaskak pl. a gravimetriai alaphálózat pontjain végzett mérésekre is. Az abszolút állomások hálózatának megfelelő mértékű sűrítése megoldhatná a relatív graviméterek kalibrálásának kérdését is: egyrészt növelhetné az alapvonalon végzett kalibráló mérések megbízhatóságát, másrészt mindig az aktuális „mGal szintet” biztosítaná a mérések kiegyenlítéséhez. Az abszolút rendszer biztosítja azt is, hogy a szomszédos országok szintezési vonalainak határ menti csatlakoztatásánál nem merülnek fel nehézségi gyorsulási szinttorzulások.

A relatív graviméterek aktuális méretarány tényezőjét az egyes országok általában nemzeti kalibráló alapvonalakon végzett rendszeres méréssel határozzák meg. A hazai kalibráló alapvonal — öt abszolút állomást is tartalmazó — Siklós és Szécsény közötti, mintegy 210 mGal nehézségi tartománya az országos intervallumnak mintegy 85%-át fedi le. Az alapvonal mérés meglehetősen hosszadalmas és költséges munka. Két szomszédos kalibráló pont közötti mérési kapcsolat A-B-A-B-A mérési sorrendben mintegy 5–6 órás mérést igényel, a 14 kapcsolatot átlag 10–14 nap alatt lehet végigmérni.

A gravimetriai mérések ponthelyei

Mind a korábban használt metrikus magasságok, mind a geopotenciális érték meghatározásához graviméteres méréseket kell végezni a szintezési vonalszakaszokon. Alapvető különbség azonban az, hogy a régebbi szintezési munkáknál a nehézségi mérések csupán a szintezési eredmények javítására szolgáltak, a geopotenciális érték meghatározásánál ezek a mérések alapadatok! A kérdés az, hogy milyen sűrűségben és milyen megbízhatósággal kell ezeket a méréseket elvégezni? Nyilvánvaló, hogy minél kisebb a mérési pontok közötti távolság, annál megbízhatóbb képet nyerünk a vonalszakasz nehézségi erőterének szerkezetéről. A graviméteres mérések számának azonban egyrészt korlátot szab a mérések elvégzéséhez szükséges idő, másrészt kérdés, hogy milyen mértékben javítja a végeredményt a nagyobb számú mérés? Az is vizsgálat tárgya, hogy milyen megbízhatóságú mérésekre van szükségünk?

A korábbi felsőrendű szintezések gyakorlatában a gravimetriai mérésekre vonatkozó érvényes előírásokat a MÉM 1975-ben kiadott szabályzata tartalmazza [MÉM 1975]. Ezeknek az előírásoknak elméleti alapjait a BME Felsőgeodéziai Tanszék munkatársai dolgozták ki az ELGI e témában szerzett tapasztalatainak figyelembevételével [BME 1968].

A nehézségi erő térbeli változásait három tényező befolyásolja: a mérési pontok földrajzi szélessége, magassága és a Föld tömegeloszlási szabálytalanságai. A *szélességi hatást* egyrészt a Föld lapultsága miatt, másrészt a Föld forgása következtében fellépő centrifugális erő nagyságának változása miatt kell figyelembe venni. Általánosságban a nehézségi gyorsulás a hely függvényében észak-déli irányban mintegy 0,001 mGal/méter értékkel

változik. A *magassági hatás* a mérőpontnak a Föld tömegközéppontjától számított távolságának függvénye. Ezt a hatást a nehézségi gyorsulás függőleges gradiensevel számszerűsíthetjük, ami azt mutatja, hogy 1 méter magasságkülönbséghez milyen nehézséggyorsulás-változás (Δg) tartozik. A vertikális gradiens értékek Magyarországra vonatkozó területi eloszlásának vizsgálatával jelen dolgozat szerzője részletesen foglalkozott [CSAPÓ 2001; CSAPÓ, VÖLGYESI 2004]. Ezek a helyi értékek az elméleti értéktől (–0,3086 mGal/m) 20–25%-kal is eltérhetnek. A mérőpont környezetének *egyenetlen tömegeloszlásából* származó horizontális gradiens változások általában nem nagyobbak 0,05 mGal/m értéknél (föld alatti helyeken — barlangok, pincék — ez az érték 0,1 mGal/m is lehet). Az ismertetett hatások nagyságából adódik az, hogy szélső pontosságú relatív graviméteres méréseknél ($0,005 < m\Delta g < 0,01$ mGal) milyen pontosan kell meghatározni a mérési pontok koordinátáit az aktuális, illetve a későbbi ciklusokban végzendő ismétlődő mérések számára.

A szintezési vonalakat — a domborzati viszonyok alapján — három csoportba lehet sorolni: sík-, domb- és hegyvidéki vonalak. Az említett kutatási jelentésben mindhárom esetre három-három paramétert határoztak meg, amelyek alapján javaslatot tettek a graviméteres mérési pontok távolságára. A három paraméter az átlagos terepmagasság, a vonalszakasz végpontjainak magasságkülönbsége és a legnagyobb terephajlás. Ezen paraméterek alapján a javasolt ponttávolságok síkvidéki vonalakon átlagosan 8–10 km, dombvidéki vonalakon: 2–3 km, hegyvidéki vonalakon: 0,3–0,5 km. Az átlagos ponttávolságot sűríteni kellett ott, ahol a vonalszakaszon jellegzetes magassági töréspontok vannak, a geofizikai anomália-térképeken, illetve geológiailag zavart területeken az átlagostól eltérő anomáliákat találtak.

A graviméteres pontok helyének kiválasztásához a tanulmány további megszorításokat is javasolt, amelynek az volt a lényege, hogy a graviméteres mérések eredményeit befolyásoló külső tényezők hatását (amelyek közül a leglényegesebb a talajvízszint állásának változásai) [VÖLGYESI et al. 2007] lehetőség szerint minimálisra csökkentésük. Javasolták továbbá, hogy a nagyobb vízfolyások közelében fekvő szintezési vonalak mérésére ne kerülhessen sor extrém vízállások idején. Ezen javaslatok figyelembe vétele esetén a graviméteres mérésekkel egy időben talajvízszint-meghatározásokat is kellene végezni és a kétféle mérés (szintezés és graviméteres) ideje közötti időbeli eltérést minimálisra kell csökkenteni. Megjegyzem, hogy talajvízszint meghatározásához szükséges méréseket — elsősorban gazdasági okok miatt — sem az 1. epocha méréseinél, sem azóta nem végeztek hazai gravimetriai mérésekhez kapcsolódóan, bár napjainkban a geofizikai szondázás módszere lehetőséget biztosítana ehhez [CSAPÓ 2004].

A 2. epocha mérési munkálatai 2007-ben kezdődtek az 1. ábrán látható északi országrészen. A pontok kiválasztásánál — alapvetően ugyancsak gazdaságossági szempontok miatt — nem vették figyelembe a BME-tanulmányban foglaltakat: a pontokat átlag 2–4 km távolságban jelölték ki oda, ahol a graviméteres mérési ponttól egy szintezési álláson belül olyan Bendefy-féle magassági jelet találtak, amely a felsőrendű szintezési munka során bemérésre kerül. Az így kiválasztott graviméteres mérési pontok helyét festéssel jelölték meg és a kiválasztott szintezési ponthoz

viszonyított magasságkülönbségüket a gravimetriai mérés-
sel egy időben a graviméteres mérőcsoport határozta meg
 ± 1 mm relatív megbízhatósággal.

E pontkiválasztási módszer több hátránnyal jár. Egy-
részt nem teljesül az a követelmény, hogy a szintezési
vonalak jellegzetes magassági töréspontjainál legyenek
mérések, másrészt a pontokhoz sokszor közvetlen közel
lévő nagy tömegek (épületek, sziklafalak) hatása érvénye-
sül a mért értékekben. Tekintettel arra, hogy ezeket a
mérési pontokat csupán ideiglenes jellel (festés, karózás)
látják el, vízszintes koordinátáikat kézi GPS berendezés-
sel, esetenként egy-két mérőszalagos beméréssel határoz-
zák meg, nem tartom lehetségesnek, hogy egy további
(esetleg 20–30 év múlva esedékes) mérési ciklusban vég-
zendő ismételt mérések eredményeivel összehasonlítva
alkalmasak lennének az erőtér időbeli változásainak vizs-
gálatára, ill. kimutatására.

Az EOMA jövőbeli fejlesztése kapcsán új gondolat me-
rült fel a szintezési vonalakon szükséges gravimetriai mé-
résekkel kapcsolatban [PAPP, BENEDEK, GYIMÓTHY 2007].
Ennek lényege, hogy a rendelkezésre álló jelenlegi orszá-
gos gravimetriai adatbázis, a gravitációs modellezési eljá-
rások és a nagy felbontású digitális terep- és sűrűségmodel-
lek felhasználásával — a szerzők véleménye alapján — a
szintezési vonalakon ténylegesen végzett gravimetriai mé-
rések kiegészíthetők olyan modellekkel, amelyek felhasz-
nálásával minden tekintetben kielégítő geopotenciális érték
levezetésére van mód a szintezési hálózatban. A kérdés
további vizsgálatára egy 2008-ban — a BME Általános és
Felsőgeodéziai Tanszéke által elnyert — OTKA pályázat
keretében folynak további kutatások.

A graviméteres mérések kivitelezése

A szintezési vonalakon végzett graviméteres mérések
megkezdése előtt a munkáknál alkalmazott graviméterek
aktuális méretarány-tényezőjét az országos graviméter
kalibráló alapvonalon határoztuk meg. Ezután a 2007. évi
méréseket a szintezési vonalakon két lépcsőben végeztük.
Először a szintezési főpontok és a poligonok csatlakozó
pontjainak nehézségi gyorsulási értékeit határoztuk meg két
LCR-G graviméter egyidejű alkalmazásával. Ezen pontok
MGH-2000 rendszerbeli g értékét a hozzájuk legközelebb
található két országos gravimetriai alaphálózati ponthoz
történő beméréssel vezettük le. A vonalszakaszokon ki-
jelölt sorpontokat egy-egy LCR-G graviméterrel 3 mérő-
csoport (ELGI, GGKI, GES) végezte ugyancsak két orszá-
gos bázis között a következő mérési elrendezésben:

$$A-P_1-\dots-P_n-B-A-B-A$$

ahol A és B a két országos bázis, $P_1 \dots P_n$ a mérési sor-
zatba vont részletpontok. Egy-egy mérési sorozatban annyi
részletpontot mértünk, hogy a bázisvisszatérési idők (vala-
melyik bázison az első és második mérés között eltelt idő)
ne haladják meg a 2–2,5 órát. Ily módon egy mérési sor-
ozatban általában 5–6 sorpont szerepelt (az egy pont leméré-
séhez szükséges időbe a pontnak a kiválasztott Bendefy-
féle magassági jelhez képesti relatív magasságkülönbségé-
nek szintezéssel történő meghatározása is beleszámít). A
bázisok ismételt mérésére a műszerjárás miatti javítás al-
kalmazása miatt van szükség. Abban az esetben, amikor a
felhasznált két országos bázis között a szintezési pontok

száma megkivánta, segédbázisok beiktatásával határoztuk
meg a pontok g értékét:

$$A-P_1-\dots-P_r-S-A-S-P_{r+1}-\dots-P_n-B-S-B-S$$

ahol

S — a segédbázis (az egyik kiválasztott sorpont),

$P_1 \dots P_n$ — a mért sorpontok.

Ezzel a módszerrel naponta 10–12 pontot lehet lem-
mérni. A mérést gyakran lassította az, hogy a korábban
szemlézett szintezési pontok és a graviméteres mérések
között eltelt idő alatt egyes pontok elpusztultak. Ilyen
esetekben a sorozat mérése közben kellett új magassági
pontot keresni. A méréseket vagy a magassági jelre illesz-
tett speciális mérőállványon végezték (2. ábra), vagy attól
egy szintezőműszer állásnyi távolságban (1–30 m) kijelölt
ponton (3. ábra).



2. ábra. Főpont mérése annak őrcsapján

Fig. 2. Measurement at a first-order benchmark witness point



3. ábra. Sorpont mérése levezetett ponton

Fig. 3. Measurement at the derived point of a levelling benchmark

Az 1. táblázatban szereplő főalappontok pontjelei a gya-
korlatban nem alkalmasak arra, hogy közvetlenül azokon
végezzük a graviméteres méréseket (a magassági gombokat
több száz kilós fedlap védi a rongálástól, eltávolításukról a
szintezési munka idejére külön csoport gondoskodik). Ezért
a központi jel közelében létesített őrcsapok valamelyikének
közeliében végeztük a méréseket. Tekintettel arra, hogy

ezen főalappontok hosszú idejű fennmaradása biztosított-nak tűnik, célszerű lenne, ha ezeknél tartós pontállandósítással biztosítanák az ismételt graviméteres mérésekhez a pontazonosságot (hasonlóan az országos II.-rendű gravimetriai bázisok pontjeleihez).

A graviméteres méréseket az ELGI graviméteres mérésekre vonatkozó Minőségügyi Kézikönyvében leírtak szerint végeztük, amelynek követelményei megfelelnek a ma érvényben lévő minőségi szabványoknak [CSAPÓ 1997]. A graviméteres mérések feldolgozását — a terepi jegyzőkönyvek számítógépre vitele után — a hivatkozott irodalomban részletesen ismertetett javítások alkalmazásával végeztem. A mérési eredményeknek az MGH-2000 rendszerben történő kiegyenlítését a legkisebb négyzetek módszerével, ún. „dán eljárással” végez-

tem 3 iterációs lépésben — független mérési eredménynek két pont közötti Δg értéket tekintve. Külön-külön egyenlített ki a főpontokat és a három mérőcsoport által mért sorpontokat — kötött hálózat szerint, ahol a kiegyenlítések kényszerértékei minden esetben az MGH-2000 hálózat azon I-II.-rendű bázispontjainak nehézségi gyorsulási értékei voltak, amelyek közé a szintezési vonalak kiválasztott pontjait bemérték. A kiegyenlítések négyzetes középpontjába (m_0) a 2. és 3. iterációk eredményében gyakorlatilag nem különbözött, ezért utóbbit tekintettem végleges eredménynek. A mért pontok nehézségi gyorsulási értékeit mGal egységben, három tizedesjegyre élesen adtam meg ($1 \text{ mGal} = 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$), minden esetben a graviméteres mérőpont pontjelére (általában talajszintre) vonatkoztatva.

Pont száma	Pont neve	Földrajzi szélesség	Földrajzi hosszúság	H_{Balti} (m)	Nehézségi gyorsulás (mGal)	Ponthiba (μGal)	Faye-anomália (mGal)
32	Tokaj	48-08-18	21-24-06	99,970	980886,884	± 6	18,276
33	Bakspart	48-20-11	21-20-03	105,724	908,758	± 5	24,105
34	Telkibánya	48-37-11	21-20-03	243,770	864,906	± 6	-2,617
35	Sajógalgóc	48-17-08	20-31-53	144,156	891,075	± 12	22,855
36	Szarvaskő	47-37-11	20-20-03	206,885	860,968	± 5	72,078
37	Nógrádszakál	48-11-21	19-31-42	160,357	862,658	± 1	8,110
38	Börzsöny	48-00-00	18-54-00	248,688	851,998	± 4	41,740
39	Letkés	47-55-33	18-45-33	111,111	860,916	± 5	14,881
	Füzesabony	47-46-30	20-25-20	119,493	832,998	± 5	3,141
	Bodrog	48-12-44	21-23-46	118,101	883,958	± 4	14,295

I. táblázat. A szintezési főalappontok és szintezési csomópontok fontosabb adatai

Table I. Major parameters of fundamental benchmarks and nodal points

Mérési eredmények

A 2007. évi mérések során az I. táblázatban felsorolt szintezési főalappontok, valamint mintegy 350 sorpont nehézségi gyorsulási értékét határoztuk meg. A sorpontok nehézségi gyorsulási értékének megbízhatóságára részben az ellenőrző mérések, részben az egyes sorozatok bázisismétléseinek tapasztalt eltérések alapján nyertünk információt. Ezek alapján a sorpontokat 0,01–0,035 mGal ponthibával jellemezhetjük. Valamennyi pontot felvettük az ELGI gravimetriai adatbázisába. A két graviméterrel mért főpontok egyes adatait az I. táblázatban állítottuk össze. A pontok földrajzi koordinátáit kézi GPS műszerrel meghatározott EOVS koordinátákból (melyek megbízhatósága 3–10 m) vetületi átszámító programmal számoltuk [VÖLGYESI, TÓTH, VARGA 1996].

HIVATKOZÁSOK

- BENEFY L. 1958: Szintezési munkálatok Magyarországon. Akadémiai Kiadó
- BME Felsőgeodézia Tanszék 1968: A kéregmozgási szintezési hálózatok gravitációs méréseinek egyes gyakorlati kérdései. Kutatási jelentés. BME és ELGI adattár
- CSAPÓ G. 1997: Földfelszíni és föld alatti mérési pontok nehézségi értékének meghatározása relatív graviméteres mérésekkel. ELGI Geodinamikai és gravitációs obszervatóriumának minőségügyi kézikönyve. Budapest, ELGI, OMH és NAT adattár

- CSAPÓ G. 2001: A nehézségi erő vertikális gradiensének (VG) mérése és szerepe nagypontosságú graviméteres méréseknél. Mérésügyi Közlemények 3, 67–72, Budapest
- CSAPÓ G., VÖLGYESI L. 2004: Újabb mérések a vertikális gradiens (VG) értékének meghatározására. Magyar Geofizika 45, 2, 64–69
- CSAPÓ G. 2004: Felszínmozgások komplex vizsgálata Debrecen térségében. OTKA kutatási zárójelentés. ELGI adattár
- CSAPÓ G. 2007: A nehézségi erőter szerkezetének és időbeli változásainak tanulmányozása gravitációs módszerrel. Magyar geofizika 48, 3, 112–116
- HOMORÓDI L. 1966: Felsőgeodézia. Tankönyvkiadó, 562–563
- MÉM Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal 1975: Szabályzat a kéregmozgási szintezési hálózat létesítéséről. FÖMI és ELGI adattár
- MIHÁLY SZ., KENYERES A., PAPP G., BUSICS Gy., CSAPÓ G. TÓTH Gy. 2008: Az EOMA modernizációja. Geodézia és Kartográfia LX, 7, 3–10
- PAPP G., BENEDEK J., GYIMÓTHY A. 2007: Kutatási jelentés az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet által az EOMAKMO-1 keretében a Geoservice Kft. megbízására végzett gravimetriai mérésekről és azok feldolgozásáról. MTA GGKI, Sopron
- VÖLGYESI L., TÓTH Gy., VARGA J. 1996: Conversion between Hungarian Map Projection Systems. Periodica Polytechnica Civ. Eng. 40, 1, 73–83
- VÖLGYESI L., CSAPÓ G., SZABÓ Z., TÓTH Gy. 2007: A nehézségi erőter időbeli változása a talajvízszint ingadozásának hatására. Geomatikai Közlemények X, 159–166

A Szeghalom környéki metamorf aljzat kiemelkedés szerkezetfejlődése és felépítése kőzettani és szeizmikus adatok alapján¹

M. TÓTH TIVADAR², REDLERNÉ TÁTRAI MARIANNA³, KUMMER ISTVÁN³

Az Alföld metamorf aljzatának régóta tartó kutatása eredményeként jelentős mennyiségű fúrási anyag és szeizmikus szelvény áll rendelkezésre. A mindkét szempontból jó megkutatottságú Szeghalom metamorf kiemelkedés példáján megkíséreltük az aljzat felépítésével, fejlődésével kapcsolatos információkat közös modellben összefoglalni. A petrográfiai, petrológiai elemzés eltérő metamorf fejlődésű kőzetblokkokat azonosított, melyek között posztmetamorf tektonikai határok feltételezhetők.

A kristályos aljzaton belüli szerkezeti elemeket megtestesítő reflexiók kiemelése, felerősítése céljából egy post stack jel/zaj arányt javító műveletsort kísérleteztünk ki, melynek eredményeként a vizsgált képződmények szeizmikus képe viszonylag nagy mélységig követhető. Az alkalmazott szeizmikus attribútumok alapján a fenti litológiai egységek azonosíthatók, közöttük — feltehetően a kréta kompressziós mozgások eredményeként kialakult — lapos szögű feltolódási síkok ismerhetők fel. Ezt a szerkezetet a neogén normál vetők rendszere tovább bonyolítja.

A kőzettani és szeizmikus feldolgozás közös eredményeként megállapítható, hogy a terület ideális kőzetoszlopában a legmélyebb szerkezeti helyzetben ortogneisz található, melybe gránit intrudált. Fölötte lapos szögű nyírási zónát követően nagy metamorf fokú szillimanitos paragneisz, és hozzá kapcsolódó gránátos amfibolit a jellemző, míg a legmagasabb helyzetben közepes metamorf fokú amfibolos gneisz alkotja az aljzatot.

M. TÓTH T., REDLERNÉ T. M., KUMMER I.: Structural evolution of the Szeghalom metamorphic dome on the basis of petrological and seismic data

A big amount of borecore material and numerous 2D seismic profiles are available for studying the structural evolution of the crystalline basement of the Great Hungarian Plain. The aim of the present research was to combine results of the two data sets in order to get a better model for the evolution of the Szeghalom metamorphic dome.

Based on a detailed petrological investigation of all available borecores, three blocks of significantly different metamorphic evolution can be distinguished. Among them post-metamorphic tectonic boundaries can be assumed. In order to strengthen the reflections inside the metamorphic complex, a post stack algorithm has been developed to increase intensity/noise ratio. As a result of such a process, seismic images of the basement can be followed down to several hundred meters. Using the seismic attributes all lithologic units defined by petrological studies can be clearly distinguished. There exist low-angle thrust surfaces between each neighbouring pair of blocks, which most probably developed due to the Cretaceous compressional tectonic activity. The structure of the crystalline basement has been further complicated by a complex system of Neogene normal faults.

The integrated result of petrological and seismic studies suggests that the metamorphic basement at the deepest structural position consists of orthogneiss intruded by post-metamorphic granitoid rocks. Following a low-angle shear zone high grade sillimanite gneiss and garnetiferous amphibolite occur. At the top of the basement medium grade amphibole gneiss dominates the basement.

1. Bevezetés

Az Alföld neogén üledékeinek medencealjzatát túlnyomó részben bonyolult felépítésű és szerkezetfejlődésű metamorfotok, kisebb részben permo-mezozoos üledékes képződmények építik fel. Ezek a repedezett kőzettestek számos területen jó fluidum (szénhidrogén, víz) tárolók, ami geológiai és geofizikai vizsgálatukat, a korábbi eredmények újraértékelését folyamatosan indokoltá teszi. Másrészt viszont elvélve akad kísérlet a részletes kőzettani, szerkezetföldtani adatok, valamint a szeizmikus és lyukgeofizikai feldolgozások eredményeinek közös modellben történő tárgyalására.

A Békési-medence a Pannon-medence rendszer egyik legmélyebb részmedencéje, alatta a medencealjzat felépítése, szerkezete — mélyfúrások hiányában — nem ismert. Tőle északra a kristályos képződmények K–Ny-i csapással több egymást követő aljzat blokkban mintegy 2000 méterre emelkednek a jelenkori felszín alá, majd tovább észak felé eltűnnek a flis medence képződményei alatt. Ezen aljzat kiemelkedések mindegyikére a rendkívül komplex kőzettani felépítés, és a jelentős mértékű harmadidőszaki mozgásoknak köszönhetően összetett szerkezeti felépítés a jellemző [POGÁCSÁS et al. 1989; POSGAY, SZENTGYÖRGYI 1991; ALBU, PÁPA 1992; TARI, HORVÁTH, RUMPLER 1992; TARI et al. 1999; D. LŐRINCZ 1996]. A késő kréta kompresszió következtében feltételezhetően ÉK-i vergenciájú aljzattakarók képződtek [TARI et al. 1999], majd a szeizmikus értelmezések alapján az aljzatot ért hét egymást követő tektonikai esemény rekonstruálható [D. LŐRINCZ 1996]. A medencesüllyedés színrift szakaszában metamorf magkomplexumok jelentős vertikális mozgással együtt járó kialakulása valószínűsíthető [TARI et al. 1999]. A medence

¹ Beérkezett: 2009. február 10-én

² Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, H-6722 Szeged, Egyetem u. 2, mtoth@geo.u-szeged.hu

³ Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23, tatrai@elgi.hu, kummer@elgi.hu

kinyílásával szinkron a középső miocén folyamán a Derecske–Biharnagybajom vonal mentén jelentős mértékű szinisztrális oldalelmozdulás zajlott; a transzzenziós feszültségtérre utaló negatív virágszerkezetek az aljzattól a Pannon üledékekig követhetők a szeizmikus képen [ALBU, PÁPA 1992]. A bádeni során felerősödő extenzió következtében az aljzat É–D-i csapású normál vetők mentén fel-darabolódott, mély árkok (pl. Vésztő, Komádi–Mezősas árok), horst-graben szerkezetek keletkeztek.

Mindezek alapján a Békési-medence süllyedése és a metamorf háta végső kiemelkedése a Pannon-medence többlépcsős neogén kialakulásához kapcsolódott, s így a fúrásokkal elért metamorf kőzettestek szerkezetileg igen komplex felépítésűek, és az összes korábbi tektonikai esemény nyomát magukon viselik. A Szeghalom-hát a Békési-medencét északról határoló aljzat kiemelkedések központi, fúrásokkal és 2D szeizmikus mérésekkel legjobban feltárt tagja (1. ábra). Dolgozatunk célja a hát kőzettani és szeizmikus adatainak összevetésével egy közös térbeli modell megalkotása.

2. Földtani háttér

2.1. Kőzettani felépítés

A korai petrográfiai vizsgálatok a teljes Körösi Metamorfitt Összletet [FÜLÖP 1994] kőzettanilag egységes felépítésűként kezelték és rámutattak, hogy azt elsősorban különböző gneisz változatok és amfibolit, kisebb részben gránit és csillámpala alkotja [SZILI-GYÉMÁNT 1986]. BALÁZS et al. [1986] kiemelt figyelmet szenteltek az általuk migmatitnak minősített kőzeteknek, melyek altípusait (metatexit stb.) szöveti alapon különítették el. Bár a csillámpala és gneisz kőzetek túlnyomó részben para eredetűek [SZEPESHÁZY 1966] és geokémiai összetételük alapján egykori grauwacke típusú üledékeket reprezentálnak [SZEDERKÉNYI 1984], a SZEPESHÁZY [1973] által valószínűsített, az Alföldön ÉK–DNY irányú pásztában húzódó ortogneisz zóna szintén érinti a vizsgált területet.

Az újabb, részletes kőzettani feldolgozás négy fő kőzet-típus jelenlétét igazolta a vizsgált területen [M. TÓTH, SCHUBERT, ZACHAR 2000; M. TÓTH, ZACHAR 2006]. A Szeghalom-hát és a szomszédos metamorf kiemelkedések északi területeit túlnyomó részben egykori intruzív magmás kőzet (granitoid) metamorfózisával keletkezett ortogneisz uralja [ZACHAR, M. TÓTH 2001; M. TÓTH, ZACHAR 2003; M. TÓTH, ZACHAR 2006]. A gneisz tömeg a maximális metamorf átalakulás után, feltehetően a retrográd út során, intenzív plasztikus deformációt szenvedett; a zöldpala fácies P - T (nyomás–hőmérséklet) viszonyai között milonitosodott [SCHUBERT, M. TÓTH 2001]. Az ortogneisz mellett néhány északi fúrásban metamorf átalakulás szöveti jeleit nem mutató gránit jelenléte is igazolható. Az aljzattöbbször déli és központi területeit kétféle amfibolit és gneisz alkotja. Ez a gneisz típus az ortogneisz szöveti bélyegeit nem mutatja; ásványos összetételében jellemző a magas hőmérsékletű átalakulásra utaló szillimanit megjelenése. Az egyik amfibolit típust elsősorban hornblende és plagioklász földpát alkotja. A másik, a fúrásanyagban jóval ritkábban előforduló amfibolit típus nagyméretű, prekinematikus (a maximális metamorfózis előtt keletkezett) gránátokat is tartalmaz.

2.2. A korábbi szeizmikus kutatás eredményei

A Szeghalom–Füzesgyarmat környéki bonyolult földtani felépítésű metamorf aljzat megismeréséhez a szénhidrogén-kutatási és a litoszféra-alapkutatási célból végrehajtott szeizmikus mérések egyaránt hozzájárultak (1. ábra). A Szeghalom-hát területének modern digitális technikával történő szeizmikus megkutatása a 70-es évek második felétől kezdődött, 2–5 km-es, majd a 80-as évektől kezdve az 1–1,5 km átlagos szelvénytávolsággal. Az évtized második felében már a részletező szeizmikus mérések kerültek előtérbe, néhányszor 100 m-es szelvénytávolsággal [ALBU et al. 1987]. A termelés előkészítésének fázisában módszertani kutatásokra alapozva pontosították a földtani modellt, a tároló szerkezetek határait, szerkezeti tagolódását, a képződmények mézón belüli elterjedését. A tároló szint mélységterületének minél részletesebb leképezése érdekében a felbontóképesség növelését tartották a legfontosabb feladatnak mind vertikális, mind horizontális értelemben; a mérés és az adatfeldolgozás tekintetében egyaránt. A szeizmikus szelvénynyomvonalak a tárolóra célorientáltan helyezkedtek el.

Ebben a kutatási fázisban olyan részletes eredmények születtek, mint a tároló összlet jellegzetes szintjeinek — a metamorf aljzathoz, ill. a pannóniai képződmények fektetéséhez — időtérképe, a vékony miocén összlet vastagságának és hiányának kiderítése, valamint a tároló összlet felszínének tagolása.

Kísérlet történt a tárolók kisebb egységekre való bontására morfológiai és tektonikai szempontok alapján. A szerkezeti viszonyok három tektonikai mozgáscsoporttal váltak jellemezhetővé, attól függően, hogy a mozgás hatása csak a tároló szintjére, a miocénre is, vagy a pannon összletre is kiterjedt. Kimutatták a tároló fűrészfogszerkezetét, melyet a szelvények mentén 100–200 m kiterjedésű blokkok definiálnak. A tároló területén a gáz/olaj és az olaj/víz fázishatárról származó reflexiók beérkezések is regisztrálhatók voltak. Megállapítást nyert, hogy a kristályos aljzaton belül, nagyobb mélységeken intenzíven tektonizált zónákra utaló jelek vannak, ezek pontosabb korrelálása azonban nem volt lehetséges. A szeizmikus méréseket kiegészítették VSP és karotázs mérésekkel is [ALBU, PÁPA 1992].

Fontos eredményt adott a Szeghalom-hát tágabb környezetében készült szeizmikus litoszféra-kutatás keretében mért szeizmikus szelvény is [POSGAY et al. 1995]. Ez alapján, többek között, ÉNy-i vergenciájú feltolódásra utaló, alaphegységen belüli reflexiókat mutattak ki, amelyek kialakulása — feltehetően — az ausztriai orogénhez köthető.

3. Alkalmazott módszerek

3.1. Kőzettani vizsgálatok

A korábbi vizsgálatok alapján a fő kőzettípusok petrográfiai és részben petrológiai jellemzői megbízhatóan definiálhatók. Jelen dolgozatban ezen karakterisztikus jellemzők bemutatása mellett kiválasztott minták termobarometriai elemzésével célunk a kőzetek P - T (nyomás–hőmérséklet) fejlődésének pontosítása. A számítások során a hagyományos módon kalibrált termobarométerek alkalmazása mellett paragenezis modellezést is végeztünk. A rendelkezésre álló szoftverek közül a Domino/Theriak csomagot használtuk.

A Domino/Theriak [DE CAPITANI 1994] modellező rendszer célja tetszőleges P - T pont (vagy intenzív változók

bármely más kombinációja) esetén az egyensúlyi ásvány-paragenezis számítása a vizsgált kőzet (vagy annak szöveti-leg egyértelműen definiálható tartománya) teljes kémiai összetétele alapján. A modellezés során bármely P - T pont esetén az adott kémiai rendszerben a használt termodinamikai adatbázis [pl. BERMAN 1988] alapján algebrailag lehetséges ásványparagenezisek közül az algoritmus a minimális Gibbs-energiáját tekintve stabilnak [DE CAPITANI, BROWN 1987]. Az így kapott fázisdiagram összevethető a mikroszkópi elemzések során megfigyelt paragenezissel, mind az egyes fázisok modális arányait, mind azok kémiai összetételét tekintve.

A rendelkezésre álló petrológiai adatok alapján végül megkíséreljük a vizsgált magminták osztályozását, ami a közettani információ térbeli kiterjesztésének az alapját jelenti.

3.2. A korábbi migrált időszelvények újrafeldolgozása

A migrált időszelvényeken [ALBU et al. 1987] a gondos előkészítés eredményeként részletes, nagy felbontású kép rajzolódott ki a neogén aljzat felszíne közelében levő tároló szintjére, ill. annak környezetére, eleget téve az akkori célkitűzésnek. Az így hasznosnak bizonyult terepi és feldolgozási paraméterek azonban jelenlegi feladatunkhoz nem illeszkednek, ugyanis a nagyfrekvenciás gerjesztés és alulvágás a metamorf alaphegység belsejéből csak gyenge — bár többnyire folytonos — reflexiókat engedett meg.

A kristályos aljzaton belüli szerkezeti elemeket megtestesítő reflexióknak a kiemelése, felerősítése céljából egy post stack jel/zaj arányt javító műveletsort kísérleteztünk ki. A feldolgozás az ELGI Sun Microsystems Sunblade2000 típusú számítógépére telepített Promax programcsomaggal készült, az alábbi lépések alkalmazásával:

- automatikus erősítésszabályozás (medián: 500 ms);
- csatornakiegyenlítés;
- F-Xdekon (sávszűrő: 8–18–56–64 Hz);
- Dip Scan Stack;
- 2D térbeli szűrés (súlyozott medián).

Az eredményként kapott, javított migrált időszelvényeket és az eredeti migrált időszelvényeket egyaránt RMS sebességből származtatott mélységbeli simított intervallumsebesség sorozatok segítségével, 5 m-es újramintázással mélység-szelvényekké alakítottuk. Az előbbi a metamorf aljzatban végbement tektonikai mozgások azonosítását segíti, míg az utóbbin az üledékes összletben látható töréseket lehet jobban nyomon követni. Az elvégzett javítóműveletek hatása az S-130 jelű szelvény egy részlete példáján a 2. ábrán látható (v. ö. 1. ábra).

A 2.a ábrán az eredeti és a javítás utáni időszelvény pretercier részlete látható; a szelvénytárcsán a vizsgált képződmények szeizmikus képe viszonylag nagy mélységig kirajzolódik. Az elvégzett javító műveletek során megtartottuk a nagyobb mélységekre jellemző kisebb frekvenciatartományokat, valamint kiemelésre kerültek a kis dőlésű, pikkelyeződésre utaló koherens jelek is. A 2.b ábra mélységpontként mutatja be az eredeti és a javítás utáni szelvénytárcsák frekvenciaspektrumát (a meleg színek a nagyobb, a hideg színek a kisebb energiákat mutatják). A 2.c ábrán az átlagos frekvenciaspektrumok láthatók; a kisebb frekvenciájú reflexiókat a nagyobb frekvenciatartomány szűrésével emeltük ki. A reflexióerősség szelvények

(2.d ábra) is szemléletesen mutatják az aljzati szeizmikus kép tisztulását. Összességében az alkalmazott művelet-sor a pretercier kőzetoszlop korábnál részletesebb szerkezetét teszi értelmezhetővé. (A szelvénytárcsák mélység-szelvény változatát értelmezve a 11. ábra mutatja.)

A szeizmikus szelvények értelmezése a LandMark (Halliburton Company) SeisWorks 2D és 3D programcsomag alkalmazásával történt, mely lehetőséget biztosít a mélyfúrás adatok, a szeizmikus szelvények, valamint az attribútum szelvények együttes vizsgálatára, az egyes jelenségek térbeli elhelyezkedésének térképezésére. Az értelmezést nagymértékben segítette a szeizmikus attribútum szelvények figyelembevétele, így a reflexióerősség, a pillanatnyi fázis, valamint az ezekből származtatott zéró átlagú reflexióerősség konvolúciója a pillanatnyi fázis koszinuszával ($\text{perigram} \cdot \cos\phi$). Ez utóbbi változat a nagy energiájú, hosszan követhető reflexiók és a kis energiájú, nem folytonos reflexiók területeit markánsan elkülöníti.

4. Adatok

4.1. Közettani adatok

A korábbi eredményeket megerősítve a teljes vizsgált területet elsősorban különböző megjelenésű gneisz és amfibolit típusok építik fel.

Az ortogneisz a Szeghalom-hát alkotó kristályos aljzat felépítésében az egyik leggyakoribb közettípus. Kőzetalkotó ásványai között a kétféle földpát mellett uralkodik a kvarc és a biotit, előfordul a muszkovit is. Intruzív magmás eredetű számos szöveti bélyeg utal, melyek alapján a többi gneisz típustól egyértelműen megkülönböztethető. A rendszerint granoblasztos szövettű kőzetekben igen gyakoriak a relikv kvarc-K-földpát, ritkábban a plagioklász földpát halmazok (3.a ábra). A szemcsék közel egyenes szemcsehatára, a 120° körüli szemcseilleszkedés egyensúlyi, mélységi magmás szövetre utal. Mások mellett VERNON, COLLINS [1988] az ortogneiszek legfontosabb megkülönböztető jegyének a poligonális szemcsehalmazok megjelenését tartják. A kőzet járulékos ásványai, elsősorban a cirkon és az apatit, esetenként a turmalin és az allanit rendszerint sajátalakú szemcséket alkotnak (3.b ábra), ami valószínűtlené teszi a szemcsék szállítás általi koptatását, s így a protolit üledékes eredetét. A K-földpátok gyakran tartalmaznak magmás eredetű utaló mirmekites földpát zárványokat (3.c ábra). A mirmekit relikv helyzetű; esetenként az átkristályosodás olyan mértékű, hogy csak kvarc zárvány csoportok emlékeztetnek az egykori mirmekit jelenlétére. Bár mirmekites földpát képződésének számos modellje ismert [összefoglalva ZACHAR, M. TÓTH 2001], általánosan gránitban és gránit gneiszben fordul elő [pl. SHELLEY 1993].

A mirmekit zárványok mellett az ortogneisz nagyszámú további, a feltételezhető granitoid anyagú protolittal nehezen összeegyeztethető relikv ásványszemcsét tartalmaz. Igen gyakori a nagyméretű, átalakult szegélyű, gyakran rutil zárványos, részben klorittal és karbonát ásványokkal helyettesített gránát megjelenése. Általános a klinopiroxén, melynek szemcséit rendszerint zöld amfibol szegélyezi (3.d ábra). Amfibol önállóan is előfordul, minden esetben erősen rezorbeált szemcsék, gyakran optikailag folytonos szemcsehalmazok formájában (3.e ábra). Gyakori a piroxént, gránátot zárványként tartalmazó amfibol szemcsék előfordulása is.

Petrográfiai tulajdonságai alapján a gneiszben megjelenő idegen szemcséket az egykori granitoid kőzet xenokristályainak tekinthetjük. Az idegen eredetű szemcsék mellett az ortogneisz tartalmaz eltérő méretű idegen kőzetzárványokat, xenolitokat is. Az eklogit, granulit, gránátos amfibolit, serpentinit stb. összetételű zárványok petrográfiai jellemzésétől a továbbiakban eltekintünk.

A vizsgált ortogneisz egyértelműen metamorf eredetűnek ítélték reliktvásány szemcsét, megőrződött szöveti domént alig tartalmaz. A kőzetben csak egy foliációs irány ismerhető fel, így monometamorf képződmény; a D1 (első deformációs) esemény a nagyon primitív ásvány-paragenezis alapján közepes fokú metamorfózis lehetett. Az alsó termikus határt fehér, gyakran biotittal párhuzamos összenövésben jelentkező klorit szemcsék definiálják (3.f. ábra), másrészt jellemző, hogy kianit vagy szillimanit még a muszkovitban gazdag mintákban sem jelenik meg. Az amfibol xenokristályokat tartalmazó mintákban a T_{max} (a maximális metamorfózis hőmérséklete) paragenezist klorit, epidot és titanit megjelenése jelzi. A palásságot megnyúlt, plasztikusan deformált kvarc szalagok, hossz tengely szerint rendezett földpát szemcsék és biotit, esetenként muszkovit dús sávok definiálják.

A hát északi területén az ortogneisz mellett alárendelt szerepe van a rendszerint finom-, középszemcsés mikrogránitnak. Nagyobb tömegben a hát északnyugati részein jellemző, ezáltal valószínűleg összeköttetésben van a Füzesgyarmat, és esetleg a Biharnagybajom környékén feltárt granitoid testekkel [BALÁZS et al. 1986]. Teléres megjelenésének megfelelően főleg világos kőzetalkotókból (albit, ortoklász, kvarc) áll, színes ásványt alig tartalmaz. Genetikai szempontból fontos járulékos ásvány jelenlétét a vizsgálatok nem mutatták. Rendszerint középszemcsés, ekvigranuláris szövet jellemzi, melyben a kvarc helyenként megnyúlt, intenzíven nyírt szalagokat alkot. Mindezek alapján a kőzettípus a közepes fokú ortogneisz migmatitosodásával nem származtatható, posztkinematikus intruzív gránitnak tekintjük.

A Szeghalom-hát központi részét feltárt fúrások anyagában a fenti képződmények lényegében hiányoznak; a terület jellemző gneisz típusában az ortogneisz karakterisztikus szöveti kritériumait nem találjuk meg. A palás, gneisz szerkezetű kőzetet kvarc, kétféle földpát, biotit alkotja, a minták jelentős része tartalmaz gránátot és szillimanitot, míg a muszkovit az összes mintából hiányzik. Jellegzetesen polimetamorf kőzet. A biotit és szillimanit kötegek által kijelölt S2 (a második deformációs eseményhez kapcsolódó palásság) fő palássági irány (4.a ábra) mellett a mátrixban megőrződött egy korábbi, elsősorban a biotit szemcsék által definiált S1 irány is. Ez közelítőleg megegyezik a helyenként átalakult gránátokban található kvarc, rutil és kianit alkotta zárványsorok irányával (4.b ábra). A szillimanitos biotitgneisz fejlődését tehát két markáns paragenezis, a D1 biotit + gránát + kianit + rutil utáni D2 biotit + szillimanit + ilmenit ± gránát események egymásutánja jellemzi.

A gránátos amfibolit mindössze néhány szeghalmi fúrásban ismert, masszív, durvaszemcsés kőzetváltozat; minden esetben igazolható, hogy fölötté szillimanitos biotitgneisz található. Feltűnő jellegzetessége, hogy amfibol és plagioklász mellett nagyméretű, átalakult gránátokat tartalmaz (4.c ábra), melyeket helyenként teljes mértékben finomszemcsés plagioklász ± amfibol aggregátum helyettesít

(4.d ábra). A gránátban, illetve a helyettesítő földpátban megőrződött rutil és ilmenit zárványsorok orientációja (S1) szignifikánsan eltér a mátrix amfibolok által definiálttól (S2), így metamorf fejlődéstörténete — hasonlóan a szillimanitos gneiszéhez — kétszatos.

Az amfibol biotitgneisz térbeli megjelenése a korábbiaknál jóval korlátozottabb. A szillimanitos gneisz fedőjében a központi kiemelkedés északnyugati és déli peremén tárták fel a fúrások. Helyzete a végig maggal fúrt Szh-180 fúrásban egyértelmű, ahol a szillimanitos biotitgneisz zóna fölött ~10 méter vastagságú kataklázit zónát követően települ [M. TÓTH, SCHUBERT, ZACHAR 2000]. A kőzet eltérő vastagságú, homogén biotitgneisz, amfibolos biotitgneisz és amfibolit egységekből épül fel. Az azonos litológiájú szakaszok vastagsága általában több 10 cm, de nem ritka a csiszolat méretben felismerhető sávozottság sem (5.a ábra). Bár összetételük szintenként eltérő protolitra utal, együttes megjelenésük indokolja közös tárgyalásukat. A maximális hőmérsékleten stabil ásványtársaság az amfibolitokban közepes metamorf fokot mutat; a rendszerint apró szemcsés, zónás amfibol és a plagioklász mellett gyakori járulékos fázis az epidot és a klinozoit. A stabil Ti-fázis az ilmenit, néhány mintában apró, üde gránátok is megjelennek. Néhány amfibolit minta feltehetően reliktvásány eredetű, középszemcsés, zónás plagioklász táblákat, esetenként nagyméretű reliktvásány amfibol szemcséket is tartalmaz (5.b ábra), melyek a metamorfózis hatására nem alakultak át. A gneisz szakaszokon kőzetalkotó ásványként jelenik meg a kvarc, a kétféle földpát és a biotit, mely utóbbiban közberétegzett fehér klorit lencsék ismerhetők fel. Néhány biotit-dús minta tartalmaz apró, zárványmentes, üde gránátokat is (5.c ábra).

Az amfibolit minták egy részén intenzív második metamorf esemény (D2) nyoma látszik. A jól fejlett palássági síkokat titanit, prehnit (5.d ábra) és pumpellyit megjelenése jelzi, a D1 amfibolok körül aktinolit nőtt.

4.2. Mikroszerkezeti adatok

Az ortogneisz minták jelentős része a korábban részletezett metamorf szerkezetet (S0) részben felülíró, nyírt szerkezetet mutat. A deformált minták a teljes mintaterületen megtalálhatók; néhány megfelelően mély fúrásban (pl. Szh-É-2, Szh-É-11) az eltérő mértékben nyírt kőzetek térbeli kapcsolatrendszere is részletesen tanulmányozható [SCHUBERT, M. TÓTH 2001].

E fúrások mentén haladva az üde ortogneisztől az intenzíven nyírt kőzetekig számos mikroszvöveti paraméterben folyamatos változás tapasztalható. A mintákban az átlagos szemcseméret csökkenésével párhuzamosan a gneisz szerkezetet (S1) folyamatosan felváltja a milonitos foliáció (S2). A mélység növekedésével ez utóbbi válik uralkodóvá, az S0 szerkezetek csak reliktvásány fragmentumokban ismerhetők fel. A leginkább deformált (legmélyebb helyzetű) mintákban a kőzetet uraló S1 palásságot helyenként jól fejlett nyírási kötegek metszik át. A milonitos foliációs síkokat elsősorban klorit definiálja, a nyírási pályák mentén a mélységgel párhuzamosan fokozatosan nő az opak szemcsék mennyisége. A mátrix biotit kezdetben részlegesen, majd teljesen klorittá, muszkovittá alakul, a csillámkötegek között karbonát jelenik meg. Szintén az S1 irányt jelölik ki a rendszerint megnyúlt lencséket, szalagokat alkotó, átkristályosodott kvarc szemcsehalmozatok, melyek határát

filloszilikát kötegek alkotják. A milonit nyírási kötegei között megjelenő klorit ± kvarc ± karbonát anyagú ásványi kitöltés retrográd metamorf viszonyokra utal [MCCAIG 1987]. A legmélyebb helyzetű, leginkább nyírt mintákat lényegében kizárólag kvarc, muszkovit és klorit alkotja.

A kőzetben megfigyelhető földpát → csillám, biotit → klorit, végül a klorit → muszkovit átalakulások alacsony hőmérsékletű, hidratációs reakciók. Rendszerint a kőzet jelentős mértékű térfogatcsökkenését okozzák [WINTSCH, CHRISTOFFERSEN, KRONENBERG 1995], ami a nyírási zónába történő további fluidum migrációt, s így pozitív visszacsatolású víz-kőzet kölcsönhatási rendszer kialakulását teszi lehetővé [RUMBLE III, SPEAR 1983].

A D1 esemény mindezek alapján a metamorf fejlődés retrográd ágán, extenziós feszültségterében végbement, alacsony hőmérsékletű, jelentős mértékű hidratációval kísért milonitos deformáció volt.

A teljes mintaterületen általános az ortogneisz D1 milonitos nyírását követő deformáció, ami kézipéldány méretben is megfigyelhető kataklázit, vetőbreccsa kialakulását okozta. Több mintában tanulmányozható a két deformációs esemény viszonya is; a dinamikusan átkristályosodott kvarcsemcse halmazok megjelenése a kataklázitban a kataklázis deformáció milonitosnál fiatalabb korára utal (6.a ábra). A kataklázis nyírás iránya az ortogneisz minták esetében a kevés filloszilikát, s így a klorittal terhelt elválási síkok hiányában rendszerint nem állapítható meg. Egyes esetekben lapos szögű mozgás tételezhető fel, ilyenkor a mozgási síkokat klorit, és vékony kalcit film borítja. Az ortogneisz kataklázit rendszerint igen jól cementált.

A szillimanitos gneisz és az amfibolos biotitgneisz mintákon rendszeresen megfigyelhető lapos, 0–15 fokban dőlő elválási síkok, melyek mentén a főleg klorit által alkotott vetőtükrön vetőkarcok, ásványlépcsők jelennek meg. Ezek alakjának binokuláris mikroszkóp alatti elemzése minden vizsgált esetben inverz irányú mozgásra, feltolódásra utal. Vékonycsiszolatban a mozgást a biotittal terhelt síkok kloritosodása/szericitesedése jelzi. Néhány nyírt amfibolos biotitgneisz mintában a prehnit, tremolit, pumpellyit megjelenése utal a deformáció során végbement hidratációra, s a nyírás hőmérsékletviszonyaira. A nagyobb mennyiségű kvarcot/földpátot tartalmazó mintákban, a csillámban gazdag sávok között a kőzet kataklázisosodik (6.b ábra). A felőrölt kőzet rendszerint szögletes, irányítatlan szemcsék halmazából áll, a mellékkőzettől éles határ választja el.

Az összes, mikroszkópban részletesen vizsgált kataklázit lényegében tökéletesen cementált, a leggyakoribb szemcséközi ásvány a klorit; gyakori a karbonát és a kova anyagú cement is. Ez utóbbi esetekben a nagyméretű, nem deformált kvarckristályok tökéletesen kitöltik a felőrölt kőzet hasadékeit. Kísérletek és természetes mintákon végzett megfigyelések szerint [pl. ODLING 1997] a cementált kataklázit zónák rendszerint rendkívül rossz (a repedezett mellékkőzetnél, vagy akár a milonit zónáknál nagyságrenddel rosszabb) permeabilitású közegek. Esetünkben erre utal, hogy — a mellékkőzetben gyakori — utólagos átalakulás, mállás folyamatai az aprószemcsés, s így elvileg kevésbé ellenálló kataklázitok szemcséit nem érintették.

Az utolsó, regionálisan megjelenő deformációs eseményt a korábbi szerkezeteket átmetsző (6.c ábra), rendszerint meredek normálvetők, illetve litoklázisok jelzik. A mikrovetők gyakran konjugált párokat alkotnak annak

eredményeként, hogy a korábbi kompressziós, transzpressziós tektonikai képet döntően extenziós rezsim váltotta fel. A tágulások tektonikának megfelelően gyakoriak a nyitott repedések, melyeket a különböző területeken lényegében azonos ásvány paragenézis tölt ki (6.d ábra).

4.3. Szeizmikus adatok

A jelenlegi vizsgálatokhoz rendelkezésre álló szeizmikus migrált időszelvények adatgyűjtése a 80-as évek második felében történt a DFS-V. 120 csatornás műszerrel és vibroszeiz energiakéltéssel. A szokásos olajipari terepi mérési paraméterektől némileg eltérő mérési értékeket alkalmaztak a speciális, a tárolóra célorientált nagy horizontális és vertikális felbontóképesség elérése érdekében, így a geofonközt 25 m-re választották. A jelgerjesztés frekvenciája szintén meghaladta a standard értéket, kísérleti alapon nyugvó 18–92 Hz-es vibrojelet állítottak elő. A további paraméterek: fedésszám: 30x100%; geofoncsoport: 16 db PE-2 (10 Hz); szűrő: 12–128 Hz; mintavétel: 2 ms; felvételhossz: 4 s.

Az adatok korábbi feldolgozása R-35 számítógép SDS-3 programcsomagjával készült 1988–89-ben, +50 m tszf. vonatkozási szinttel. A feldolgozás menete eltért az általánosan használttól, mivel a cél a tároló szintjéről és környezetéről készített minél részletesebb képkötés volt. Ezért a reflexiók jellemzőinek lokális horizontális és vertikális változásainak megőrzése, a simító hatások csökkentése érdekében kísérlet-sorozatokkal választották ki a feldolgozási programokat és sorrendjüket, valamint az optimális paramétereket. Az 1 km-enkénti részletes sebességvizsgálatok mellett a feldolgozás alábbi menete nyújtotta az amplitúdó és frekvencia szerinti legjobb felbontást: valódi amplitúdó visszaállítás; mute; statikus korrekció; sebességvizsgálat; NMO; automatikus statikus korrekció; dekonvolúció; jelalak- és fáziskorrekció; stacking; dekonvolúció; sávszűrés (20–90 Hz); hullámegyenlet migráció; koherencia javítás.

5. Eredmények

5.1. Kőzettani evolúció

A Szeghalom-hátat felépítő négy fő kőzettípus metamorf fejlődéstörténetét különböző termobarometriai módszerekkel vizsgáltuk.

Az ortogneisz termobarometriai modellezését jelentősen megnehezíti, hogy a xenokristálymentes gneisz típus ásványos összetétele rendkívül primitív, lényegében kvarc, kétféle földpát és csillám (rendszerint biotit) alkotja. A metamorfózis fizikai körülményeit ilyen összetétel esetén az Al-ban viszonylag gazdag, ezért muszkovitot is tartalmazó mintákban egyes diagnosztikus ásványok (gránát, kianit, szillimanit) hiánya alapján lehet közelítőleg megbecsülni. Az ortogneiszek P - T fejlődésének modellezése során mindezek alapján első lépésben a muszkovit-tartalmú minták Domino/Theriak [DE CAPITANI 1994] modellezését célszerű elvégezni, hiszen megfelelő metamorf viszonyok között itt számíthatók az említett index ásványok megjelenésének viszonyai. Több minta elemzése alapján az adott teljes kémiai összetételek mellett $T > 580$ °C esetén lenne stabil a gránát, s még magasabb hőmérsékleten a szillimanit (7.a ábra). A két fázis teljes hiánya a metamorfózis $T_{\max} < 580$ °C körülményeit valószínűsíti. Az irányí-

tott helyzetű, így feltehetően metamorf fejlődésű biotit-szemcsékre egységesen alacsony Ti-tartalom, és Mg# ~ 0,5 jellemző, ami HENRY, GUIDOTTI, THOMSON [2005] termometere alapján 550–620 °C körüli metamorf átalakulást jelez. A koegzisztens klorit-biotit-muskovit paragenézis alapján — elfogadva, hogy $T \sim 550\text{--}620$ °C —, $P \sim 4,2$ kbar-nak adódik [BUCHER 1987].

A szillimanitos biotitgneisz mind szöveti jellemzőit, mind ásványos összetételét tekintve eltér az ortogneisztől, kémiai összetételük azonban nagyon sok hasonlóságot mutat. Ennek köszönhető, hogy a Domino/Theriak modellezés során kapott reakcióháló a két kőzettípus esetén igen hasonló, de míg az ortogneisz a szillimanit- és gránátmentes, alacsony hőmérsékletű tartományban jutott egyensúlyba, a szillimanitos gneisz esetében a $T_{\max} > 650$ °C, $P_{T_{\max}} < 6$ kbar lehetett (7.b ábra). A gránátban azonosított zárványok lehetőséget adnak arra, hogy a szillimanitos gneisz fejlődésének korábbi állomását is rekonstruáljuk. A biotit és plagioklász zárványok, valamint a gránát mag összevetése alapján 730–750 °C [BHATTACHARYA et al. 1992] hőmérséklet, továbbá 7,5–8,5 kbar nyomás becsülhető. Ugyanezen egyensúlyi rendszerek a gránát perem és a vele érintkező mátrix biotitok esetében 630–650 °C, 4–5 kbar viszonyokra utalnak. A mátrix biotitok összetétele alapján ($Ti - X_{Mg}$) [HENRY, GUIDOTTI, THOMSON 2005] az S2 eseményre $T \sim 640$ °C valószínűsíthető.

A gránátos amfibolitok szövete egyértelműen két metamorf eseményt rögzít. A korábbi detektálható esemény (D1) metamorfózisának körülményeire a grosszulár + almandin + rutil = ilmenit + anortit + kvarc reakció alapján [BOHLEN, LIOTTA 1986] $T \sim 700$ °C mellett $P \sim 9,5$ kbar becsülhető. A D2 esemény fizikai körülményei a mátrix amfibol és földpát szemcsék alapján $T \sim 640 - 680$ °C és $P \sim 4$ kbar [GERYA et al. 1997], illetve $T \sim 670$ °C, $P \sim 5$ kbar [HOLLAND, BLUNDY 1994]. A szillimanitos biotitgneisz és a gránátos amfibolit P - T fejlődése mindezek alapján összevethető, ami a közös szerkezeti egységbe tartozásukat valószínűsíti.

Az amfibolos biotitgneiszben az amfibol – plagioklász ásványpárok összevethető eredményt adnak a különböző módszerek alkalmazása esetén. A maximális metamorf fok fizikai viszonyait HOLLAND, BLUNDY [1994] alapján 560 – 580 °C; GERYA et al. [1997] alapján ~ 620 °C és ~ 4 kbar, míg PLYUSNINA [1982] értelmében 530 – 550 °C és 4 kbar jellemzi. Az amfibolos gneisz metamorfózisa tehát markánsan eltér a másik metabázikus kőzetváltozat, a gránátos amfibolit fejlődésétől.

A négy fő kőzettípus mindezek alapján önálló zónákat definiál (ortogneisz – OG; szillimanitos gneisz és gránátos amfibolit – SG; amfibolos gneisz – AG), melyek jellemző metamorf fejlődéstörténete szignifikánsan eltér egymásától. Ez szükségképpen azt feltételezi, hogy a zónák jelenlegi helyükre a maximális metamorfózist követő tektonikai mozgások eredményeként kerültek. A kőzettani, mikroszerkezeti elemzések a vizsgált kőzetekben több posztmetamorf szerkezetet igazoltak. Az OG blokkon belül feltehetően extenziós térben milonitos zónák keletkeztek; a nyírás mikroszerkezeti megfontolások alapján ~ 430 °C hőmérsékleten zajlott [SCHUBERT, M. TÓTH 2001; JÁNOSI, M TÓTH, JÁNOSI 2007]. Az SG–AG határán jellemző epidot, klorit, prehnit, pumpellyit ásványtársaság alapján a deformáció a zöldpala fácies körülményei között, a mikroszerkezeti meg-

figyelések szerint kompressziós térben zajlott. Még alacsonyabb hőmérsékletre utal az a kataklázit, mely feltételezéseink szerint az SG–OG zónákat választja el egymástól.

A kőzettani, mikroszerkezeti adatok alapján vizsgálható a Szeghalom-hát ideális kőzetoszlopa. Eszerint legmélyebb helyzetben az OG, ennek fedőjében a SG (szillimanitos biotitgneisz és gránátos amfibolit), majd legfelül az AG kőzetegyüttes található. A képződményeket posztmetamorf tektonikus határok választják el, melyek közül az AG–SG határ csökkenő hőmérséklet mellett, magasabb hőmérsékleten (zöldpala fácies, prehnit-pumpellyit fácies) keletkezett, mint a kataklázit megjelenésével jellemzett SG–OG határ, az előzőt mindezek miatt idősebbnek tételezzük fel (8. ábra).

5.2. Szerkezetfejlődés a szeizmikus kép alapján

Az újrafeldolgozott szeizmikus reflexiós szelvények segítségével megkíséreltük a medencealjzat szerkezeti elemeinek, azok határainak meghatározását úgy, hogy az aljzatot alkotó kőzettípusok térbeli elhelyezkedésére is támpontokat kapjunk. A szeizmikus kép alapján elkülöníthető, homogén mintázatú blokkokat a szelvények menti fúrások tágabb környezetében is bejelöltük. Az egyes blokkokat alkotó litológiai típusok pontbeli azonosítása során a kőzettani vizsgálatok eredményeire támaszkodtunk, majd azokat a pretercier aljzat felszíne közelében színezéssel különböztettük meg: ortogneisz (OG) — világoskék, gránit — rózsaszín, szillimanitos biotitgneisz (SG) — középkék, amfibolos biotitgneisz (AG) — piros. Feltételezzük, hogy a hasonló ásványos összetétel miatt az amfibolos biotitgneisz és a szerkezetileg az SG zónához tartozó, de csak néhány fúrásból ismert gránátos amfibolit fizikai, szeizmikus dinamikai tulajdonságai lényegében azonosak. Ezért a gránátos amfibolitot is az AG piros színével jelöljük. Végeredményben tehát a szeizmikus szelvényeken a piros színnel jelölt egység vagy mindig a metamorf alaphegység felszínén lévő AG egység, vagy a mindig az SG zónák alsó részét képező gránátos amfibolit lehet. Az aljzatfelszín közelében az egyes litológiai egységekre jellemző szeizmikus sajátosságok alapján az egyes képződményeket megkíséreltük az aljzaton belül is kiterjeszteni; ezek felszínét a szelvényeken szaggatott vonalakkal jelöltük. A részletes petrográfiai vizsgálatok során nem vizsgált részterületeken előfordultak bizonytalanul értelmezhető blokkok, illetve kőzettípusok is.

A szeizmikus adatok általánosságban arra utalnak, hogy a medencealjzat döntően takarós felépítésű, melyben a fenti litológiai egységekből helyenként csak viszonylag vékony (akár 100 m-nél is kisebb vastagságú) egységek maradtak meg. A kőzettani vizsgálatok alapján a Szeghalom-hát északi részén lemélyített fúrásokban (1.c ábra) ortogneisz és gránit található. A 9. ábrán az S-128 szelvény egy szakaszán mutatjuk be a gránit és az ortogneisz elkülönítésének lehetőségét (a 9.a ábrán a bejelöletlen értelmezés nélküli, a 9.b ábrán a bejelölt értelmezett mélység-szelvény részlet látható). A gránit nagy energiájú, hosszan követhető reflexiókkal jellemezhető kőzettípus, míg az ortogneisz a szeizmikus szelvényeken közepes energiájú, váltakozó folytonosságú reflexióval jelenik meg. Ez a kőzetblokk deformált, töredezett jellegére utal. A fúrásoktól távolabb eső, reflexiós képében kissé eltérő, valószínűleg ortogneiszből álló aljzatfelszínt szaggatott világoskékkel jelöltük. A két különböző kőzet találkozásiánál a szeizmikus szintek megszakadnak, és dőlésük is

megváltozik. A jelleghatárt a rideg töréseknél használt kékeslila vonalakkal jelöltük, illetve hullámos vonalat alkalmaztunk ott, ahol a gránit benyomulására következettünk.

A kőzetblokkok mélységi elhatárolásának becsüléséhez a reflexiók erőssége adhat támpontot. A 9.c ábrán a hullámfrással (feketével) megrajzolt mélységszelvényt a reflexióerősség háttérrel egyesítettük. A nagyobb reflexiók energiát barnával, a kicsit zölddel és a kettő közötti átmenetet sárgával ábrázoltuk. Feltételezzük, hogy a nagy reflexióerőséget jelentő barna folt a szelvény elején a gránittal azonosítható. Alsó határát egy É felé emelkedő feltolódási felület képezi. Ez alatt a reflexiók kép megváltozik, ami eltérő közzétípus jelenlétére, feltehetően ortogneiszre utal.

Feltételezzük, hogy ez a rátolódás is a Tisza egység nagy takaróinak kialakulásakor az ausztriai orogén mozgások során keletkezett. Ebből következik az is, hogy a gránit intrúzió az azt elnyíró mozgásoknál idősebb lehet. A W-248-cal jelölt fúrás környékén a nagyobb reflexiók erősséget adó gránit közel 100 m vastagságban jelentkezik.

A Szeghalom-hát D-i részén a W-245, a W-210 és a W-227 jelű fúrásokban a petrográfiai vizsgálatok alapján azonosított SG egység szillimanitos biotitgneisz kőzetei nagy energiájú, hosszan követhető, vastag reflexiók kötegként jelennek meg az S-123 szelvényen (középkék horizont; 10. ábra). A két utóbbi fúrás között jól látható egy blokk (4100 – 4620 m szelvény távolságban, szagatott középkékkel jelölt horizont), ahol az alaphegység felszíne alatti reflexiók kép megváltozik.

Míg a felszínt kijelölő reflexió alig változik, addig az alaphegység felszíne alatti reflexiók kép szakaszosan követhető, környezetéhez képest kisebb energiájú reflexiókkal jellemezhető. A reflexióerősség csökkenése 100–200 m vastagságú, SG zónán belüli, a paragneisztől eltérő litológiára, a korábbiak alapján feltehetően gránátos amfibolit jelenlétére utal.

A gránátos amfibolithez hasonlóan pirossal jelölt AG egység kőzeteit a metamorf hát legmélyebben fekvő területein azonosítottuk. A szeizmikus szelvényeken szórt, rendezetlen, nem folytonos kis amplitúdójú jelcsoomagokként jelennek meg. A 10. ábrán az S-138 szelvény keresztesződése közelében lévő W-214 jelű fúrásban amfibolos biotitgneisz alkotja az aljzat felszínét. A kőzet szeizmikus sajátosságai markánsan jelentkeznek a perigram*cosφ szeizmikus attribútum szelvényen (10.c ábra).

A 11. ábrán látható S-130 szelvény mentén az S-122 és az S-123 szelvények keresztesződési pontjai között lévő W-220 jelű fúrásban szintén kis energiájú, nem folytonos reflexiókkal jellemzett amfibolos biotitgneisz található a legfelső szerkezeti helyzetben. A reflexiók gyengülése a kőzetanyag töredezettségére utal. A fúrás helyétől távolodva egyéb adat híján hasonlóképpen értelmezzük az ilyen jelenséget. Hasonló szeizmikus kép rajzolódik ki az S-123 szelvénykeresztesződéstől északra található, lapos szögű elmozdulási zónában. Mivel a zóna még az alsó pannon üledékek mélységében is folytatódik, azaz az alsó pannon idején is aktív lehetett, feltételezhető, hogy a reflexiók gyengülését neogén tektonika és nem kőzetváltás okozza. Emiatt a bizonytalanság miatt a 11.d ábrán ezt a szakaszt nem színeztük. A W-220 jelű fúrásban gránátos amfibolit is megjelenik az SG egység alatt, ami a fúrástól D-re látható a szelvényértelmezésben. Itt a szeizmikus szelvényben a reflexiók gyengülnek, megszakadoznak. Így a gránátos amfibolit értelmezése szintén a reflexiók gyengülése, ill. a

reflexiók kép kiüresedése alapján történt a szelvényeken. Ez alátámasztja M. TÓTH et al. [2004], valamint SCHUBERT, DIAMOND, M. TÓTH [2007] vizsgálatait, melyek az amfibolitok esetében törésgeometriai és fluidumzárvány vizsgálatok alapján összefüggő repedésrendszert igazoltak. A szelvény É-i felében nem minősítettük az aljzat felszínének összetételét, csak a W-220 és W-211 fúrásokban kőzet-tani adatokkal igazolt AG egységet.

A vizsgált terület szerkezeti képét nagymértékben bonyolítja a neogénben végbement tektonikai mozgások. A szerkezeti egységek méretéhez (100–500 m) képest ritka szelvényhálózat csak helyenként tette lehetővé a törésvonalak szelvények közötti korrelálását. Ilyen esetet mutatunk be a Ny–K irányú S-124 szelvényen (12. ábra); az itt látható ~300 m-es leszakadás több szelvényen is követhető volt. A szelvényen nyíllal jelölt helyeken az alsó pannon képződmények legalját is ért lokális kompressziós szerkezeti elemek azonosíthatók. A pretercier képződményeket a ~3700 m szelvénytávolságban elmetező törés (esetlegesen korábbi törés felújulásaként) az alsó és felső pannon határáig követhető nyomon, mely összességében a ~300 m-es leszakadást eredményezte. A szelvényen a fiatal tektonikai elemek minden korábbi szerkezeti elmozdulást felülírva a neogén üledékek nagy részét is elvetik. Igen kismértékű szerkezeti mozgások nem zárhatók ki a felső pannon fiatalabb képződményeiben sem. A kis dőlésszögű kréta feltolódások és egyéb idős szerkezeti elemek mellett kontrasztosan hat a fiatal szerkezeti vonalak aljzaton belül is felfedezhető meredek dőlése. Korábbi törések esetleges felújulására mutatott rá POSGAY et al. [2000].

Egyes szelvényeken, pl. az S-130-on gyűrt formaelemek is megfigyelhetők (13. ábra), melyek feltételezhetően a variszkuszi orogenezis plasztikus deformációs hatásait őrzik. A gyűrt és takarós szerkezet tetőpontja az 5500 m szelvény-pont környékén van a W-236 fúrás bevetített talppontjánál, amely közelítőleg egybeesik a preneogén korú mendencealjzat maximális feldomborodásával. A szelvényeken azonosított lapos szögű, É-i vergenciájú feltolódások feltételezhetően az alpi orogenezis ausztriai fázisában jöttek létre. Feltételezhető, hogy az egyes litológiai egységek É–D-i irányú elrendeződése is ezen mozgások során a metamorf összleten belüli takarós, feltolódásos szerkezetként keletkezett. A kőzettani vizsgálatok alapján az SG egység és a gránátos amfibolit, valamint az ortogneisz különböző metamorfózison mentek keresztül, ezért a köztük lévő határfelület feltolódási felületként értelmezhető. Ugyanakkor az ortogneisz belsejében is kialakultak hasonló dőlésszögű feltolódási felületek, a 13. ábrán „I”-vel jelöltünk egyet. Fentiekhez hasonló lapos szögű feltolódási síkok valamennyi É–D irányú szelvényen É-i vergenciát mutatva megtalálhatók. Ezen feltolódások Ny–K irányú metszetét a 12. ábrán mutatjuk be. Az S-130 szelvény (13. ábra) 6500–7200 szelvénypontjai között, 2000 m mélység felett egy újabb pikkely látszik. A takarós szerkezet nagyobb léptékű áttolódásai a mélyszerkezet kutató szeizmikus szelvényeken is láthatók [POSGAY et al. 1995].

Az S-130 jelű szelvényen (13. ábra), 5500–6000 m szelvénytávolságban a 12. ábrán is bemutatott közel függőleges leszakadás délebbre található folytatása látható. A harmadidőszaki képződmények aljzatára nézve kb. 150 m-es leszakadás figyelhető meg. Az egész területen a miocén és az alsó pannon során kisebb mértékű lokális kompressziós és lokális extenziós események azonosíthatók, melyek verti-

kális elmozdulásra utalnak. Néhány szelvényen még a felső pannonban (esetleg a negyedkorban is) aktív töréseket láthatunk, melyek szerepére ALBU, PÁPA [1992] is rámutatott. A fiatal üledékekben ezek virágszerkezetként jelentkeznek (12. ábra), amiből oldaleltolódásra lehet következtetni. Irányuk, elrendeződésük és az oldaleltolódások egyéb jellemzőinek [HARDING 1990] meghatározására a mostani vizsgálatok nem terjedtek ki.

A mintaterület É-i részén az ortogneisz zóna kőzetei valószínűsíthetőek. Délebbre a lapos szögű feltolódásos szerkezet megjelenésével gránátos amfibolit, szillimanitos biotitgneisz, valamint amfibolos biotitgneisz található. Az eltérő metamorf fejlődésű kőzetblokkok egymás fölötti megjelenése értelmezésünk szerint az ausztriai fázis idején kialakult, a metamorf összleten belüli takarós, feltolódásos szerkezethez kapcsolódik. Feltételezzük, hogy a neogénben bekövetkezett szerkezeti mozgások ezt a heterogén felépítésű takarós összletet darabolták fel, ahogyan azt az S-138 szelvény mutatja a 14. ábrán.

Az aljzatfelszín közelében az egyes kőzetekre jellemző szeizmikus sajátosságok alapján megkíséreltük valószínűsíteni az egyes képződmények aljzaton belüli folytatását. Az S-138 szelvényhez hasonlóan (14. ábra) az S-130 szelvény (13. ábra) északi részén ortogneisz alkotja a harmadidőszaki képződmények aljzatát. A 2000 m szelvénypontra lapos szögű feltolódás mentén ortogneisz anyagú kőzetblokkok találkoznak. A W-220 fúrástól északra csak kisebb foltokban maradt meg az amfibolos biotitgneisz. Ezen szelvényponttól délre megtalálható a szillimanitos biotitgneisz, és alatta — a W-220 fúrás és a $\text{perigram} \cdot \cos\varphi$ feldolgozás alapján — feltételezhető a gránátos amfibolit és az alatt az ortogneisz zóna megjelenése is. Ezzel a gondolatmenettel értelmeztük a 14. ábrán látható S-138 szelvényt is, amelyen a 3000 m-es szelvényponttól D-re a szillimanitos biotitgneisz alatt feltételeztük a gránátos amfibolitot és az ortogneiszet.

Az S-124 szelvény (15. ábra) nyugati részén ortogneisz alkotja a harmadidőszaki képződmények aljzatát. A 1100 m szelvényponttól keletre az ortogneisz felett feltételezhető a gránátos amfibolit és a szillimanitos gneisz megjelenése is. Ez utóbbi 0–500 m vastagságban valószínűsíthető, alatta a gránátos amfibolit maximális vastagsága 200 m-re tehető.

A szeizmikus szelvények értelmezését követően kijelöltük a nagy amplitúdóval jelentkező (kompaktnak vélt) ortogneisz, szillimanitos biotitgneisz és amfibolos biotitgneisz blokkokat. Térképen ábrázolva az OG, SG, AG egységeket — folytonos vonallal kiemelve a kompakt blokkokat —, vázlatos képet kapunk az egyes képződmények térbeli elterjedéséről. A feldolgozásban a gránátos amfibolit nem szerepel, mert az sehol nem alkotja a harmadidőszaki képződmények aljzatának közvetlen felszínét a kutatási területen. A harmadidőszaki képződmények aljzatát is elvető főbb, szelvényen azonosított és bejelölt törések közül néhány közel É–D irányú normálvető és oldalelmozdulás rövid szakaszaként valószínűsíthető. A térkép ÉNy-i részén DNy–ÉK-i csapású rövid tektonikai zóna követhető (16. ábra).

6. Összefoglalás

A Szeghalom környéki metamorf aljzatkiemelkedés kőzettani és szeizmikus adatainak komplex értékelése

jelentős mértékben pontosította a területről kialakult korábbi képet. A petrológiai vizsgálatok alapján valószínűsített, eltérő metamorf fejlődésű blokkok a megfelelően választott attribútumok alapján azonosíthatókká váltak a szeizmikus képen. Így a teljes kutatási területen legelső szerkezeti helyzetben ortogneisz, majd szillimanitos biotitgneisz, végül amfibolos biotitgneisz következnek a kőzetoszlopban. Az OG blokkon belül nagyobb reflexió erőssége alapján gránit megjelenése is igazolható kisebb, elszeparált intrúziók formájában. A szeizmikus feldolgozás a metamorf aljzaton belül lapos szögű, északi irányú feltolódási síkok jelenlétét igazolta, melyek kialakulása korábbi szeizmikus értelmezések alapján a kréta kompressziós mozgásokhoz kapcsolható. A felismert inverz szerkezetek egy része a három fő litológiai egységet (OG, SG, AG) választja el egymástól, míg számos további húzódik az OG blokkon belül. Az eltérő metamorf fejlődésű kőzetblokkok határát meghatározó széles kataklázit zónák kialakulása feltételezhetően azonos a mikroszerkezeti vizsgálatok során is kimutatott intenzív kataklázis deformációs eseménnyel. Mindkét vizsgálati módszer azonosította azokat a meredek dőlésű normál vetőket, melyek kialakulása feltehetően a neogén extenziós tektonikai eseményekhez kapcsolható, s melyek a kréta mozgások eredményeként kialakult takarós szerkezetű aljzaton rendkívül bonyolult módon feldarabolták.

Bár az eltérő fejlődéstörténetet mutató amfibolos biotitgneisz és gránátos amfibolit hasonló fizikai paramétereik miatt nem különböztethető meg a szeizmikus képen, eltérő szerkezeti helyzetük alapján minden esetben viszonylag megbízhatóan azonosíthatók. A két amfibolit típus esetében a szeizmikus kép intenzíven töredezett kőzetre utal, ami megerősíti a korábbi kőzettani vizsgálatok eredményét. A teljes repedezett metamorf aljzatlókk esetében ez kőzettípusonként eltérő mértékű töréses deformációra, a repedezett zónák litológiai (reológiai) kontrolljára, s így heterogén térbeli eloszlására utal.

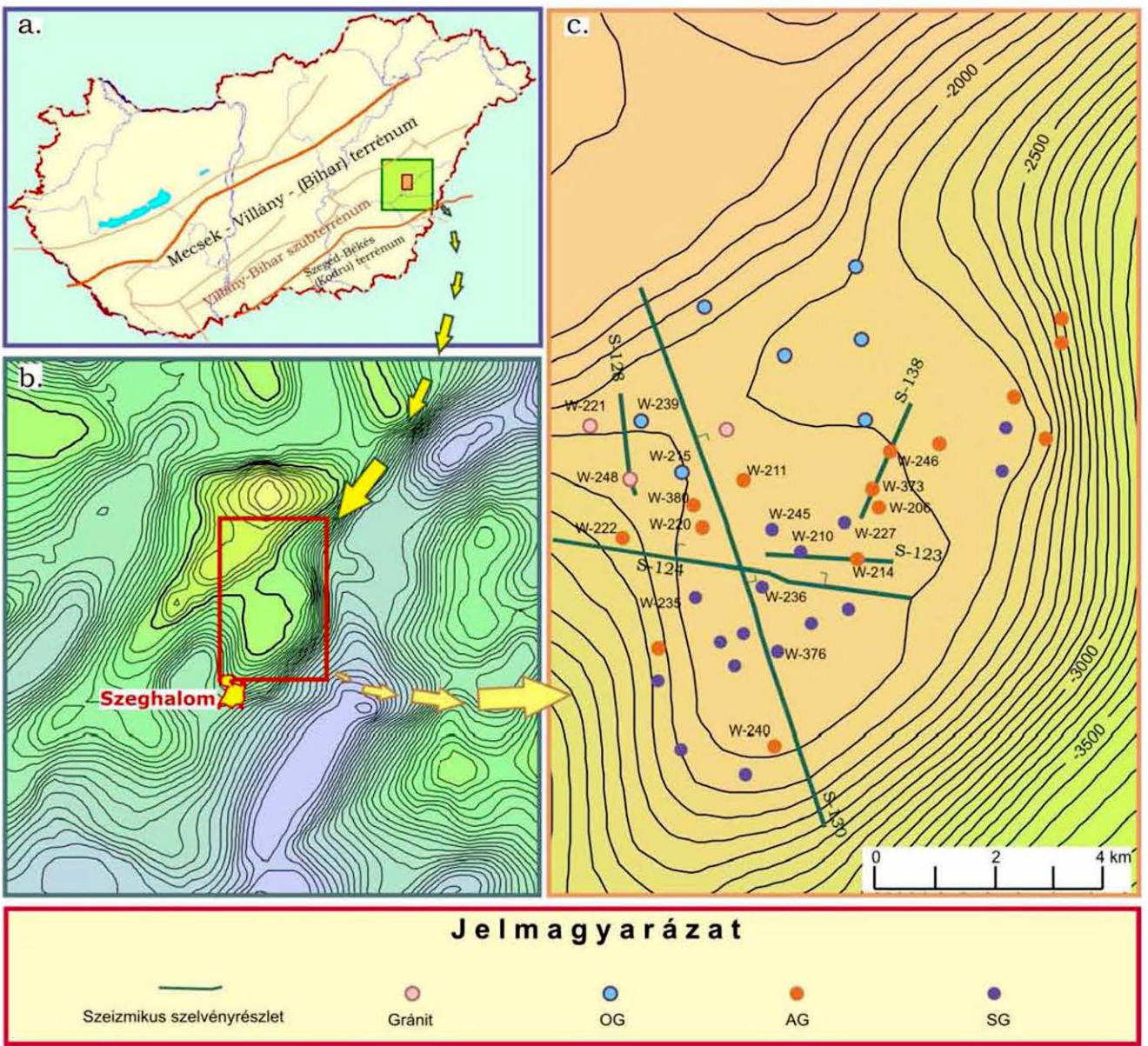
Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki POSGAY Károlynak, hogy mindig készen állt iránymutató gondolatokkal és tanácsokkal a szakmai megbeszélésekre. Külön megköszönjük BANCIU Gábornénak a szeizmikus ábrák gondos kivitelezését. A munkát az OTKA (K60768) támogatta.

HIVATKOZÁSOK

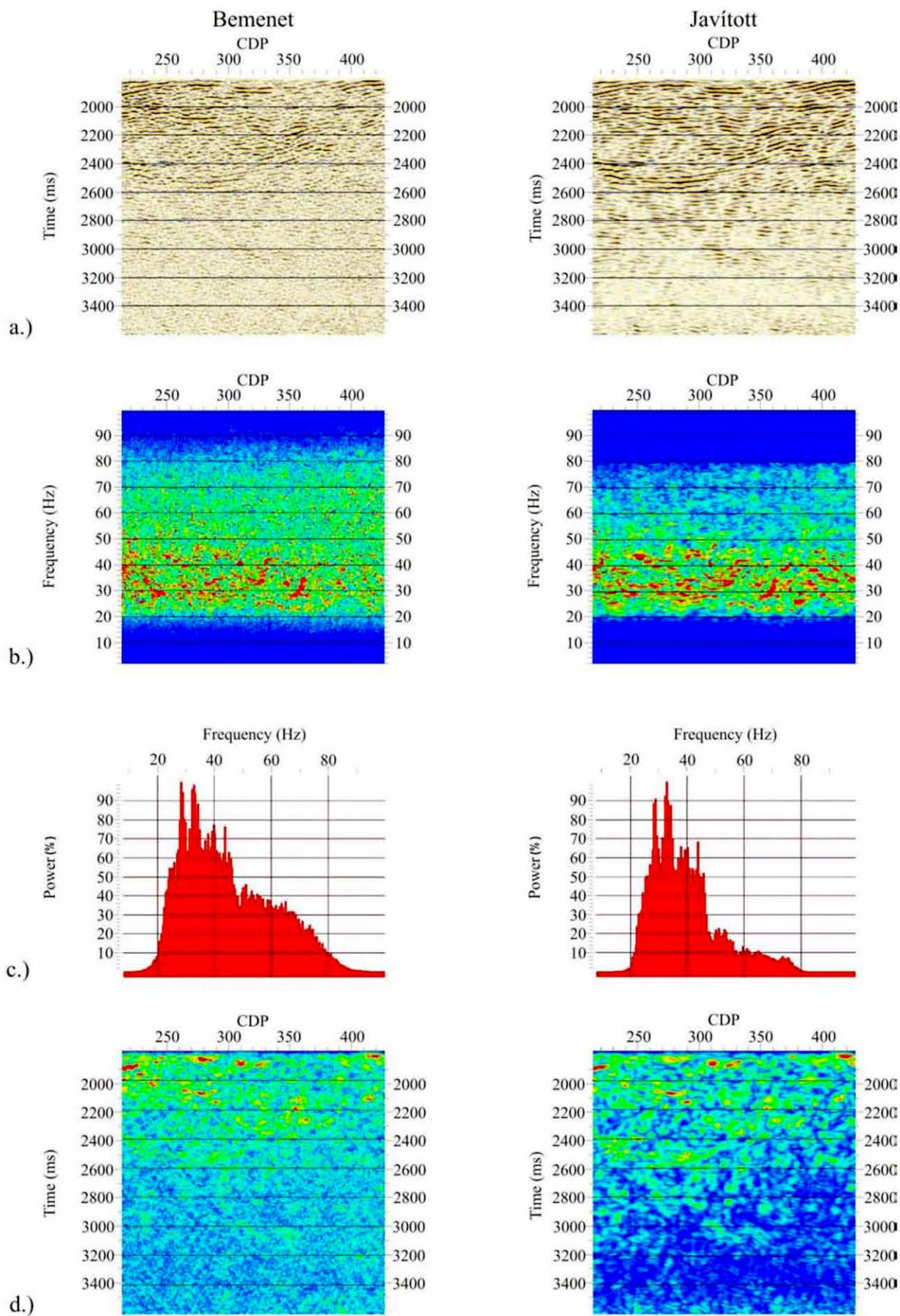
- ALBU I., JÁNVÁRINÉ K. I., KUMMER I., PÁPA A. 1987: Jelentés a Szeghalom bányatelek területén és környékén végzett részletes szeizmikus kutatásról. Országos Földtani és Geofizikai Adattár
- ALBU I., PÁPA A. 1992: Application of high-resolution seismics in studying reservoir characteristics of hydrocarbon deposits in Hungary. *Geophysics* 57, 8, 1068–1088
- BALÁZS E., CSEREPES-MESZÉNA B., NUSSZER A., SZILI-GYÉMÁNT P. 1986: An attempt to correlate the metamorphic formations of the Great Hungarian Plain and the Transylvanian Central Mountains (Muntii Apuseni). *Acta Geologica Hungarica* 29, 3–4, 317–320
- BERMAN R. G. 1988: Internally-Consistent Thermodynamic Data for Minerals in the system $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2-\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$. *Journal of Petrology* 29, 445–522

- BHATTACHARYA A., MOHANTY L., MAJI A., SEN S. K., RAI M. 1992: Non-ideal mixing in the phlogopite annite binary: constraints from experimental data on Mg-Fe partitioning and a reformulation of the biotite-garnet thermometer. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **111**, 87–93
- BOHLEN S. R., LIOTTA J. J. 1986: A barometer for garnet amphibolites and garnet granulites. *Journal of Petrology* **27**, 1025–1034
- BUCHER K. 1987: A recalibration of the chlorite-biotite-muscovite geobarometer. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **96**, 4, 519–522
- D. LŐRINCZ K. 1996: Feszültségtér történet meghatározása szeizmikus szelvényeken azonosított többfázisú tektonizmus alapján, a Szolnoki flis öv nyugati peremén. *Magyar Geofizika* **37**, 4, 228–246
- DE CAPITANI C. 1994: Gleichgewichts-Phasendiagramme: Theorie und Software. Beihefte zum European Journal of Mineralogy **72**. Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft **6**, 48
- DE CAPITANI C., BROWN T. H. 1987: The computation of chemical equilibrium in complex systems containing non-ideal solutions. *Geochimica et Cosmochimica Acta* **51**, 2639–2652
- FANCSIK T., REDLERNE T. M., HEGEDŰS E., KUMMER I. et al. 2003: Zárójelentés az „1.2. Magyarország földtani térmodellje” projekt keretében 2001–2003-ban végzett munkáról. Magyarország földtani térmodellje. ELGI zárójelentés. Magyar Állami Földtani, Geofizikai és Bányászati Adattár, 9–17. o.
- FÜLÖP J. 1994: Magyarország geológiája. Paleozoikum II. Akadémiai kiadó, Budapest, 447 o.
- GERYA T. V., PERCHUK L. L., TRIBOULET C., AUDREN C., SEZ'KO A. I. 1997: Petrology of the Tumanshet Zonal Metamorphic Complex, Eastern Sayan. *Petrology* **5**, 503–533
- HARDING T. P. 1990: Identification of wrench faults using subsurface structural data: criteria and pitfalls. *Am. Ass. Pet. Geol. Bull.* **74**, 10, 1590–1609
- HENRY D. J., GUIDOTTI C. V., THOMSON J. A. 2005: The Ti-saturation surface for low to medium pressure metapelitic biotite: Implications for Geothermometry and Ti-substitution Mechanisms. *American Mineralogist* **90**, 316–328
- HOLLAND T. J. B., BLUNDY J. 1994: Non-ideal interactions in calcic amphibole and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **116**, 433–447
- JÁNOSI T., M. TÓTH T., JÁNOSI Zs. 2007: Kvarc szutúra mintázatok képanalízise és termometriai alkalmazásuk. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Buziásfürdő, 206–209. o.
- MCCAIG A. M. 1987: Deformation and fluid-rock interaction in metasomatic dilatant shear bands. *Tectonophysics* **135**, 121–132
- M. TÓTH T., SCHUBERT F., ZACHAR J. 2000: Neogene exhumation of the Variscan Szeghalom Dome, Pannonian Basin, SE Hungary. *Geological Journal* **35**, 265–284
- M. TÓTH T., ZACHAR J. 2003: Evolution of the Déva orthogneiss (Tisza block, Hungary) and its geodynamic consequences. *J. Czech Geol. Soc.* **48**, 1–2, 127–128
- M. TÓTH T., HOLLÓS Cs., SZŰCS É., SCHUBERT F. 2004: Conceptual fracture network model of the crystalline basement of the Szeghalom Dome, (Pannonian Basin, SE Hungary). *Acta Geologica Hungarica* **47**, 1, 19–34
- M. TÓTH T., ZACHAR J. 2006: Petrology and deformation history of the metamorphic basement in the Mezősas-Furta crystalline high (SE Hungary). *Acta Geologica Hungarica* **49**, 2, 165–188
- ODLING N. E. 1997: Fluid flow in fractured rocks at shallow levels in the Earth's crust: an overview. *In: HOLNESS, M. B. (Ed): Deformation enhanced fluid transport in the Earth's crust and mantle.* Chapman & Hall, London
- PLYUSNINA L. P. 1982: Geothermometry and geobarometry of plagioclase-hornblende bearing assemblages. *Contributions to Mineralogy and Petrology* **80**, 140–146
- POGÁCSÁS Gy., LAKATOS L., BARVITZ A., VAKARCS G., FARKAS Cs. 1989: Pliocén-quarter eltolódások a Nagyalföldön. *Általános Földtani Szemle* **24**, 149–169
- POSGAY K., SZENTGYÖRGYI K. 1991: A litoszféra harántoló eltolódásos törérendszer a Pannon medence keleti részén. *Magyar Geofizika* **32**, 1–2, 1–15
- POSGAY K., BODOKY T., HEGEDŰS E., KOVÁCSVÖLGYI S., LENKEY L., SZAFIÁN P., TAKÁCS E., TIMÁR Z., VARGA G. 1995: Asthenospheric structure beneath a Neogene basin in southeast Hungary. *In: CLOETINGH S., D'ARGENIO B., CATALANO R., HORVÁTH F., SASSI W. (Eds): Interplay of extension and compression in basin formation.* *Tectonophysics* **252**, 467–484
- POSGAY K., NAGYMAROSI A., PÁPA A., HEGEDŰS E., D. LŐRINCZ K. 2000: Deep structure of the Szolnok Flysch Belt. *Geophysical Transactions* **43**, 2, 71–91
- RUMBLE D. III, SPEAR F. S. 1983: Oxygene-isotope equilibration and permeability enhancement during regional metamorphism. *Journal of the Geological Society* **140**, 619–628
- SCHUBERT F., M. TÓTH T. 2001: Structural evolution of mylonitized gneiss zone from the northern flank of the Szeghalom Dome (Pannonian Basin, SE Hungary). *Acta Mineralogica-Petrographica* **42**, 59–64
- SCHUBERT F., DIAMOND L. W., M. TÓTH T. 2007: Fluid inclusion evidence of petroleum migration through a buried metamorphic dome in the Pannonian Basin, Hungary. *Chemical Geology* **244**, 3–4, 357–381
- SHELLEY D. 1993: *Igneous and Metamorphic Rocks Under the Microscope.* Chapman & Hall, 443 p.
- SZEDERKÉNYI T. 1984: Az Alföld kristályos aljzata és földtani kapcsolatai. MTA Doktori értekezés
- SZEDERKÉNYI T. 1998: A Dél-Dunántúl és az Alföld kristályos aljzatának rétegtana. *In: BÉRCZI I., JÁMBOR Á. (Eds): Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana.* MOL Rt., MÁFI, 93–106
- SZEPESHÁZY K. 1966: A kristályos aljzat fontosabb közettípusai a Duna–Tisza-köze középső és déli részén. *MÁFI évi jelentés 1966-ról*, 257–289. o.
- SZEPESHÁZY K. 1973: A Duna–Tisza-köze déli részének metamorf kőzetei. *A MÁFI évi jelentése az 1973. évről*, 147–166. o.
- SZILI-GYÉMÁNT P. 1986: Metamorphic formations in Tiszántúl: The Körös–Berettyó and the Álmosd Units. *Acta Geologica Hungarica* **29**, 305–316
- TARI G., HORVÁTH F., RUMPLER J. 1992: Styles of extension in the Pannonian Basin. *Tectonophysics* **208**, 203–219
- TARI G., DÖVÉNYI P., DUNKL I., HORVÁTH F., LENKEY L., STEFANESCU M., SZAFIÁN P., TÓTH T. 1999: Lithospheric structure of the Pannonian basin derived from seismic, gravity and geothermal data. *In: DURAND B., JOLIVET L., HORVÁTH F., SÉRANNE M. (Eds): The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen.* Geological Society, London, Special Publications **156**, 215–250
- VERNON R. H., COLLINS W. J. 1988: Igneous microstructures in migmatites. *Geology* **16**, 1126–1129
- WINTSCH R. P., CHRISTOFFERSEN R., KRONENBERG A. K. 1995: Fluid-rock reaction weakening of fault zones. *Journal of Geophysical Research* **100**, 13021–13032
- ZACHAR J., M. TÓTH T. 2001: Myrmekite-bearing gneiss from the Szeghalom Dome (Pannonian Basin, SE Hungary). Part II.: Origin and spatial relationships. *Acta Mineralogica-Petrographica* **42**, 39–43



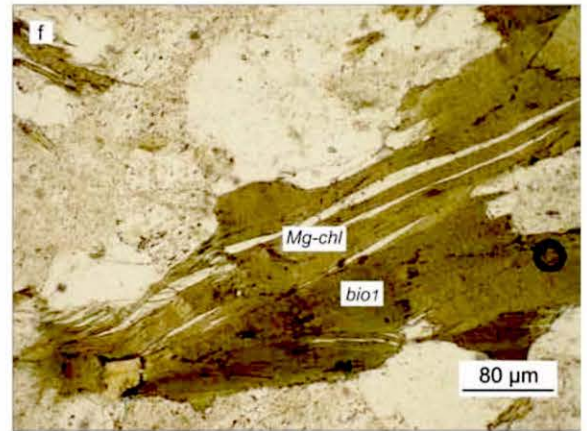
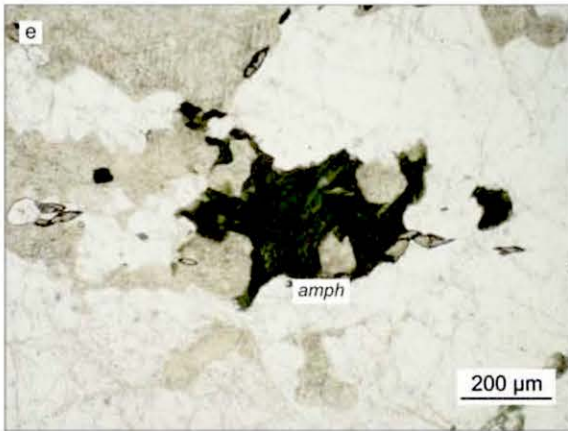
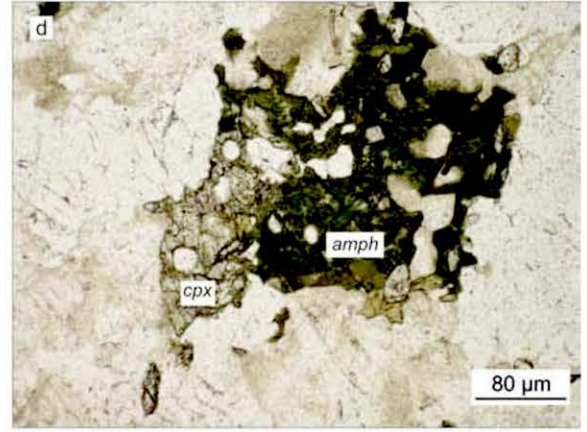
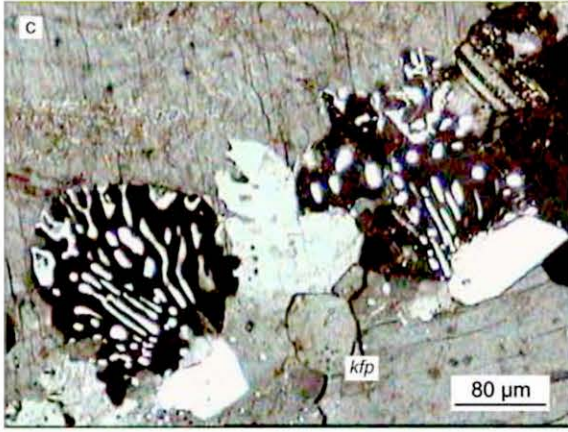
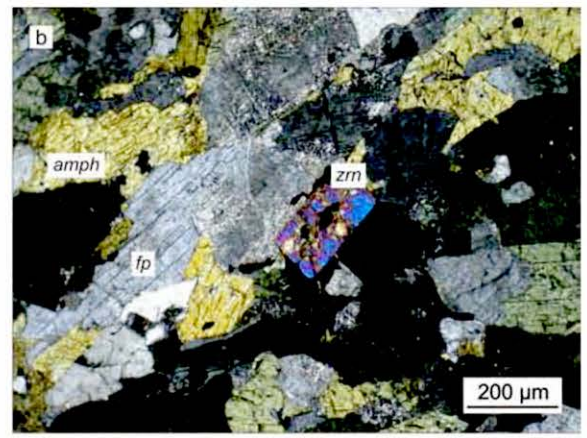
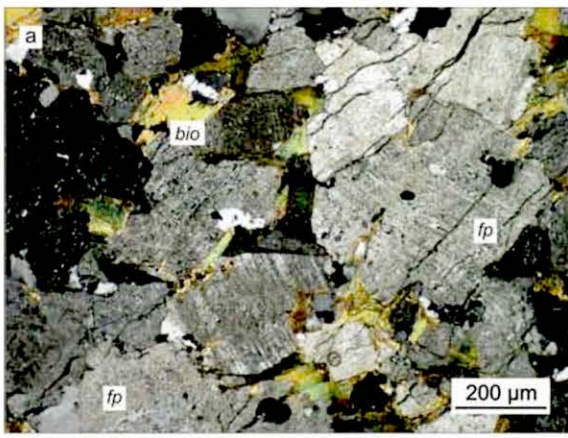
1. ábra. A Szeghalom környéki mérések helyszínrajza. a) A kutatási terület elhelyezkedése a Villány-Bihar szubterrénum területén [SZEDERKÉNYI 1998]; b) a Szeghalom-hát tágabb környezetének mélységtérképe [FANCSIK et al. 2003] c) a kutatási terület helyszínrajza a felhasznált mélyfúrásokkal és szeizmikus szelvényrészletekkel

Fig. 1. Location map of the measurements around Szeghalom. a) Position of the study area within the Villány-Bihar terrane [SZEDERKÉNYI 1998]; b) map of the Szeghalom dome and surroundings (contour line values denote depth below present surface) [FANCSIK et al. 2003]; c) location map of wells and seismic lines studied



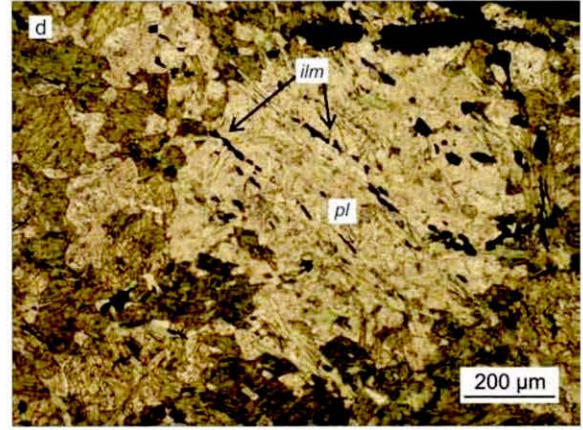
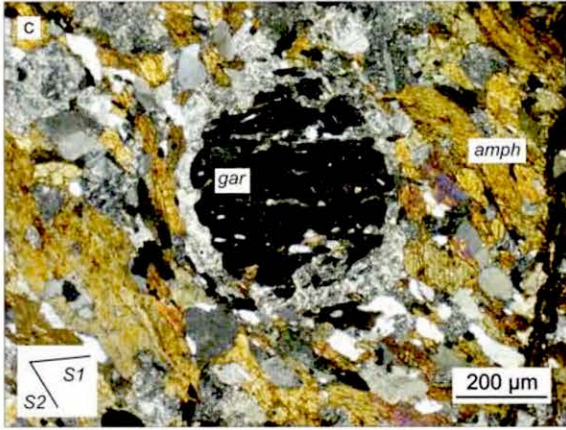
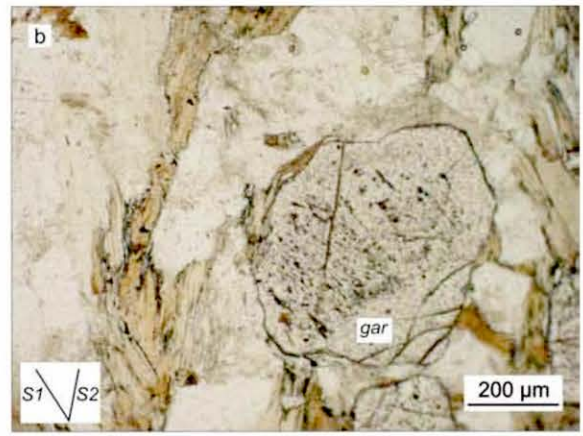
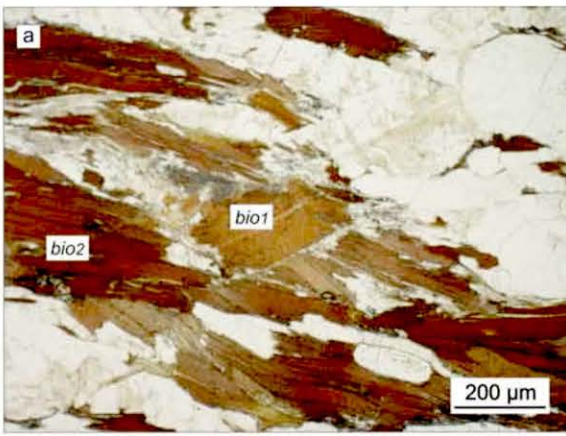
2. ábra. Az összegzés utáni javítóműveletek eredményessége a metamorf aljzat belső szerkezetének kiemelésére (részletek a szövegben)

Fig. 2. Efficiency of poststack processing for enhancing the internal structure of metamorphic basement (see details in the text)



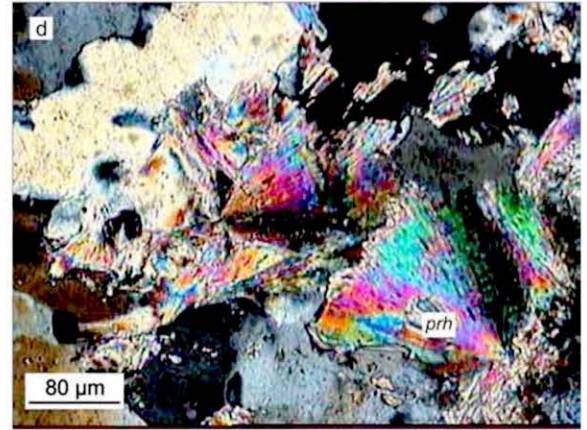
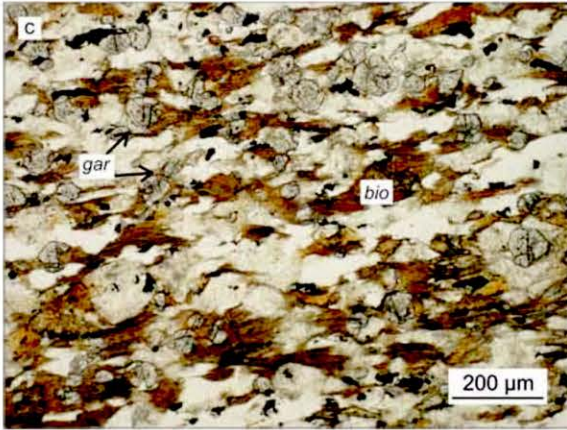
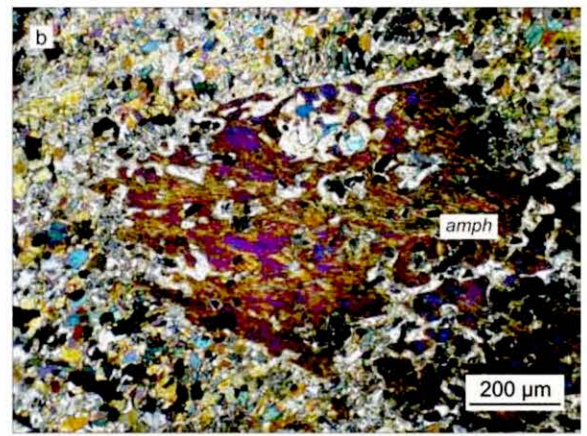
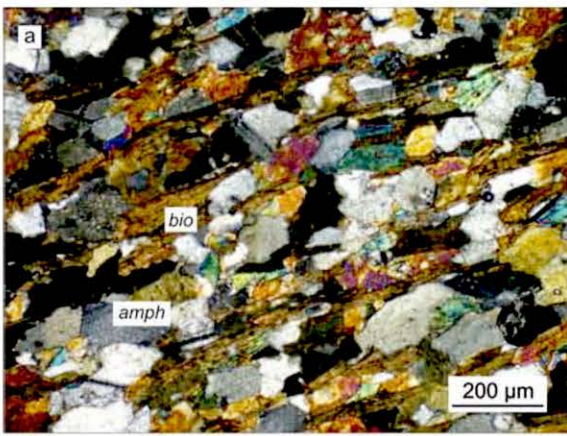
3. ábra. Az ortogneisz jellegzetes szöveti képe: a) poligonális kvarc-földpát szemcsehalmazok (+N); b) saját alakú cirkon szemcse ortogneiszben (+N); c) mirmekites földpát zárványok alkáli földpátban (+N); d) cpx+amph xenokristály ortogneiszben (1N); e) rezorbeált amfibol xenokristály ortogneiszben (1N); f) S1 Mg-klorit és biotit összenövése (1N)

Fig. 3. Characteristic textures of the orthogneiss: a) polygonal quartz-feldspar microtexture (+N); b) idiomorphic zircon grain in orthogneiss (+N); c) myrmecitic feldspar inclusions in alkali feldspar (+N); d) cpx+amph xenocrystals in orthogneiss (1N); e) resorbed amphibole xenocrystal (1N); f) S1 Mg-chlorite and biotite intergrowth (1N)



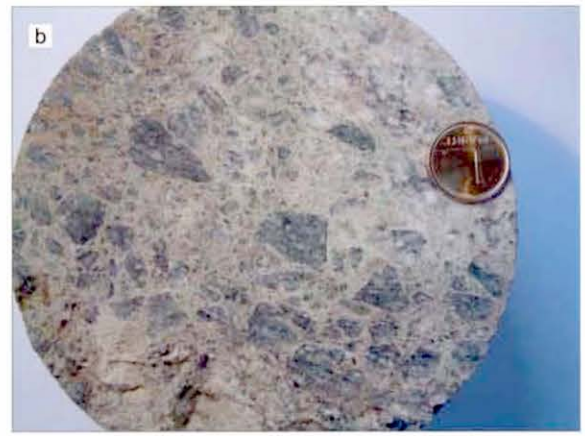
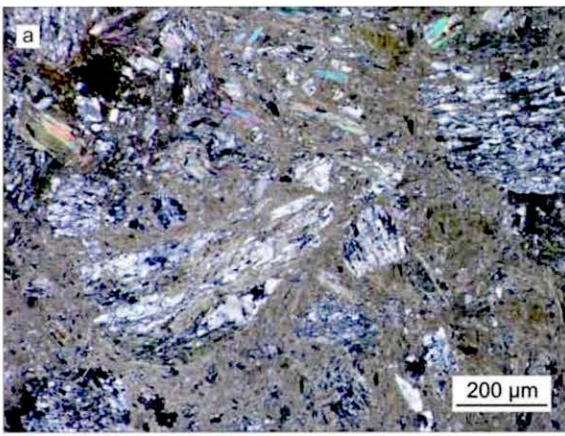
4. ábra. A szillimanitos biotitgneisz és a gránátos amfibolit jellegzetes szöveti képe. a) S1 és S2 biotitszemcsék szillimanitos gneiszben (1N); b) a reliktn gránátokban megőrződött zárványsorok az S1 irányt jelölik (1N); c) a gránátos amfibolit gránátoszemcséiben a zárványsorok orientációja eltér az amfibolok által definiált iránytól (+N); d) gránát utáni plagioklász pszeudomorfoza ilmenit zárványsorokkal gránátos amfibolitban (1N)

Fig. 4. Characteristic textures of the sillimanite biotite gneiss and the garnetiferous amphibolite. a) Biotite grains define two schistositys in the gneiss, S1 and S2 (1N); b) inclusion trails in the garnet exhibit S1 direction (1N); c) in garnetiferous amphibolite inclusion trails in the garnet define S1, while matrix amphibole shows S2 schistosity (+N); d) plagioclase aggregate replacing garnet with ilmenite inclusion trails (1N)



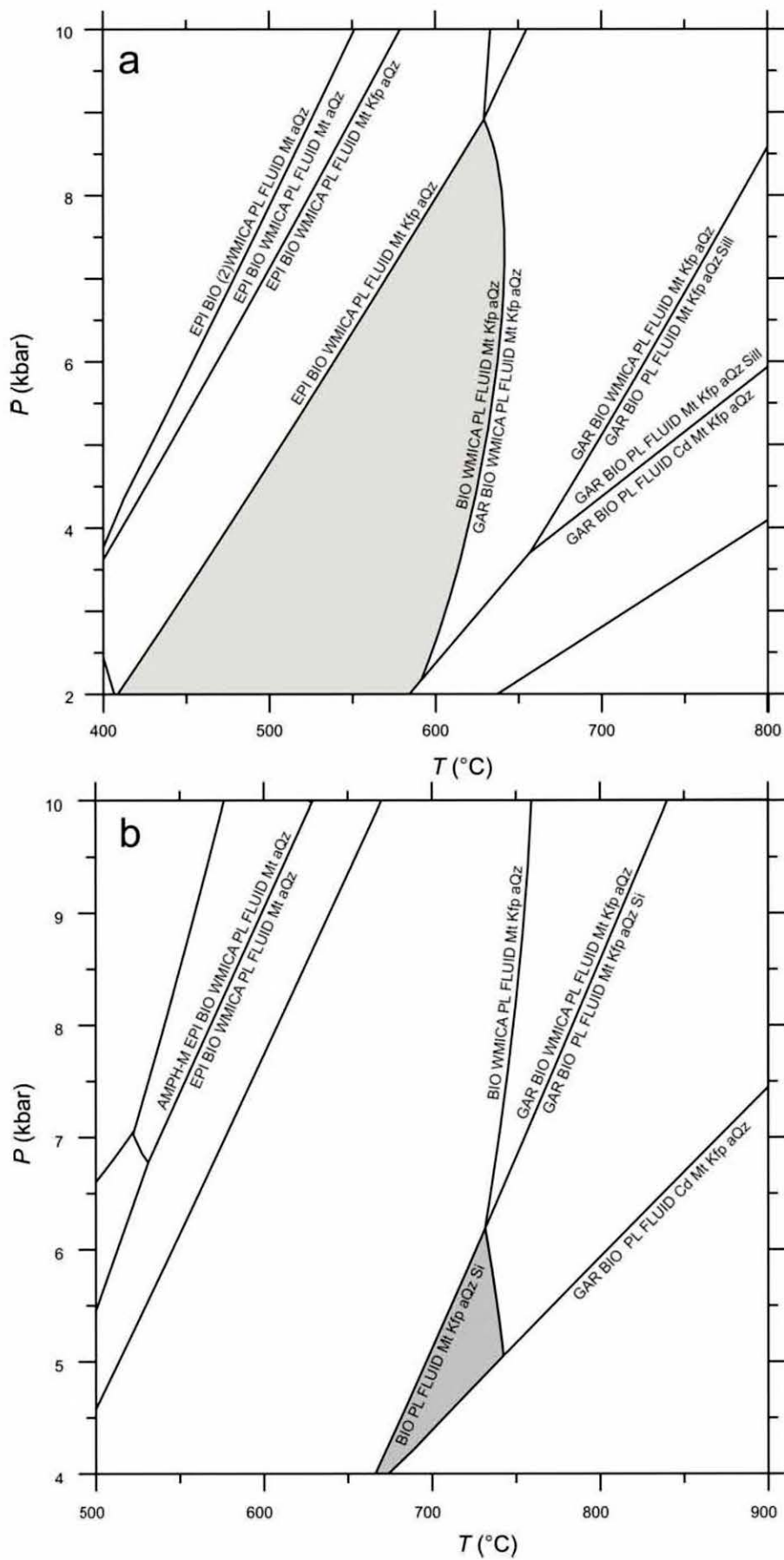
5. ábra. Az amfibolos biotitgneisz jellegzetes szöveti képe. a) Csizolat léptékben jellemző az amfibol és biotit dús sávok váltakozása (+N); b) nagyméretű, relik amfibolszemcse átkristályosodása amfibolitban (+N); c) apró méretű, szinkinematikus gránátszemcsék biotitgneiszben (1N); d) prehnit szemcsehalmaz amfibolos biotitgneiszben (+N)

Fig. 5. Characteristic textures of the amphibole biotite gneiss. a) Alternating amphibole and biotite rich zones appear in thin section scale (+N); b) recrystallizing large, relic amphibole grain in amphibolite (+N); c) at places small garnet grains occur in the biotite gneiss member (1N); d) post-metamorphic prehnite in amphibole biotite gneiss (+N)



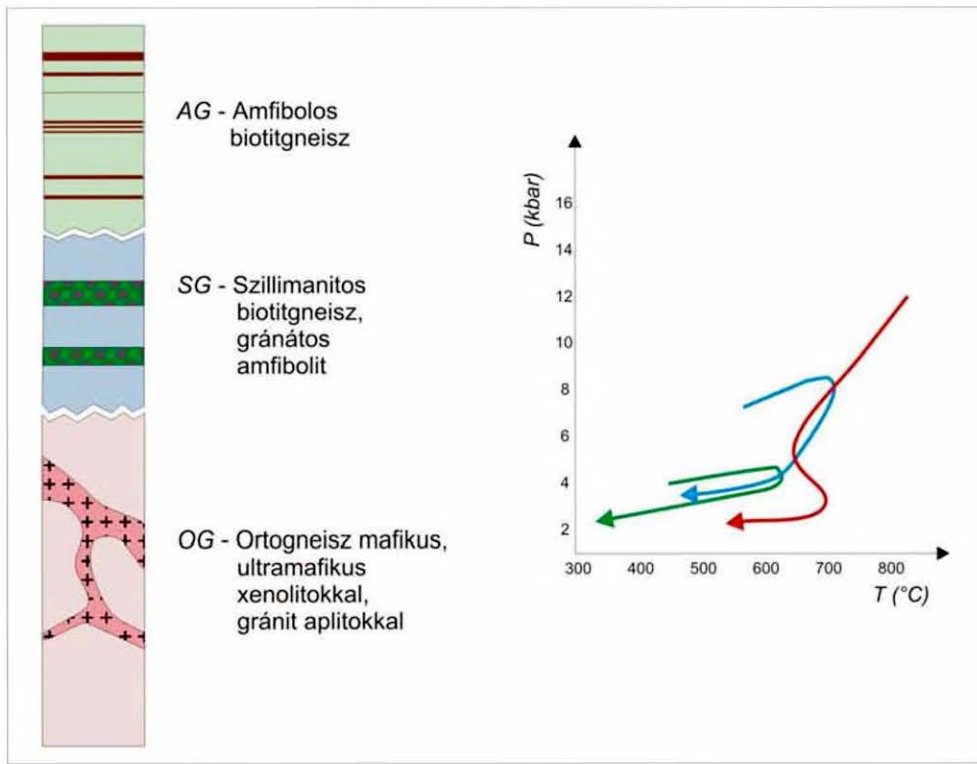
6. ábra. Posztmetamorf deformációs szerkezetek. a) Ortogneisz milonitzemcsék kataklázitban; b) az ortogneisz kataklázit makroszkópos képe; c) meredek, konjugált D3 mikrovetők; d) a repedéskitöltő szekvencia záró tagjai a barna kalcit és a ránövő laumontitkristályok

Fig. 6. Post-metamorphic deformation structures and textures. a) Orthogneiss mylonite grains in cataclasite; b) macroscopic view of the orthogneiss cataclasite; c) steep, conjugated D3 microfaults; d) fracture cement sequence ends with rhombohedral, brownish calcite and laumontite



7. ábra. Az ortogneisz (a) és a szillimanitos biotitgneisz (b) jellegzetes Domino modellje [DE CAPITANI 1994]

Fig. 7. Typical Domino [DE CAPITANI 1994] models of the peak metamorphic assemblages in the orthogneiss and sillimanite biotite gneiss

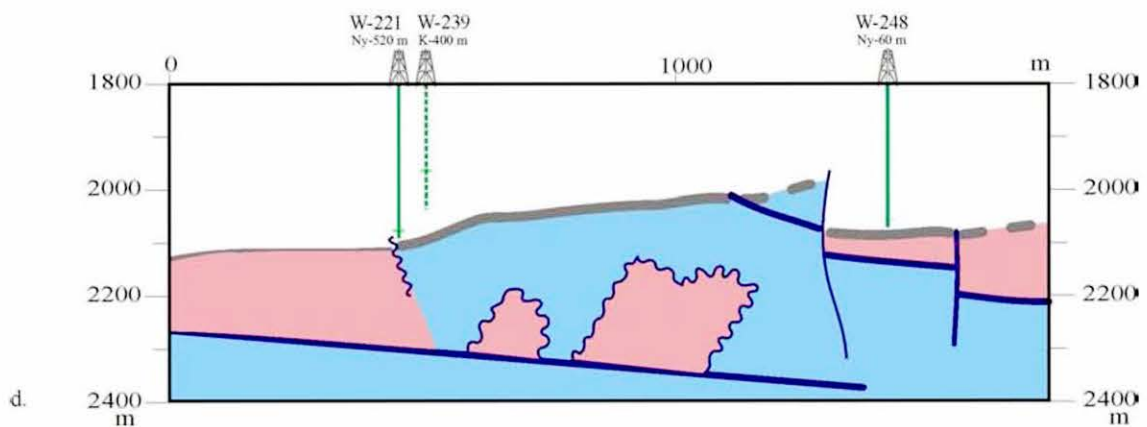
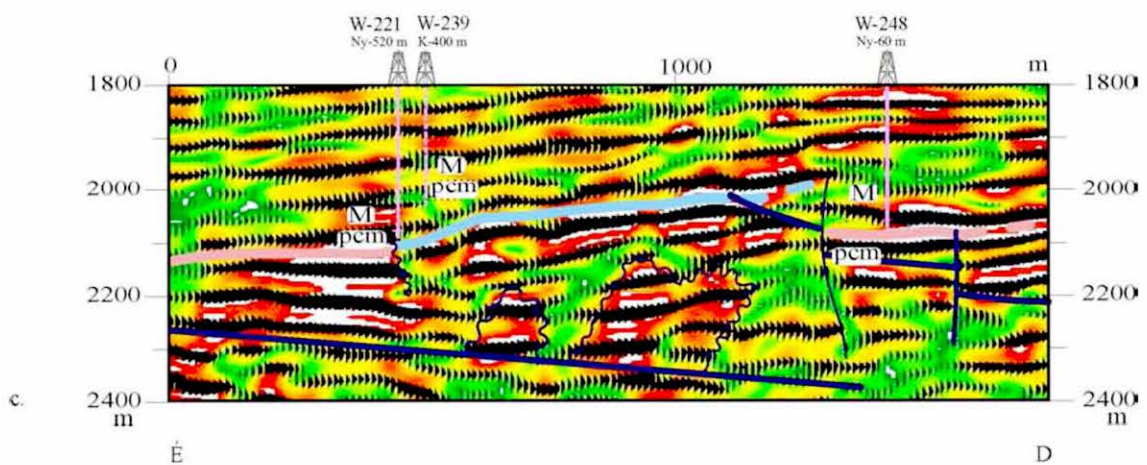
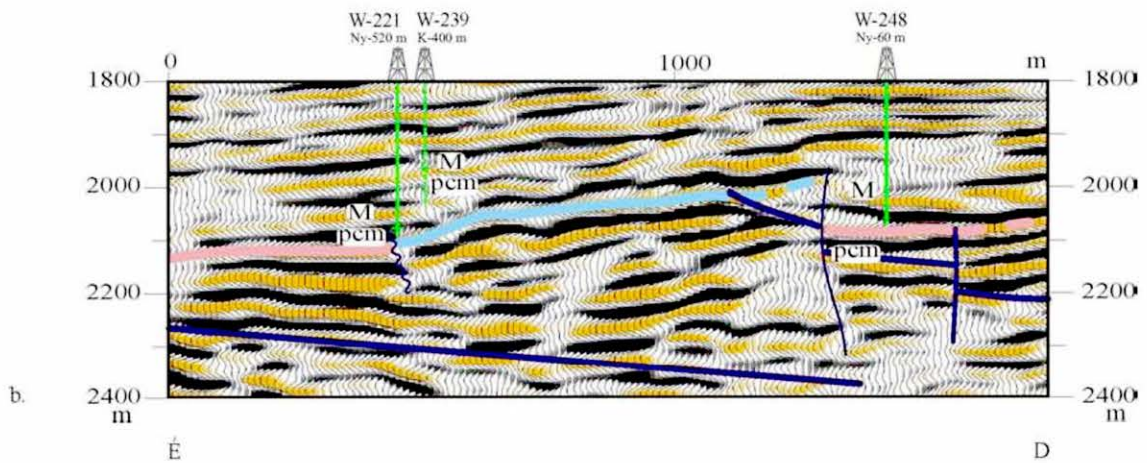
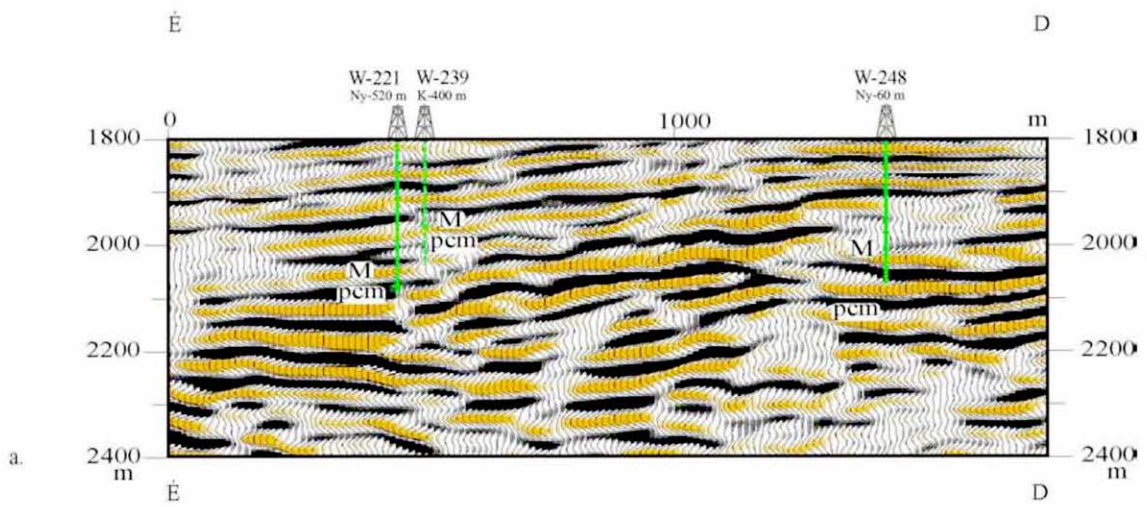


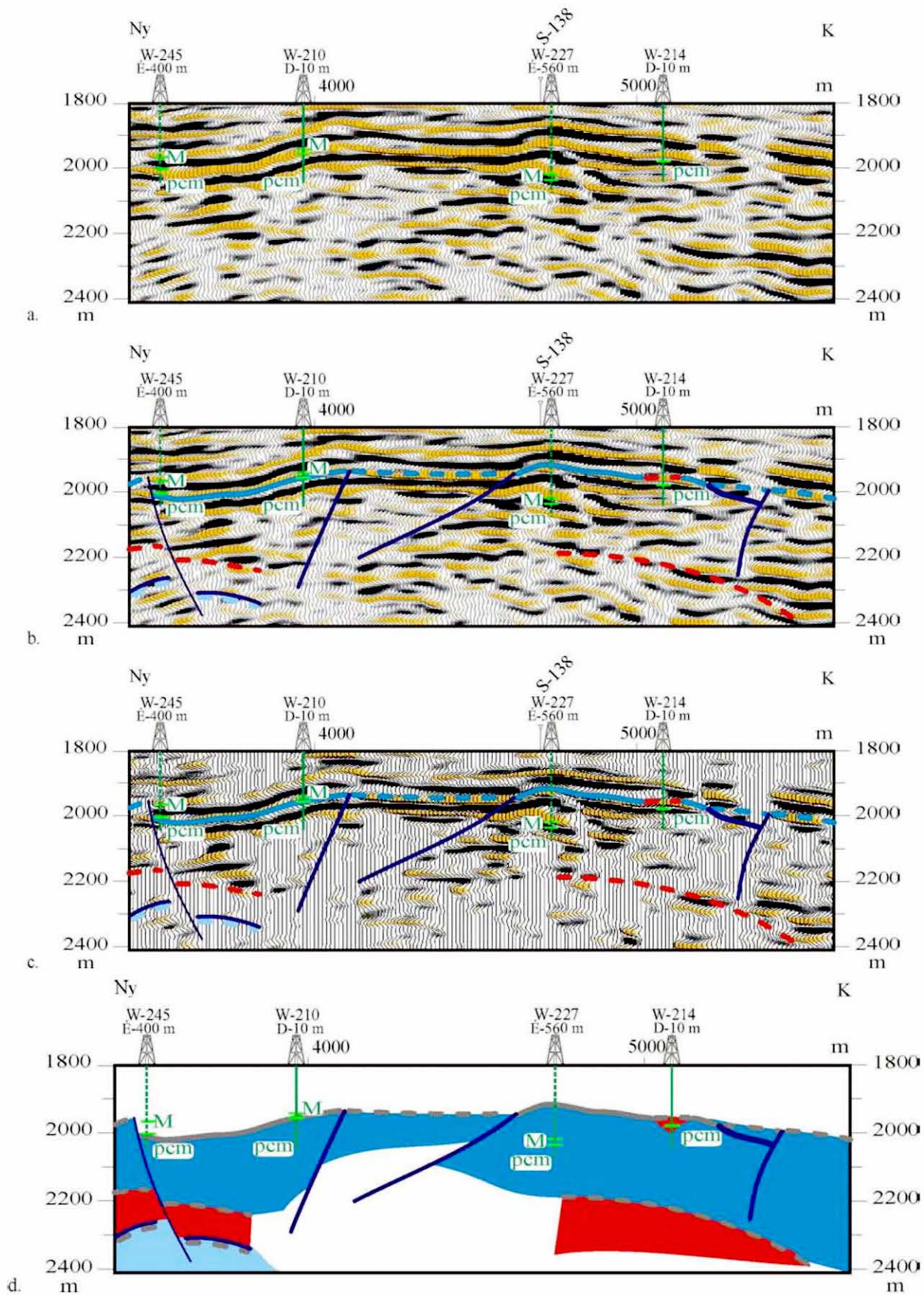
8. ábra. Ideális kőzetoszlop a Békési-medence északi peremének vizsgált aljzatblokkjaiban. (Alábra: a három litológiai egység metamorf fejlődésének egyszerűsített képe)

Fig. 8. Ideal rock column in the studied Szeghalom metamorphic complex. (Inset: simplified metamorphic PT -paths for the main lithological units)

9. ábra. Az ortogneisz és a gránit jellegzetes szeizmikus képe az S-128 jelű szelvény 1. ábrán jelölt részletén. a) Bejelöletlen; b) bejelölt; c) reflexióerősséggel egyesített mélységszelvény részlet; d) a szeizmikus reflexiók szelvény alapján valószínűsíthető földtani felépítés. A szelvénytől 400 m-re lévő W-239 jelű fúrásban ortogneisz található, melyre váltakozó folytonosságú, közepes energiájú reflexiók kép jellemző. A W-248 és a W-221 fúrásban azonosított gránit nagy energiájú, több fázisú, hosszan követhető reflexiók csomagként jelenik meg

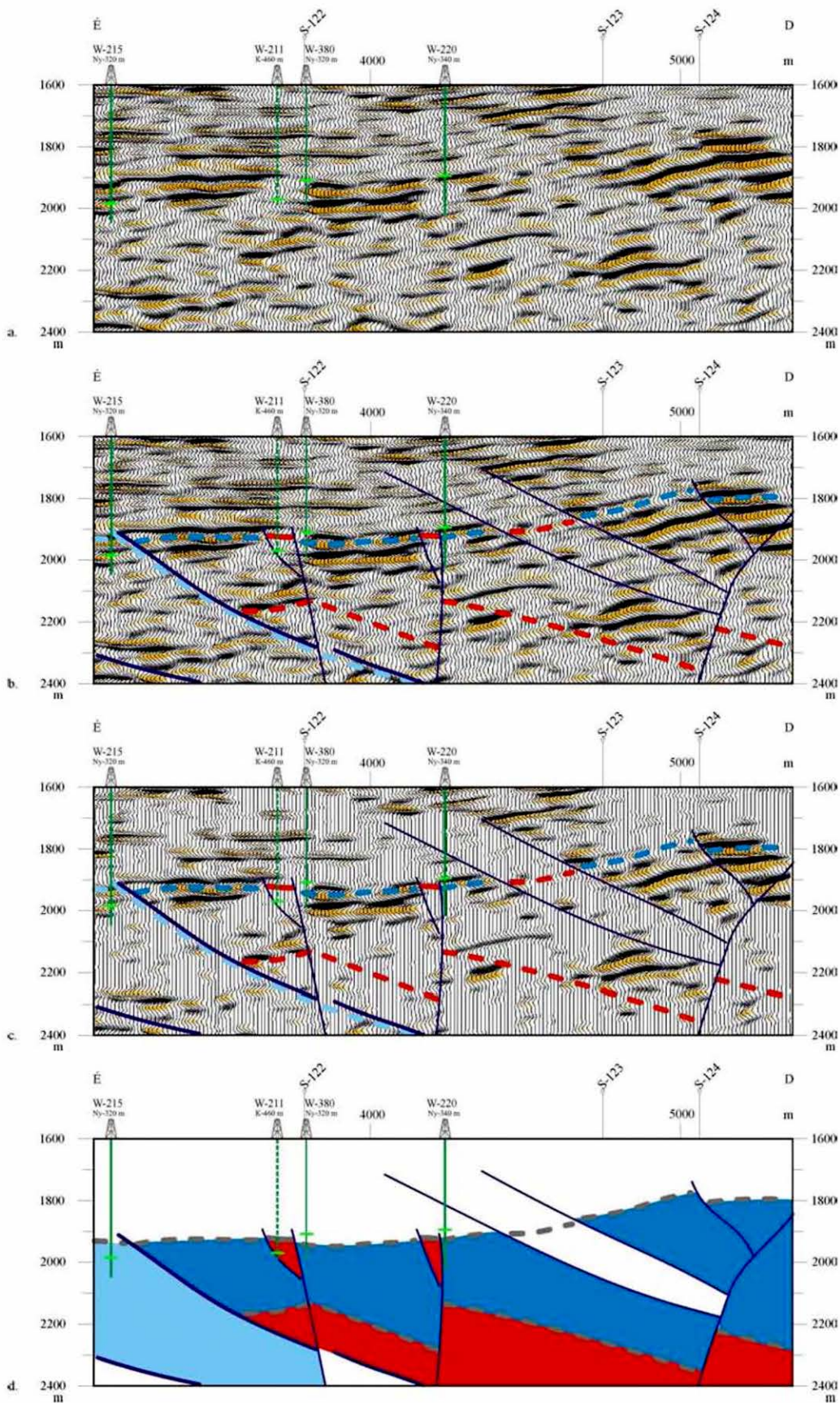
Fig. 9. Characteristic seismic appearance of the orthogneiss and the granite on that part of S-128 profile which is indicated on fig. 1. a) Seismic section without interpretation; b) interpreted seismic section; c) reflection strength indicated by colours on the seismic depth section; d) presumed geological buildup based on the seismic section. The well W-239 located in distance of 400 m from the seismic line contains orthogneiss which appears with a medium energy and quasi continuity reflection picture on the seismic section. The granite identified in wells W-248 and W-221 appears by a bundle of high energy and multiphase reflections and can be followed in long distance





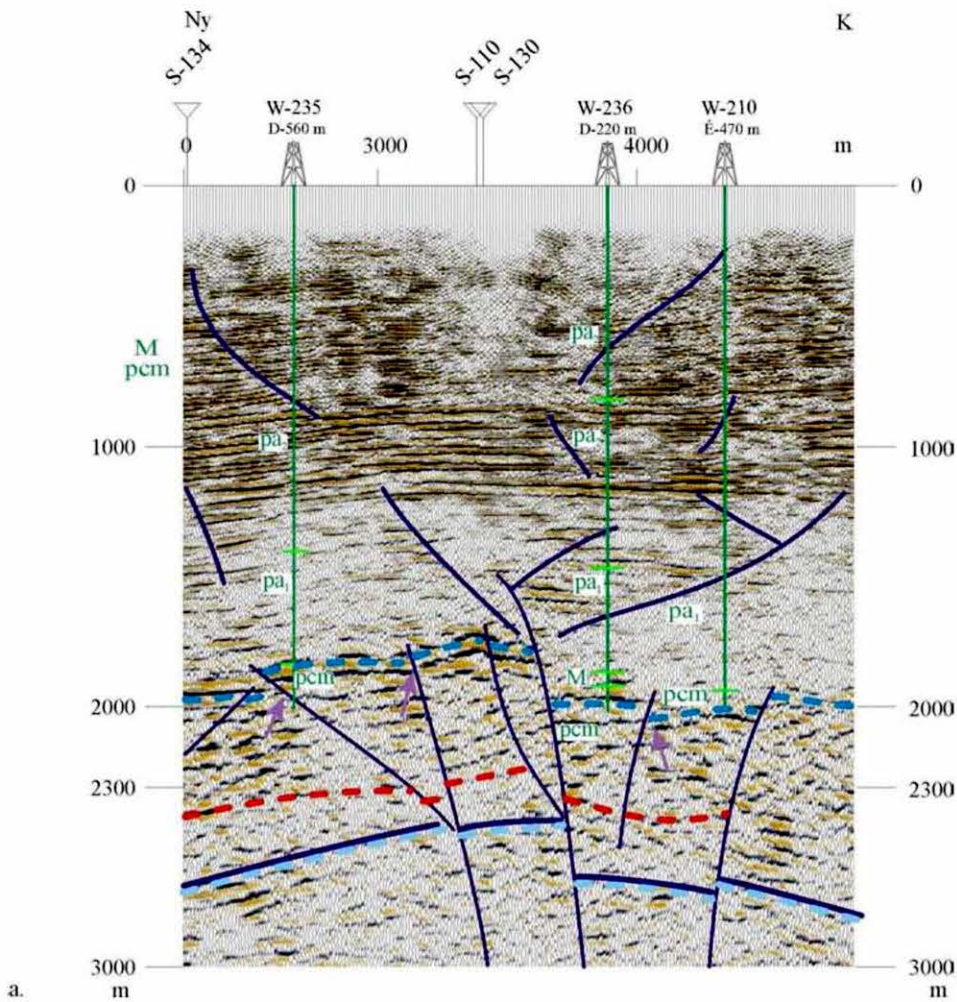
10. ábra. A szillimanitos biotitgneisz szeizmikus képe az S-123 jelű szelvény 1. ábrán jelölt részén. a) Bejelöletlen; b) bejelölt mélységshelvény; c) a $\text{perigram} \cdot \cos\phi$ attribútum shelvény; d) a szeizmikus reflexióshelvény alapján valószínűsíthető földtani felépítés látható. A gránatos amfibolit az SG egység alatt található

Fig. 10. Seismic picture of the sillimanite biotite gneiss on that part of S-128 profile which is indicated on fig. 1. a) Seismic section without interpretation; b) interpreted seismic depth-section; c) perigram*cosφ seismic attribute section; d) presumed geological buildup based on the seismic section. The garnetiferous amphibolite can be found under the SG unit



11. ábra. Az amfibolos biotitgneisz (AG) jellegzetes szeizmikus képe az S-130 jelű szelvény részletén. a) mélység-szelvény értelmezés nélkül; b) mélység-szelvény értelmezéssel; c) $\text{perigram} \cdot \cos\phi$ szeizmikus attribútum szelvény; d) a szeizmikus reflexiók szelvény alapján valószínűsíthető földtani felépítés. A gránátos amfibolit az SG egység alatt látható

Fig. 11. Seismic picture of the amphibole biotite gneiss on a part of S-130 profile. a) Seismic section without interpretation; b) interpreted seismic depth-section; c) $\text{perigram} \cdot \cos\phi$ seismic attribute section; d) presumed geological buildup based on the seismic section. The garnetiferous amphibolite can be found under the SG unit



12. ábra. A neogén során végbement szerkezeti mozgás hatása az S-124 jelű szelvény 1. ábrán jelzett szakaszán.
 a) Az eredeti feldolgozású szelvény a neogén összletet is mutatja; b) a javított szelvényen a pretercier képződmények belső szerkezete látható

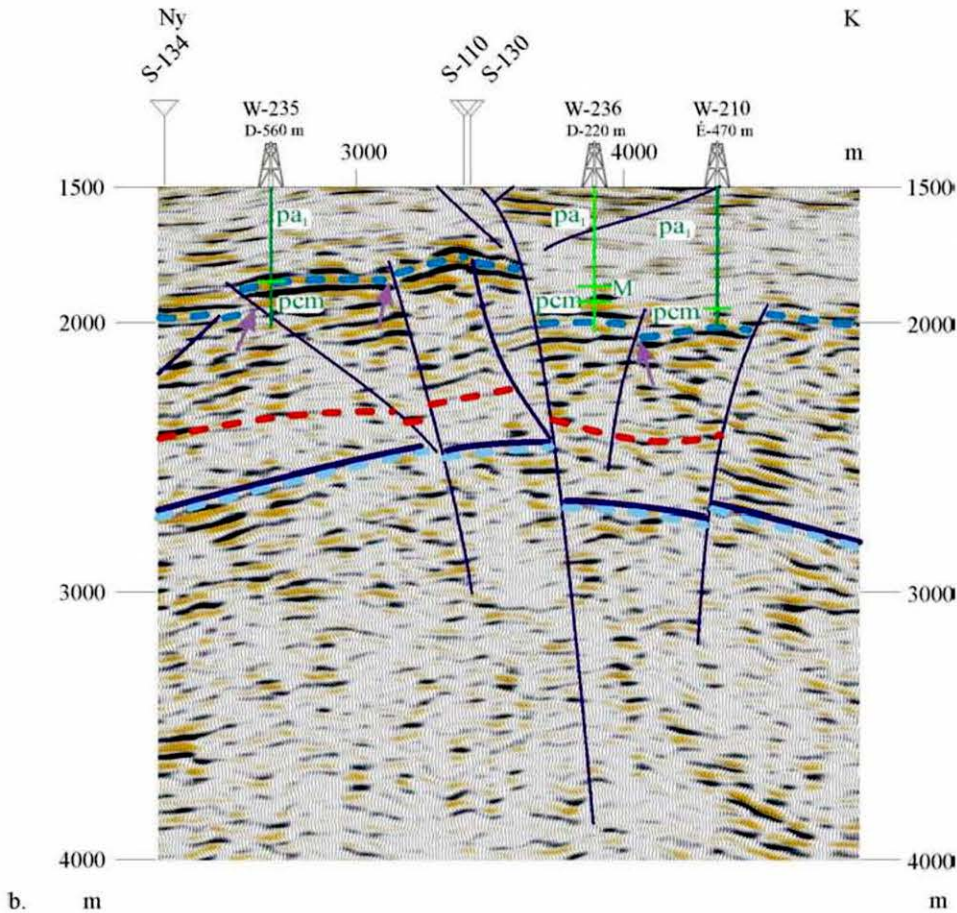
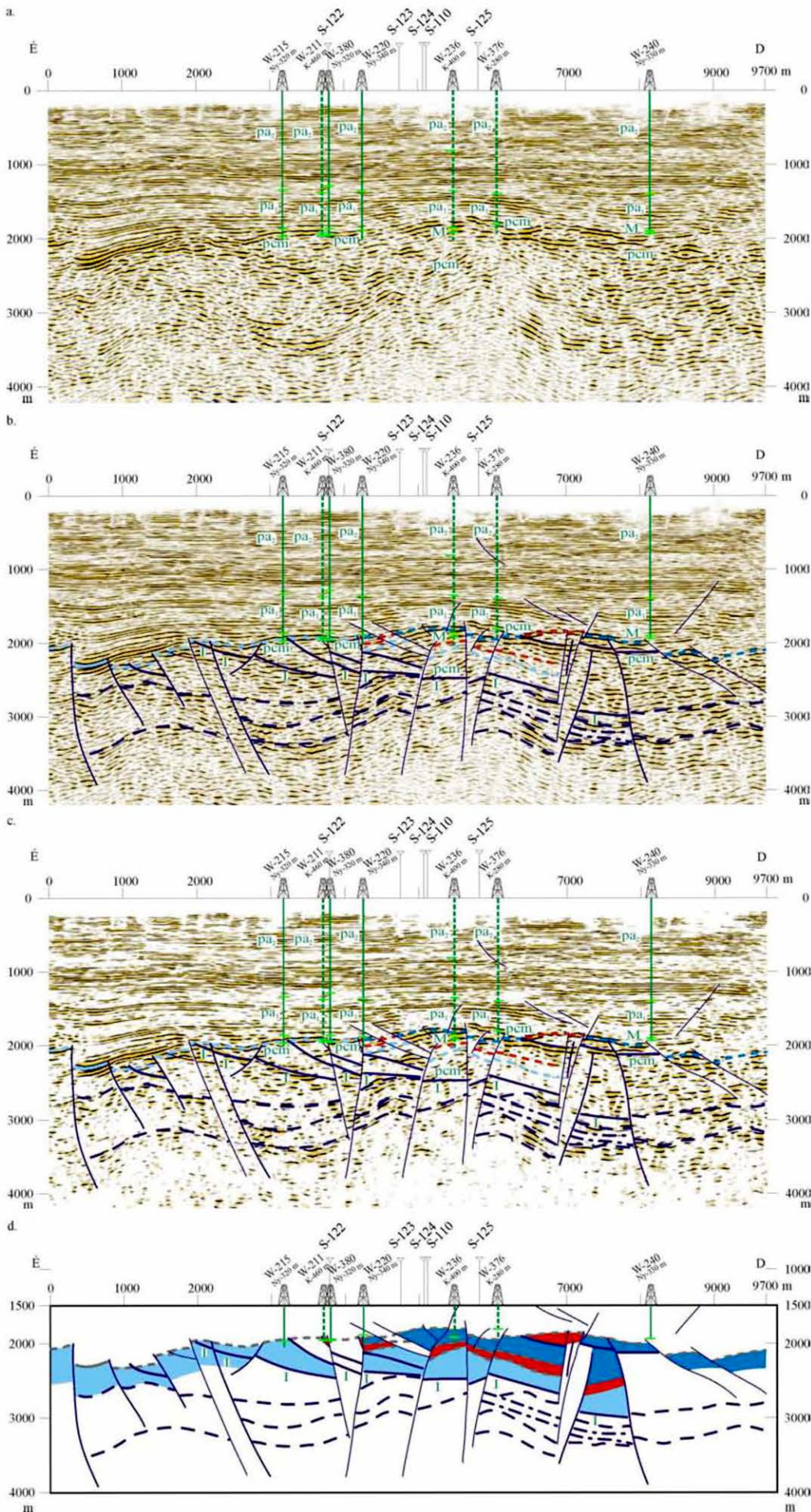
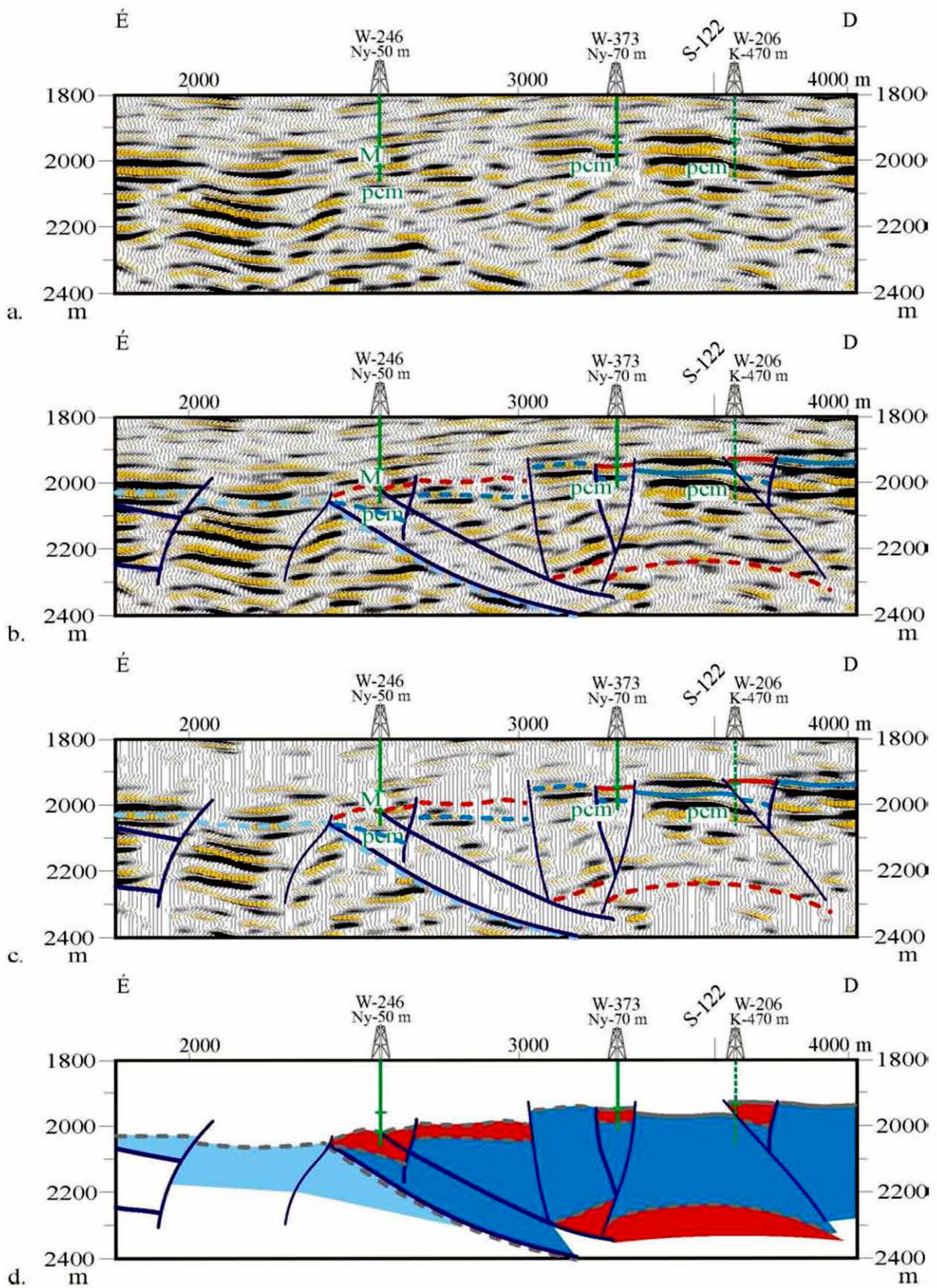


Fig. 12. Seismic picture of the effect of Neogene movements on the part of the S-124 profile which is indicated on Fig. 1.
 a) The old version shows the Neogene formations too;
 b) on the reprocessed version the internal structure of Pre-Tertiary formations can be seen



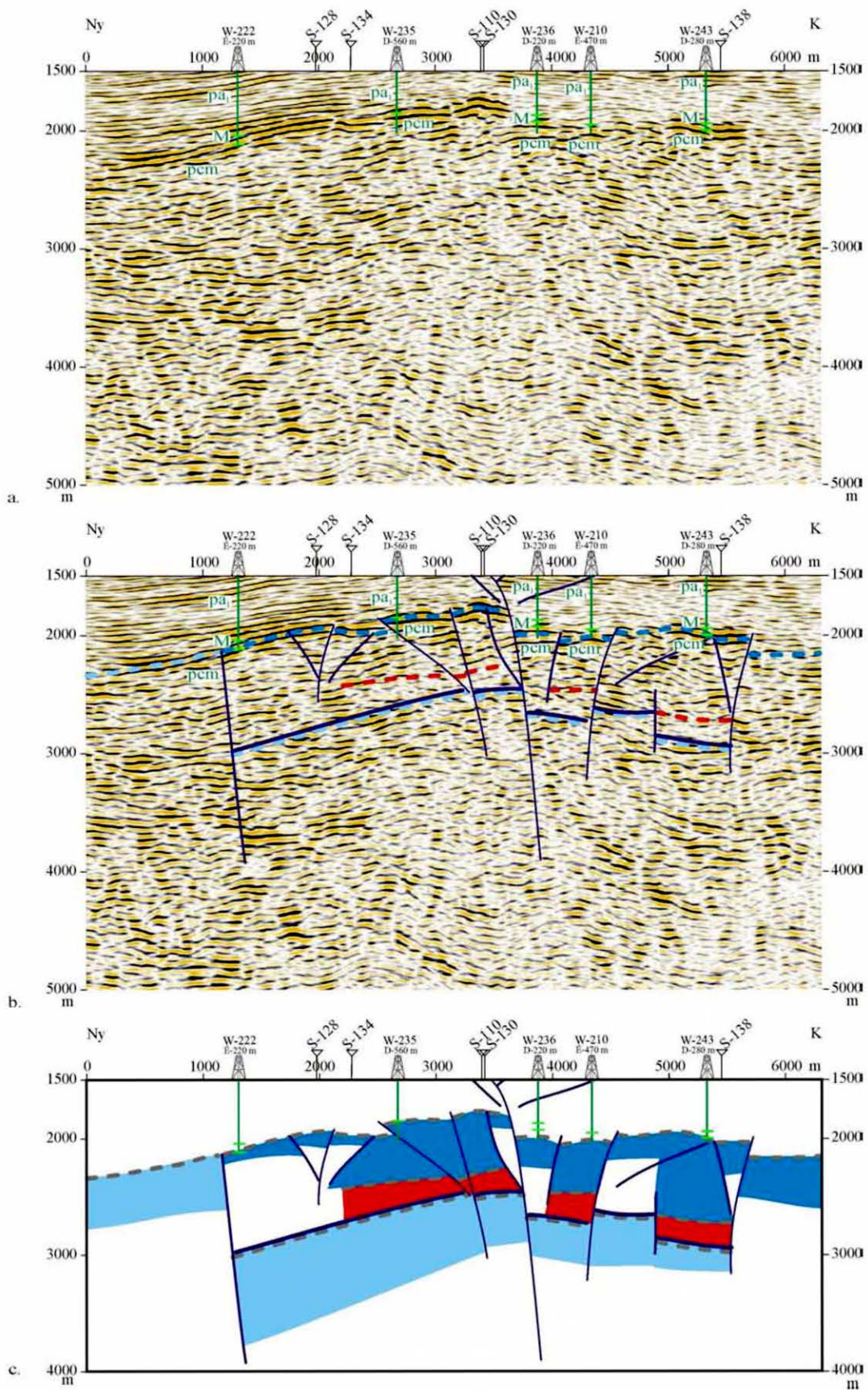
13. ábra. Az S-130 jelű szelvény javított változata a pretercier képződmények belső szerkezetét és az egyes képződmények elterjedését mutatja: a) értelmezés nélkül; b) értelmezett mélység-szelvény; c) $\text{perigram} \cdot \cos \varphi$ szeizmikus attribútum szelvény; d) a szeizmikus reflexiók szelvény alapján valószínűsíthető földtani felépítés. A gránatos amfibolit az SG egység alatt látható

Fig. 13. The reprocessed version of profile S-130 presents the inner structure of the pretertiary basement and the spatial spread of certain formations: a) seismic section without interpretation; b) interpreted seismic depth-section; c) $\text{perigram} \cdot \cos \varphi$ seismic attribute section; d) presumed geological buildup based on the seismic section. The gametiferous amphibolite can be found under the SG unit



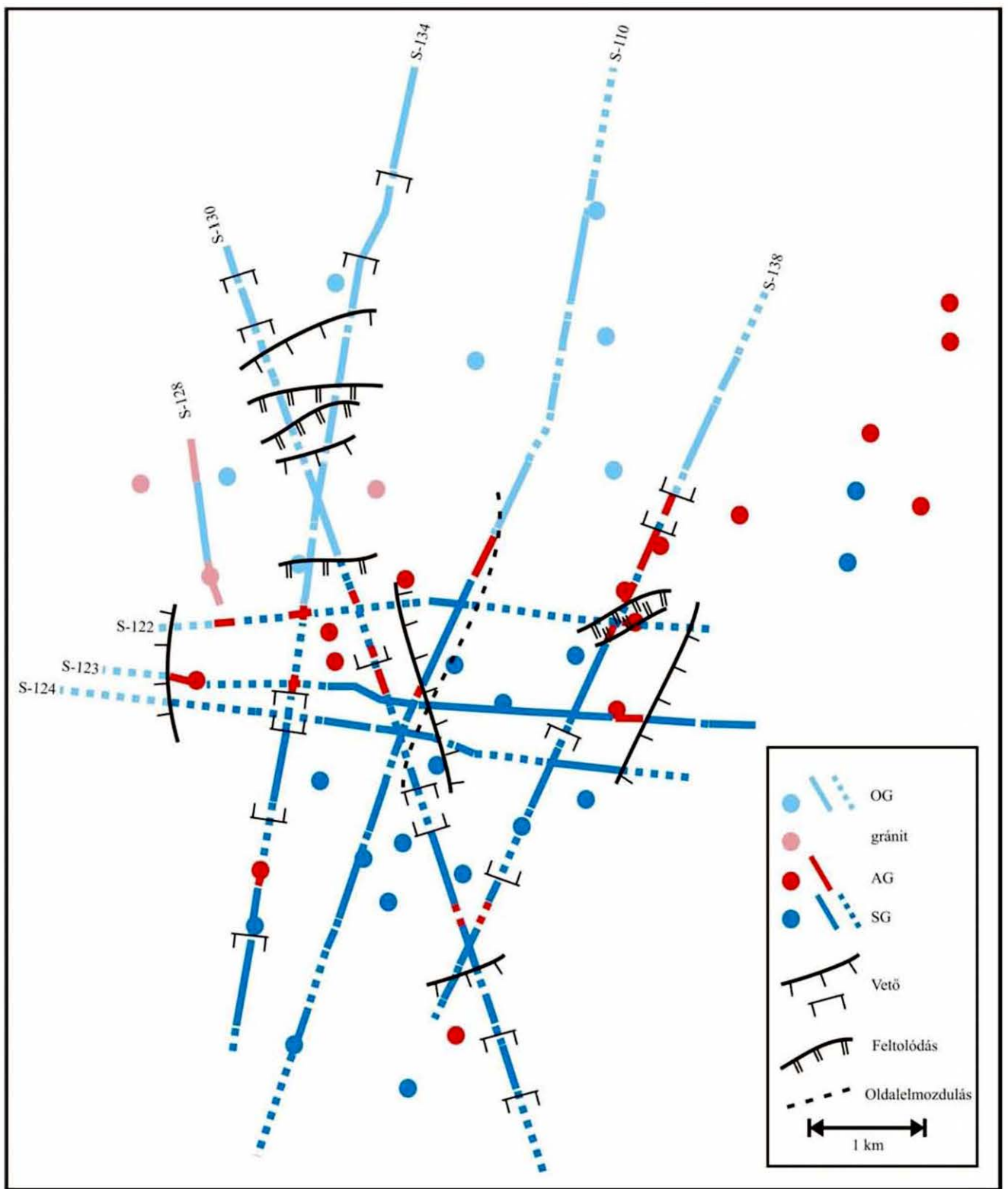
14. ábra. Az S-138 jelű szelvényen az amfibolos biotitgneisz pásztának a neogén szerkezeti mozgások során történt feldarabolódására következtethetünk: a) értelmezés nélkül; b) értelmezett mélység-szelvény; c) $\text{perigram} \cdot \cos \varphi$ szeizmikus attribútum szelvény; d) a szeizmikus reflexiós szelvény alapján valószínűsíthető földtani felépítés. A gránatos amfibolit az SG egység alatt látható

Fig. 14. The break up of the amphibole biotite gneiss strip due to the Neogene structural movements can be inferred from the seismic profile S-138: a) seismic section without interpretation; b) interpreted seismic depth-section; c) $\text{perigram} \cdot \cos \varphi$ seismic attribute section; d) presumed geological buildup based on the seismic section. The garnetiferous amphibolite can be found under the SG unit



15. ábra. Az S-124 jelű szelvény javított változata a pretercier képződmények belső szerkezetét és az egyes képződmények elterjedését mutatja: a) értelmezés nélkül; b) értelmezett mélység-szelvény; c) a szeizmikus reflexiók alapján valószínűsíthető földtani felépítés. A gránatos amfibolit az SG egység alatt látható

Fig. 15. The reprocessed version of profile S-124 presents the inner structure of the pretertiary basement and the spatial spread of certain formations: a) seismic section without interpretation; b) interpreted seismic depth-section; c) presumed geological buildup based on the seismic section. The garnetiferous amphibolite can be found under the SG unit



16. ábra. Az egyes képződmények szeizmikus szelvények alapján valószínűsített elterjedése, feltüntetve a főbb harmadidőszaki képződmények aljzatát elvető tektonikai eseményeket is

Fig. 16. Probable spatial spread of certain formations based on the seismic sections. The main events faulting the basement of the Tertiary formations are indicated, too

Z. SZABÓ: Selected passages of the history of Hungarian geophysics V

Az első külföldi expedíció

Köszönhetően az Eötvös-inga egyre nagyobb nemzetközi hírnevének, 1923 nyarán az angol kormány egyik legnagyobb olajvállalata, a Burmah Oil Company Ltd. (BOC) londoni igazgatója kérésrel fordult a báró Eötvös Loránd Geofizikai Intézetéhez, hogy az akkor még Indiához tartozó Khairpur szövetségi államban (napjainkban a terület Pakisztánhoz tartozik) végezzen kőolajkutatást célzó torziós-inga-méréseket. A terepi méréseket a téli száraz időszakra ütemezték, mert a nyári monszun idején a terepi közlekedés nehézséggel és a moszkító nagy száma miatt a terepi munka komoly akadályokba ütközött volna.

A felkínált szerződés szerint PEKÁR Dezsőt mint a kutatások vezetőjét havonta 150, RENNER Jánost pedig 75 angol font illette, ami tekintélyes összeg volt, értékét az akkor éppen jelentősen inflálódó koronában nem érdemes megadni, de hogy fogalmat alkothassunk az összeg nagyságáról, PEKÁR Dezső négyhavi jövedelméért vehetett volna egy Eötvös-ingát. 1927-ben pedig, a pengő bevezetésekor 1 angol font közel 23 pengőt ért! A fizetésen felül a felmerülő utazási, szállás- és ételmezési költségeket a vállalat biztosította. Érdekességként említem meg, hogy az első expedíció ideje alatt a szeszital- és dohányszámokat is megtérítették, amit a következő expedíció idején már megtagadtak. Pekárék reklamációjára, hogy miért változtatták meg a feltételeket, azt a választ kapták, hogy az eredeti megállapodás szerint az ital- és dohányköltségek az első expedíció alatt sem jártak volna, de ezek a tételek az előző elszámoláskor elkerülték figyelmüket. Mivel a könyvelési hibát saját adminisztrációjuk követte el, eltekintettek a tévedésből kiutalt összegek visszakérésétől.

Az expedícióhoz szükséges műszerek és berendezések becsomagolása és az előírt tífusz- és himlőoltások után vonaton utaztak Triesztig, ahol az expedíciós felszerelés 10 ládájával együtt behajóztak a Lloyd Triestino Pilsna nevű hajójára. November 1-én indultak Velence és Brindisi érintésével, majd Kréta szigete mellett elhajózva érkeztek Port Saidba, a Szezi-csatorna bejáratához. A csatornán való átkelés 10 órát vett igénybe, majd a Vörös-tengeren hajózva kijutottak az Indiai-óceánra. Aden érintésével 18 napi hajózás után érkeztek Bombaybe, ahol az olajtársaság emberei várták őket. Néhány napos bombayi tartózkodás után újabb 2 napos hajóút következett, egy már jóval kisebb gőzösön az Indus torkolata közelében fekvő Karachiba, ahol a helyi mohamedán uralkodó vendégek lettek. A még hiányzó terepi felszerelés megvásárlása után vonattal utaztak tovább a 450 km távolságra eső Khairpurba.

A felméréendő terület kopár, sík, sivatagos vidékre esett, ahol a száraz évszakban, az utak rossz állapotától eltekintve, különösebb terepi nehézségekkel nem találkoztak. Az expedíció személyzete 60 főből állott. A felszerelést 20 db, kizárólag fa alkatrészekből épített, ökrök vontatta kétkerekű kordén szállították és az állatállományhoz az ökrökön kívül további két ló, két teve, egy szamar és néhány tehén is tartozott. Kihasználva a száraz időszakot, négy hónapon keresztül pihenőnap nélkül dolgoztak. A BOC vezérkara viszont hozzájárult, hogy a ledolgozott pihenőnapok kompenzációjaként a terepi munkák befejeztével néhány hetes körutazást tegyenek Indiában. A lehetőséget kihasználva Pekárék nagy utazást tettek. Terepi munkájuk és utazásuk során mintegy 400 fényképfelvételel készítették, melyeknek jelentős hányada a mai napig fennmaradt (cikkünk első négy képe ezek közül való).



A fakerekű, ökrök vontatta kordén levő ládákban szállítják az ingát

Körutazásuk végén Bombay kikötőjéből indulva, a már ismert útvonalon hajózva érik el az olasz csizmát, de most ennek nyugati partja mentén Trieszt helyett Genovába tartanak. Hét hónapi távollét után érkeznek Budapestre.

Az olajvállalat meg volt elégedve a mérési eredményekkel. 1924 novemberében Mr. DEWHURST, a vállalat igazgatója közli PEKÁR Dezsővel, hogy geológusaikkal egyeztetve kutatófúrást mélyítenek az Eötvös-ingával kimutatott maximum tetőzónájának közelében. Egyben felkéri PEKÁRT egy újabb expedícióra, ezúttal az előző területtől jóval keletebbre, Upper Assam területén Digboi közelében végzendő torziósinga-mérésekre. A területet sűrű őserdő borítja, a terepviszonyok az előbbinél sokkal kedvezőtlenebbek. A mocsaras terepre hivatkozva felveti az ötletet, hogy az előző expedíció során alkalmazott ingák helyett Rybár-ingát kéne alkalmazni. „*Úgy gondoltuk, hogy előnyös lehet a Rybár professzor által feltalált*

¹ Beérkezett: 2009. január 13-án

² Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet,
H-1145 Budapest, Kolumbusz u. 17-23.

kisebb típusú inga használata. Mely mindössze 60-70 font súlyú, ezért könnyen hordozható. Úgy hallottuk, hogy más előnyei mellett az érzékenysége és megbízhatósága is nagyobb, mint a régi ingáké." Ez érdekes új információ, mert azt jelenti, hogy már 1924-ben megjelent a Rybár-féle inga a piacon. Ez az inga még minden valószínűség szerint vizuális leolvasású volt, mivel a fellelt dokumentumok szerint 1929-ben éppen e körül alakult ki polémia PEKÁR Dezső és RYBÁR István között (I. Szemelvények IV., 49. évf. 1. szám).



RENNER János (sötét öltönyben) vezetésével az észleléshez készülnek, jobbra az ingasátor sarka látható

PEKÁR válaszában közli, hogy az ő általa kifejlesztett inga természetesen jobb, mint a Rybár-féle, és amennyiben neki Rybár-ingával kell mérnie, akkor nem vállalja a felelősséget a mérési adatok megbízhatóságáért. Egyben arra kéri Mr DEWHURST-t, hogy ez a dolog maradjon kettejük között, mert ő RYBÁR professzorral baráti viszonyban van, és nagyon kellemetlen lenne számára, ha úgy tünne, hogy ő a Rybár-inga ellen cselekszik.



Európainak nem könnyű feljutni az elefánt hátára... PEKÁR Dezsőnek ehhez még létrára is szüksége volt

Hamarosan érkezik a válasz, melyben T. DEWHURST megköszöni PEKÁR véleményét, mert, mint írja: „ a közel-

múltban kiderült, hogy az Anglo-Persian Oil Company Ltd. által vásárolt Rybár ingával Perzsiában sok probléma merült fel, melyeket főleg a szélsőséges hőmérsékleti viszonyoknak tulajdonítanak. Lehet, hogy a Rybár inga laboratóriumi körülmények között kiválóan működik. Ennek ellenére úgy gondolja, hogy a piacon kapható ingák közül még mindig a régi típusú Eötvös-inga a legmegbízhatóbb terepi műszer".

A második expedícióra 1925-26 telén került sor, lényegében az elsődöz hasonló feltételek között. Erre az expedícióra kígyómarás elleni szérumot is vittek magukkal, ami a későbbiekben, szerencsére, feleslegesnek bizonyult. Az előző expedíciónál két hónappal korábban, szeptember 1-én szálltak fel a Cracovia fedélzetére. Bombayből két napos vonatozás után értek Calcuttába, majd további két nap után Digboiba, a leendő expedíció központjába. A nehezebb körülmények miatt az expedíció létszáma 110 fő volt, majdnem duplája az előbbinek. A tábor 28 sátorból állt. A felszerelést 12 elefánt és 12 ökrös szekér szállította.



Az olajat egyelőre még csak keresik... Ezek a „járművek” vízzel is beérik

A terepi munka befejeztével Pekárék megint nagy utazást tettek a környéken. Utazásuk során Darjeelingben felkeresték KÖRÖSI CSOMA Sándor sírját is. Hazafelé ismét Bombayben szálltak hajóra, ahol útitársuk volt Rabindranath TAGORE, a neves indiai költő. Kilenc hónappal indulásuk után, előző útjukhoz hasonlóan, Genovában szálltak partra.

Az angolokat továbbra is érdekelték a torziósinga-mérések. PEKÁR tanácsára elküldték két munkatársukat Budapestre, hogy elsajátítsák a mérésekhez szükséges ismereteket. Ezt követően az 1927-28-as terepi idényben SZÉCSÓDY Miklós vezetésével már nagyrészt maguk végezték a további kutatásokat, ugyancsak Upper Assam területén.

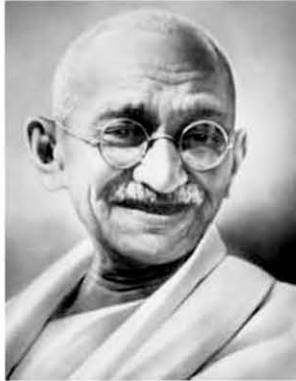
A három expedíció során mintegy 1750 km² kiterjedésű területen és 220 km szelvény mentén összesen 357 torziósinga-állomást telepítettek. Az első két expedíció során a gravitációs észlelések mellett, bár nem volt kötelességük, földmágneses méréseket is végeztek. 15 állomáson a földmágneses tér három (D, H, I) komponensének meghatározása alapján kiszámították a tér abszolút értékét. További 242 állomáson pedig csak a horizontális intenzitás értékét mérték meg. Expedíciós tevékenységük-

ről PEKÁR az alábbiakat írja: „A távol Kelet nehézségei és veszélyei közepette teljesítettük hazafias kötelességünket. Sikeresen igazoltuk az angolok előtt a magyar génusz alkotásának Eötvös ingájának használhatóságát a petróleumkutatásban.”

Hazatérésük után PEKÁR Dezső különböző fórumokon ismertette indiai munkájukat és utazásaikat. Az élvezetes stílusban előadott vetített képes élménybeszámolóknak köszönhetően hamarosan India-szakértő hírnévre tett szert. E hírnévnek köszönhetően, amikor az indiai engedetlenségi mozgalom került a nemzetközi érdeklődés előterébe, egy újságíró megkereste PEKÁR Dezsőt, hogy kikérje véleményét az indiai viszonyokról. A riport megszületett és érdekes fejleményei lettek.

Pekár Dezső, az India-szakértő

A történet némi áttétellel Mahatma GANDHI, a nagy indiai hazafi személyéhez kapcsolódik. A mai olvasónak talán már nem sokat jelent GANDHI neve, ezért röviden tekintsük át, ki is volt ő valójában.



Mahatma GANDHI: „Először magadban kell létrehozni a változást, amit a világtól követelsz.”

Mahatma GANDHI (1869–1948) az indiai függetlenségi mozgalom vezéralakja, a békés ellenállás jelképe. Londonban szerzett jogi diplomát, majd 1893-tól 1914-ig egy indiai cég jogtanácsosaként Dél-Afrikában dolgozott, ahol a hindu kisebbség jogaiért harcolt. Ebben az időben alakította ki a polgári engedetlenségen és a passzív ellenálláson alapuló filozófiai rendszerét. 1915-ben tért vissza Indiába, ahol hamarosan a függetlenségi mozgalom vezetőjévé vált.

Harcolt a szegénység enyhítéséért, a nők felszabadításáért, a különböző vallások és etnikumok békés egymás mellett éléséért, a kasztrendszer eltörléséért, a gazdasági önállóságért és mindenekelőtt India függetlenségéért. Ekkor kapta híveitől a *Mahatma* jelzőt, aminek jelentése „Nagy lélek”. A brit hatóságok többször letartóztatták és bebörtönözték, de megtörni nem tudták. India függetlenségét elérte, a hindu–muzulmán megbékélést viszont nem sikerült megvalósítania. 1948-ban, miközben arra akarta rávenni a hindu közösséget, hogy tegyen engedményeket a muzulmán kisebbségnek, Új-Delhiben egy szélsőséges hindu nacionalista meggyilkolta.

Történetünk idején, 1930 márciusában tiltakozó menetet szervezett a só lepárlására kivetett adó ellen. Az ún. Sómenet során Ahmedabadból hívei több ezres tábort a 400 km-re fekvő Dandiba vezette. E tettéért 60 000 társával egyetemben letartóztatták, de a következő évben már Angliában tárgyal a brit kormánnyal.

A Sómenet hívta fel a nemzetközi sajtó figyelmét az egyre erősödő indiai függetlenségi mozgalomra. A magyar újságíró ekkor kereste fel az India-szakértő hírében álló PEKÁR Dezsőt, és készítette vele az alábbi, a későbbiekben bonyodalmat okozó interjút. A riport a Magyarország című

lap 1930. április 5-i számában *A hindu szabadságmozgalom teljesen jogosult, de teljesen reménytelen* címmel, *Pekár Dezső* professzor nyilatkozik indiai élményeiről és *Gandhi* kilátásairól alcímmel jelent meg, véletlenül pont azon a napon, amikor GANDHI követői élén megérkezett Dandiba. Íme a cikk:

„Gandhi útjának közeli befejezése aktuálissá tette, hogy beszéljünk India egyik legkitűnőbb magyar ismerőjével, Pekár Dezső dr. miniszteri tanácsossal, a világhírű geofizikussal. Pekár két ízben járt be egész Indiát; egy expedíciónak volt vezetője, amely az Eötvös-féle ingával végzett méréseket a Burmah Oil Comp-nak. Ez a cég Anglia egyik legnagyobb olajvállalata, főrésztényese maga az angol állam, amely idejekorán rávetette magát az indiai olajforrásokra. Az expedícióban még egy magyar, Renner fővárosi tanár, vett részt és 100 indiai beenszülött.

— *Mi a véleménye méltóságodnak Gandhi szabadságmozgalmáról? És általában az indiai viszonyokról?*

— Ez a szabadságmozgalom nem az első Indiában és cseppet sem kecsegtet több sikerrel, mint az eddigiek. A 315 milliónyi beenszülöttet csupán 200 000 angol dirigálja. Ebből 75 000 a felfegyverzett katona. Az angolok jól tudják, hogy ez az elenyészően csekély százaléku fehér ember tökéletesen elegendő az ezerhat-százszor akkora népesség kordában tartására. Az összetartás teljes hiánya megbénítja a beenszülöttek cselekvő-erejét. A mozgalom a legnagyobb mértékig jogos — hiszen ez az igénytelen, koldus nép szörnyen elnyomott, — de eredményes nem lehet. Minden európai fantáziát felülmúl az indiai széthúzás. Egységes indiai népről szó sem lehet. Vallási, faji, nyelvi és szektai eltérések hatalmasodtak el közöttük. Az én száztagú expedíciómban nem volt három ember, aki megértette volna egymás elveit. Két egyetemet végzett, kulturált hindu asszisztensem például más-más szektának volt tagja. Sohasem étkeztek egy időben, egyik a földön, másik asztalnál evett. Nagyon hálásak voltak nekem, mert egyenrangú emberként kezeltem őket (az angolok nem fognak hinduval kezét), de csak egyszer fogadhatták el meghívásomat ebédre, másodszer már nem, mert a személyzetük kijelentette, hogy azonnal elhagyják a truppot, ha megtudják, hogy a két hindu mohamedán szakács főztjéből eszik.

A mohamedán sem fogad el hindutól egy pohár vizet se. Mialatt lent voltam Kalkuttában, volt egy kisebb fajta összezördülés a hinduk és mohamedánok között, az utcákon ötven halott maradt. De nemcsak a két fővallás hívői állnak szemben egymással, hanem a körülbelül 3000 kaszt tagjai is. Ezek társadalmi és ipari egyesülések. Mindegyiknek szigorúan keretezett szabályai vannak. A tagoknak például csak saját kasztjukon belül szabad nősülni. Nevetséges differenciák vannak közöttük. A fazekasok között például külön kasztot alkotnak, akik a fazekat jobbra és másik kasztot, akik a fazekat balra forgatják. Külön kaszt volt az elefántok vezetői. Ezeknek például szabályaik közt volt, hogy csak folyóvizet ihattak. 5-6 mérföldnyi távolságra mentek, míg patakra akadtak, annak vizét itták, bármilyen piszkos is volt. Persze, így sohasem voltak kéznél,

mindig késtek, a szidás sem használt, mert a hinduk napjuk legnagyobb részében ópiummámborban lézengenek.

Ha a munka nem jól ment, azt mondták az angolok, vegyenek több munkást, csak: jobban fizetni őket nem volt szabad! A száz ember dolgát Magyarországon 6 is elvégezte volna, de a hinduk rettenetesen lusták és mindegyiküknek saját reszortja van. Mindenhez más személy kell. Egy, aki ruhát tisztít, másik, aki a fürdőt elkészíti.

— *Allandó a hinduk felszabadulási törekvése?*

— Igen. Lapjaik is vannak a törekvések szolgálatában. Természetesen minden kulturáltabb kasztnak külön-külön. Egyik asszisztensem a legelőkelőbb, mondhatni mágnás-kaszt tagja volt, amely minden szabadságmozgalomban részt vett. Elhoztam az újságjuk egyik jubileumi számát, amely az összes európai és amerikai szabadságharc leírását tartalmazza. A mi 48-as küzdelmünk is meglehetősen hűen benne van. Az 1858-as hindu szabadságharcot, amelyet az angolok „lázádnak” neveztek, csak egy esztendő múlva tudták letörni, az angoloknak rettenetes veszteségeik voltak, a bennszülöttek kegyetlensége nem ismert határt. Az angolok mindamellett határozottan nagy érdemeket is szereztek Indiában. Nekik köszönhető, hogy az intelligencia nagy számmal van képviselve a hinduk között. Gyönyörű egyetemeket létesítettek az indiai nagyvárosokban és klinikákat a rengeteg ragályos betegség leküzdésére. Érdekes, hogy a hinduk mozgolódtak az egyetemi angol nyelv ellen is. Erre az angolok egy nemes gesztussal felajánlották: „válasszatok hát nyelvet! Mi legyen?” A pánindiai kongresszus azonban eredménytelen maradt, a hinduk nem tudták elhatározni, melyik legyen az uralkodó a tíz főnyelv és háromszáz dialektus közül, amelyeket ők maguk sem értenek meg. Maguk kérték, hogy maradjon az angol nyelv az előadási nyelv.

Az angolok érzik fölényüket, tudják, hogy a széthúzásnak köszönhetik uralmukat. Agent provocateurökkel szítják az ellentéteket a szekták és kasztok közt. A szabadságmozgalomnak meg az orosz szovjet segít titokban.

— *Mi lenne, ha a mostani szabadságmozgalom eredményes lenne?*

— Erről szó sem lehet! A szerencsétlen hinduk nem fognak boldogulni ez alkalommal sem. Pedig könnyű dolguk lenne. A legnagyobb testületek, vasútállomások stb. élén csak egyetlen fehér ember van. Alatta száz és száz bennszülött. Ha a hinduknak nagyobb tettereje lenne, 24 órán belül leállíthatnák a vasutakat. Nekik is vannak fegyveres katonáik. De nem tudnak összetartani, az ellentétek olyan nagyok, hogy még hosszú ideig nem rázhatják le magukról az igát. Az angolok ezt jól tudják, nem is félnek túlságosan, pedig katasztrofális lenne rájuk nézve India elvesztése.

— *És mi lesz, ha Gandhit holnap elfogják?*

— Már többször elfogták. Legutóbb a szövetségi mozgalom miatt. Akkor is kiengedték, 'betegségére való tekintettel'. Most is csak ez fog történni."

A Pekár-interjú Londonban is olvasták, és valaki eljutatta Indiába a cikk angol nyelvű összefoglalását, amely a The Pioneer c. indiai angol nyelvű újságban „London,

April 11" keltezéssel, *An Hungarian Views India* (Hogyan látja egy magyar Indiát) címen jelent meg:

„Dr. Pekár Dezső, a híres magyar tudós, aki két utazást tett Indiában, visszatérve Budapestre nincs elragadtatva az indiai emberek képességei felől és ezért a 'hihetetlen fajt, vallási és nyelvi megosztottságot' teszi felelőssé.

Egy magyar újságban leírva benyomásait az indiai életről, dr. Pekár meg van győződve, hogy Mr. Gandhi indiai szabadságmozgalma a korábbi mozgalmakhoz hasonlóan eleve kudarcra ítéltetett. Ma már tudjuk, hogy tévedett.



The Pioneer 1930. április 11-i számában megjelent cikk részlete

Dr. Pekár a kasztrendszer hatása iskolapéldájaként elmondja, hogy expedíciója kb. 100 emberből állt, de három nem tudott egyetérteni életszemléletében. 'Két hindu asszisztensem, intelligens, egyetemet végzett emberek, különböző időben táplálkoztak, egyik asztal mellett, másik a földön. Hálásak voltak nekem, hogy egyenlőként kezeltem őket, de nem fogadhatták el vacsora-meghívásomat' — írja.

Dr. Pekár hasonlóképp szigorú az indiai munkásokkal szemben és ismét a kasztrendszer hibáztatja. 'Senki sem végzi el a másik munkáját' — írja. Meg van győződve, hogy hat magyar munkás elvégezhette volna száz indiai

munkáját, miközben ez utóbbiak még további segítséget követeltek.

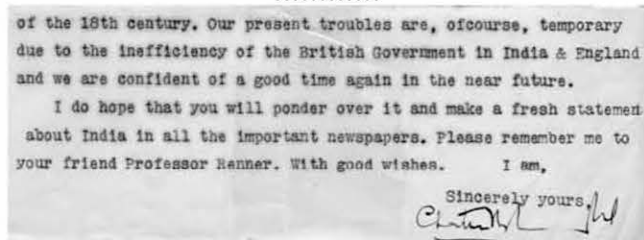
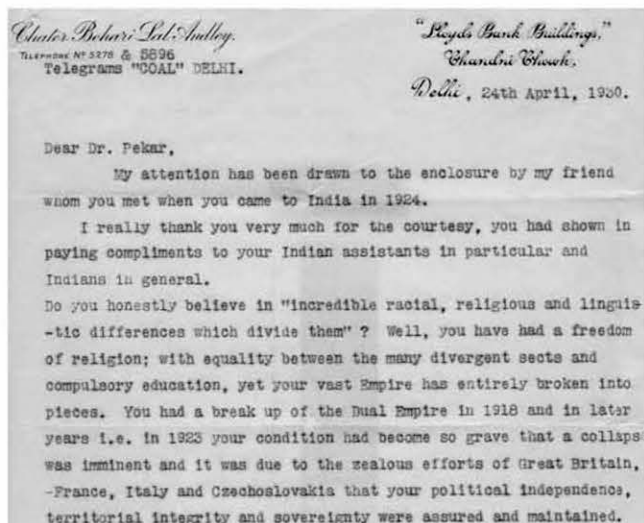
Dr. Pekár elismerését fejezi ki a brit adminisztráció iránt az oktatás népszerűsítése, egyetemek alapítása, orvosképzés, egészségügyi körülmények javítása és járványok elleni harc terén. Végül azt állítja, hogy az indiaiak számára lényegbevágó az angol nyelv.

Az újság eljutott Jugal Behari Lal, PEKÁR egyik volt indiai asszisztense kezébe is, aki megmutatta a cikket Chandni Chowk nevű barátjának. A barát felháborodott az olvasottakon, és az alábbi levelet intézte PEKÁRhoz:

„Delhi, 1930. április 24.

Kedves Dr. Pekar,

Egy barátom, akivel 1924-ben Indiában találkoztam, hívta fel a figyelmemet a mellékelt újságcikkre.



Chandni CHOWK PEKÁR Dezsőhöz intézett levelének részletei

Valóban nagyra értékelem az Ön udvariasságát, amikor kifejezte nagybecsülését indiai asszisztensei, és általában az indiaiak iránt. (Asszisztensével Pekár valóban meg volt elégedve. 'A Survey of India', az indiai angol térképészeti hivatal tisztviselői. Egyetemet végzett intelligens úriemberek, akikkel én természetesen mint egyenrangúakkal bántam, dacára az angolok kárba vesztett figyelmeztetésének: ne fogják velük kezét, ezek nem európaiak.' — írja róluk.) De valóban őszintén hisz a 'hihetetlen faji, vallási és nyelvi különbségekben, melyek megosztják őket?' Rendszerben, Önöknél vallásszabadság volt a sok különböző szekta között és kötelező oktatás; ennek ellenére hatalmas birodalmuk darabokra szakadt! A dualista birodalom 1918-ban felbomlott és a későbbi években (1923-ban) a helyzetük olyan súlyossá vált, hogy az összeomlás közvetlen veszélye fenyegette Önö-

ket. Egyedül Nagy-Britannia, Franciaország, Olaszország és Csehszlovákia lelkes igyekezetének köszönhető, hogy politikai függetlenségük, területi integritásuk fennmaradhatott.

Jól emlékszem, azokban a napokban érkezett Indiába négyszázezer rúpia fizetésért, plusz teljes költségtérítésért. Indiaiakkal dolgozott, teljes meglepedésére. Nagyra értékelte munkájukat, modorukat és szokásaikat, mert Ön egy telhetetlen mohó személy, vagy ahogy Shakespeare mondja: 'Ó alantas magyar ember!'. Sok pénzre tett szert az indiai földből és ma képes azt mondani, hogy 'az expedíció kb. 100 emberből állt, de három nem tudott egyetérteni az életszemléletében'.

Felteszem Önnek a kérdést: ki tehet erről? Ha Ön át tanulmányozza Akbar uralkodásának történetét és Csernajeve tábornok uralkodásának történetét Turkesztánban, meg fogja érteni a helyzetet. Majd kicsit később azt állítja, hogy: 'hat magyar munkás elvégezhette volna száz indiai munkáját, miközben azok még további segítséget követeltek'. Ismét azt kérdezem Öntől, kit terhel a felelősség ezért? Úgy gondolja, mi ugyanannyi élelmet és kényelmet kaptunk az élettől, mint Önök, magyarok és más fehérek?

Nem tudom megérteni az Ön mentalitását, amikor elismeréssel adózik az indiai brit adminisztrációnak, amikor pedig az angolok nagy többsége, mint például Braithwaite és Graham Pole ezredesek a jelenlegi képtelenségekért saját honfitársaikat hibáztatják.

Nem akarom érzéseiben megsérteni azáltal, hogy Ön elé tárom hatalmas birodalmuk II. Frigyes uralkodása előtti állapotát¹, és bízom abban, hogy a jövőben kerülni fogja az olyan támadásokat ellenünk, amelyeket mostanában tett, amikor leírta benyomásait az indiai életről egy magyar újságban megjelent cikkében. Szórol szóra egyetérték Önnel abban, hogy Mr. Gandhi India szabadságáért folytatott mozgalma eleve kudarcra ítéltetett, de tud Ön valami más, hatékonyabb módszert javasolni számunkra, hogy a jelen problémákból kilábaljunk? Kövessük talán az Önök példáját és robbantsunk ki forradalmat V. György király ellen, utánozva az Önök 1918. november 13-i forradalmát Károly király ellen? Önöknek voltak fegyverei, de mi még botokkal és tégladarábokkal sem vagyunk felfegyverezve!

Kapcsolatunk a kormánnyal mindig szívélyes és ragaszkodó, amióta az adminisztrációt Oudei Vizier és Peshwas a 18. század végén átruházta Nagy-Britanniára (bízva a Lord Wellesley és Wellington herceg által ígért jó kormányzásban). Az indiai brit kormányzat képtelenségeinek köszönhető jelen bajaink, természetesen, csak időlegesen. Bízunk abban, hogy a közeljövőben újra jobb idők köszöntenek ránk!

Remélem, hogy fentiekben elgondolkodva valamennyi fontosabb újságban új nyilatkozatot tesz közzé Indiáról. Kérem, adja át üdvözlőmet barátjának, Renner professornak is!

Fogadja jókívánságaimat

Őszinte tiszteelője,
Chandni Chowk"

¹ Rejtély, mire gondol? Esetleg Mária Terézia és a porosz II. Frigyes hadakozására, melynek során Ausztria elvesztette Sziléziát.

Érdekes levél, írójáról semmi közelebbit nem tudunk, mindenesetre nemzetközi kérdésekben is járatos művelt személy lehetett. Leveléből képet kapunk arról, hogy mennyit tudhatott a Monarchiáról és hazánk történetéről egy indiai értelmiségi az 1930-as évek elején. Meg kell állapítanunk, hogy nem keveset, még akkor is, ha egyes megállapításai meglehetősen sajtóságosak. De legyünk őszinték: mi többet tudunk e kontinensnyi ország történelméről?

A levélváltás lezajlott, további lépésekről nincs tudomásunk. A történetből mindenesetre levonhatjuk azt az örök érvényű tanulságot, hogy nem árt óvatosnak lenni és min-

dent kétszer megfontolni, mielőtt egy, a mienktől eltérő életfelfogású, hagyományú és kultúrájú nép szokásairól és kultúrájáról ítéletet alkotunk és nyilatkozunk.

HIVATKOZÁS

PEKÁR Dezső 1941: Bárány Eötvös Loránd. A torziós inga ötven éves jubileumára. Budapest. A Kis Akadémia kiadása, 339 oldal

HÍREK, BESZÁMOLÓK

2008, KÜLFÖLDI KONFERENCIÁK TÜKRÉBEN: BÉCS, OSLO, PEKING, SEZANA, SAN FRANCISCO

2008-ban — a budapesti HUNGEO-t nem számítva — öt kisebb-nagyobb nemzetközi konferencián vettem részt. Pekingben és Sezanában (Szlovéniában) kutatóként, Bécsben és Oslóban elsősorban a Földév magyar nemzeti bizottság titkáráként, San Franciscóban pedig az AGU nemzetközi bizottságának új tagjaként is. E nagy számhoz hozzájárult, hogy az IAGA 11. tudományos világkonferenciájának népszerűsítésére minden alkalmat meg kellett ragadni. Mindegyik 2008-as konferencia megért volna egy-egy azonnali beszámolót a Magyar Geofizika lapjain. Ezeket azonban mindeddig sem én, sem senki más nem írta meg, így tehát az év utolsó napjaiban visszatekintek mindegyikükre — természetesen mindenképp 2009. évi nagy feladatunk szemszögéből.

EGU (Bécs, 2008. április 13–18.)

Az Európai Földtudományi Unió (European Geoscience Union, EGU) egyre növekvő létszámú (2008-ban mintegy 8000 fős) konferenciája az európai földtudományi alap kutatás éves seregszemléjévé vált. Néhány évvel ezelőttig Nizza volt a helyszíne, mostanában pedig a bécsi Austria Convention Center. 2010-től kezdve pedig újra Franciaországba (Párizsba) kell majd utazni a résztvevőknek.

Az EGU Annual Meeting Európában a legnagyobb létszámú, tudományosan legfajtsúlyosabb földtudományi konferencia. Látókörbővítő, és a földtudományi PhD hallgatóknak már csak ezért is kötelező lenne oda elmenniük. Az efféle nagy találkozók hátránya persze, hogy az egyes szakterületi szekciók esetlegesek. (EGU-szekcióülést egyébként — amely elég nagy erőfeszítéssel jár, és nem mindig örömteli munka — bárki szervezhet.)

Innen Sopronból az idén is naponta jártunk át az ENSZ-városba. A 2008-as EGU-konferencia a Földév hazai nyitórendezvényének hetére esett, úgyhogy számomra szerda délután Ed DE MULDER (a Földév igazgatója) Budapestre szállításával sajnos be is fejeződött. (Az EGU 2009-en az IAGA 2009-et plakátokkal, és egész oldalas hirdetésben fogjuk népszerűsíteni.)

33IGC (Oslo, 2008. augusztus 6–14.)

2008. augusztus elején a skandináv földtudományi szakemberek voltak a házigazdái a Nemzetközi Földtudományi (Geológiai?) Unió (IUGS) négyévente sorra kerülő világkonferenciájának, a 33. „International Geological Congress”-nek (www.33igc.org), amelyre 113 országból hat-ezren jöttek el. A legtöbb szekció geofizikusok számára is érdekes, és — sajnos, de elkerülhetetlenül — számos át-

fedés fedezhető fel az IUGS és az IUGG (Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió) szekciói között. A 34IGC (www.34igc.org) 2012. augusztus elején Ausztráliában lesz.

A Földév nemzeti bizottságainak oslói ülésén elhangzott elnöki értékelés szerint „2008 nyarára a földtudományban dolgozók már mindenütt tudomást szereztek róla, hogy 2008 a Föld Bolygó Nemzetközi Éve, tehát folytatólagos erőfeszítéseink immár megfelelő alapon nyugszanak”.

A hivatalos alkalmak mellett Oslóban találkoztam Tom BEERrel, az IUGG magyar származású ausztrál elnökével, a Nobel-békedíjas IPCC tagjával is. Másképp mondva: a legfrissebb magyar Nobel-díjas kutatóval. Várhatóan ott lesz a soproni IAGA 2009 megnyitóján.

19EMIW (Peking, 2008. október 22–29.)

2008. október végén Peking volt a helyszíne az IAGA kétévenkénti elektromágneses indukciós konferenciájának. Az e témakörrel foglalkozóknak ez egy kihagyhatatlan („must”) meeting. Az ötszáz idei résztvevő fele kínai volt. Magyarországot MADARASI András, PRÁCSER Ernő (ELGI), valamint NOVÁK Attila és SZARKA László (GGKI) képviselte. (A hatvanas években itt kandidált Csen Le-szót, az MGE tiszteleti tagját is majdhogynem ide számíthatjuk.) A konferenciát meglehetősen kevés szóbeli előadás, és nagyon sok poszter jellemezte. Minden szekcióhoz tartozott egy-egy áttekintő előadás is. (Ezek egy része letölthető a konferencia www.19emiw.cn weblapjáról.) A legérdekesebb számomra ezek közül Estella ATEKWANA: Geophysical Signatures of Microbial Activity (A mikrobák tevékenységének geofizikai jelei) c. összefoglaló munkája volt. Magyarázatot kaphattunk például arra a jelenségre, hogy a szénhidrogén-szennyezést követően néhány héttel, hónappal miért növekszik meg a talaj elektromos vezető képessége. Azért, mert a mikrobáknak — a fotoszintézis fény-, víz- és CO₂-szükségletéhez hasonlóan — életfolyamataikhoz nagyon sok elektronnra van szükségük, és ezeket a közegben a szó szoros értelmében kiépített „nanodrótok” révén szerzik be. A háromdimenziós értelmezés egyébként szinte általánossá vált (bár az anizotropia hatalmas meglepetéseket okozhat), és az Amerikában elkezdett EarthScope projekt elektromágneses összetevője hamarosan Európában is el fog indulni. Hazacipeltünk egy kétkötetes (összesen három és fél kilós) konferencia-kiadványt is, de emellett a konferenciáról CD is készült.

A konferencia hangulatára rányomta a bélyegét Ulrich SCHMUCKER (1930. július 21 – 2008. október 27.) halála. 78 évesen, családja ellenkezése dacára utazott Német-

országból a pekingi konferenciára. A délelőtti megnyitón még részt vett, de a délutáni előadásokra már nem tudott visszajönni. Kórházba szállítása után néhány nappal tüdőelégelenségben hunyt el. A munkacsoport elnökévé Yasuo OGAWA-t, alelnökké (2012-től elnökké) Ian FERGUSON-t választották. Már ezen a választáson elhatározták a résztvevők, hogy a soproni IAGA 2009 egyik magnetotellurikus szekcióját Ulrich SCHMUCKER emlékének szenteljük.

A 20. indukciós munkatalálkozó 2010-ben Egyiptomban, a 21. pedig (2012-ben) Ausztráliában lesz. (Tekintettel arra, hogy az IUGG 2007-ben Perugiában úgy döntött, hogy a 2011-es IUGG közgyűlést ugyancsak Ausztráliában tartja, „vigyázó szemetek” 2010-től — Párizs mellett — Ausztrália felé is érdemes vetni.)



A pekingi csoportkép egyik (a fénykép készítőjétől jobbra lévő) fele

MGB 2008 (Sezana, Szlovénia, 2008. november 7–8.)

„Magnetism, Geomagnetism, Biomagnetism” címmel hirdettek a szlovéniai Sezanában (Triesthez közel) két-napos nemzetközi konferenciát (www.uni-kras.si/mgb/). Ígéretesen széles volt a témakör, és a volt Jugoszlávia minden része képviseltette magát (Szlovénia, Horvátország, Makedónia mostanában alapítja mágneses obszervatóriumait). Noha a mi általunk odavitt problémára (a mágneses fázisátalakulás szerteágazó problematikájára) nem kaptunk kielégítő választ, az IAGA 2009 érdekében csakugyan fontos volt az ottani jelenlétünk.

AGU 2009 Év végi konferencia (Fall Meeting) (San Francisco, 2008. december 15–19.)

Oly híressé vált e tizenhatezer fős konferencia (www.agu.org/meetings/fm08/), hogy egyes eredményel (pl. a hawaii működő magkamra megfűrése, vagy a Nemzetközi Sarki Év eredményei) világszerte jelentős sajtónyilvánosságot kaptak. Az idén az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet — előadások mellett — szakmai kiállítással is megjelent a San Franciscó-i konferencián (IAGA 2009 LOC néven), hiszen az IAGA 2009 sikere döntő mértékben múlik az amerikaiak részvételi hajlandóságán. A kétségkívül világszerte AGU (amely taglétszámá-

nak 35%-át USA-n kívüli kutatók adják) folyamatosan keresi az együttműködést az egyéni tagságon alapuló többi regionális szervezettel (pl. az EGU-val és AOGS-sal; az utóbbi az ausztráliai-óceániai térség földtudományi egyesülete), és a nemzeti együttműködések alapulókkal (mint például az IUGG és IUGS), illetve azok taggyesületeivel (pl. IAGA). A 2009. évi IUGG-taggyesületi konferenciát valamilyen módon feltehetően az AGU is támogatni fogja. A nemzetközi bizottság szerint a globális problémák (a várható energia-, felszín alatti víz- és élelmiszerhiány, valamint a klímaváltozás) is sürgetik a nemzetközi tudományos közösség összefogását.

A kutatók egy jó része számára ugyanakkor az AGU év végi konferenciák jelenlegi rendszere olyannyira megfelel, hogy elegendőnek is látják az ezen való rendszeres szereplést. A „rest of the world” őket sajnos nemigen érdekli, és különböznek a globális problémákkal szemben is. Ezeket az amerikai és európai kutatókat semmi más nem érdekli, csakis a saját hivatkozási indexük növelése.



PRODÁN Tímea, Kis Árpád és LEMPERGER István (MTA GGKI) az AGU 2008 Fall Meeting soproni standjánál egy amerikai érdeklődővel

Összegzés

A nemzetközi konferenciák mással nem pótolható módon szolgálják a tudományos elmélyülést és a látókörbővítést. E fórumokon szülehetnek meg a nemzetközi földtudományi közösség várva várt állásfoglalásai is a Földév által előtérbe állított globális problémákról: a jövőben várható energia-, víz- és élelmiszerhiányról, és az ezekkel kapcsolatos földtudományi teendőkről. (Egyelőre az éghajlatváltozás uralja a médiát.)

A földtudományi közösség tagjai mindazonáltal túl soknak tartják a nemzetközi konferenciák számát: az egyéni tagsággal rendelkező egyesületek (EAGE, EGU) évente legalább egyet szerveznek, az AGU pedig kettőt is, az ún. Tavaszi (Spring) és Év végi (Fall) konferenciákat. A nemzeti együttműködésen alapuló egyesületek, bár csak kettő-négy évente szerveznek nagykonferenciát, de a különböző szintű-rangú összejöveteleik száma tudományterületenként itt is eléri az évenkénti egyet. És akkor még nem vettük figyelembe a kisebb nemzeti-regionális konferenciákat és a

minduntalan felbukkanó új kezdeményezéseket (az elektromágneses geofizika terén a Marine EM, a 3DEM stb.). A kutatók számára e mennyiség már akkor is elviselhetetlenül sok, ha anyagi korlátok nem lennének („dolgozunk vagy konferenciázunk” — mondják joggal). A konferenciázás persze elengedhetetlen, de kétségtelenül erősödik a tendencia, hogy évenként egy-kettőnél többet nem fog tudni elviselni a világ. A geofizikai egyesületi vezetők pedig egyenesen a fejüket fogják a nagykonferenciák helyszínválasztásának káoszát látva. (Gondoljunk arra, hogy 2011-ben az IUGG, 2012-ben az IUGS megy Ausztráliába.) Valamiféle

egyeztetés szükségességét mindenki látja. Egy efféle koordináció az AGU nemzetközi bizottságának kezdeményezésére már el is kezdődött. (Azt csak remélni tudjuk, hogy nem a gazdasági világválság lesz a vezérlő erő.)

Ami pedig az IAGA 2009-et illeti: Bécsben, Oslóban, Pekingben, Sezanában és San Franciscóban is meggyőződhettünk róla, hogy a tudományos közösség (eltekintve a befelé forduló amerikalaktól) valóban nagy várakozással tekint a soproni rendezvény elé. Már „csak” a világválság a kockázati tényező...

Szarka László

2008-AS W.B. AGOCS & E.B. AGOCS-DÍJ

Az Agocs-díj kuratóriumának egyhangú döntése alapján 2008-ban dr. HETÉNYI György, a zürichi Eidgenössische Technische Hochschule tudományos munkatársa és HEREIN Máttyás, az ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszékének doktori ösztöndíjasa érdemelte ki a díjat kiemelkedő PhD, illetve MSc dolgozata alapján. A kuratórium határozatát az alábbiakkal indokolja:

Dr. HETÉNYI György PhD dolgozatát *A himalájai orogén ék deformációjának fejlődése: a képkalkotástól a modellezésig* címmel készítette el, amelynek rövid összefoglalója:

A XIX. század végén a Himalája–Tibet régió nagyszabású földrajzi expedíciók, felfedezések helyszíne volt. Napjainkban a geofizika feladata, hogy a kontinentális kollízió klasszikus példáját mélységeiben is feltárja. Ebben a témakörben doktori értekezésében több nagyobb előrelépést is tett. Képkalkotási módszerekkel kimutatta, hogy az India lemez vízszintesen nyomul a Tibeti-fennsík déli fele alá, valamint hogy a kéreg részleges olvadása csak helyi és nem általános jellegű. Különböző fizikai folyamatok modellezése révén továbbá meghatározható az India lemez lehajlásának szerepe a Tibeti-fennsík fenntartásában, valamint a mélységi kőzetek átalakulásának feltételei, üteme. Összességében a doktori disszertáció alapvető elemeket szolgáltat a Himalája–Tibet régió szerkezetének és fejlődésének megértéséhez.

HEREIN Máttyás MSc dolgozatát *Termikus földköpeny-konvekció modellezése véges elemes módszerrel* címmel készítette el, amelynek rövid összefoglalója:

Különböző Rayleigh-számok mellett vizsgálta a modellgeometria áramlásra gyakorolt hatását. A hazai viszonylatban elsőként alkalmazott véges elemes numerikus módszer hatékony eszköznek bizonyult a nagy viszkozitású köpenyáramlás kétdimenziós modellezésében, Descartes-, henger-, valamint hengergyűrű-geometriák esetén. Eredményei egyértelműen igazolták, hogy az áramlásra jellemző fizikai paraméterek, úgymint áramlási sebesség, hőáram, átlaghőmérséklet, valamint a hőtranszport hatékonysága alapvetően függenek a modellgeometriától. Ugyanakkor kiemelendő, hogy a termikus határreteg elméletből következő összefüggések mindhárom modellgeometria esetén érvényesnek bizonyultak, azaz függetlennek tekinthetők a geometriától.



Dr. HUDECZ Ferenc professor, az Eötvös Loránd Tudományegyetem rektora átadja a díjat dr. HETÉNYI Györgynek, ill. ...



... HEREIN Máttyásnak

Kis Károly

Rendezvénynaptár

2009. április		
2009. április 2–5.	Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) XI. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferenciája	Máramarossziget, Románia
2009. április 19–24.	Közgyűlés, European Geosciences Union (www.copernicus.org/EGU/)	Bécs, Ausztria
2009. április 24.	A Magyar Geofizikusok Egyesületének évi közgyűlése	ELGI, Budapest
2009. április 27–29.	IOR 15: a másodlagos szénhidrogén-kitermelés 15. európai szimpóziuma (www.eage.org/event)	Párizs, Franciaország
2009. május		
2009. május 10–13.	„Geofizika válaszüton”: a Balkan Geophysical Society 5. kongresszusa (www.agserbia.com)	Belgrád, Szerbia
2009. június		
2009. június 8–11.	EAGE, 71. évi konferencia és műszerkiállítás (www.eage.org)	Amszterdam, Hollandia
2009. június 14–19.	SGEM-2009: 9. nemzetközi földtudományi konferencia	Albena, Bulgária
2009. augusztus		
2009. aug. 23–30.	IAGA kongresszus (www.ggki.hu)	GGKI, Sopron
2009. szeptember		
2009. szept. 7–9.	Near Surface 2009 — 15th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, EAGE – NSGD (www.eage.org)	Dublin, Írország
2009. szept. 24–26.	Az MFT és az MGE vándorgyűlése	Pécs, Akadémiai székház

MGE: Magyar Geofizikusok Egyesülete; GGKI: MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet, Sopron; EAGE: European Association of Geoscientists and Engineers; NSGD: EAGE Near Surface Geoscience Division; IAGA: International Association of Geomagnetism and Aeronomy

További részletek, referenciák a honlapról érhetők el (www.mageof.hu).

Kakas Kristóf

In Memoriam:

NAGY SÁNDOR

1916–2009



Halálával ismét egy alapító, és az egyesületünkben is jelentős szerepet vállaló tagtársunk távozott az élők sorából.

Életútját nyomon követve elmondhatjuk, hogy 1974-es nyugállományba vonulását követően is teljes életet élt az általa nagyon szeretett — népes — családja körében. Kedves időtöltése maradt nyugdíjas éveiben is a horgászat és a fiatal korában válogatott szinten űzött kedvenc sportja, a tenisz.

Az emberi lét véges hossza miatt azonban Sándor bátyánknak elsőként a horgásztól, majd évekkel később a tenisztől is búcsút kellett vennie.

Utolsó személyes találkozásom volt igazgatómmal, egyben szeretett főnökömmel 2007 nyarához fűződik, amikor BARÁTH István igazgatóhelyettesrel meglátogattuk a Nagy családot, hogy az ELGI-ben tervezés alatt álló múzeum számára a család által felajánlott, a kínai kiküldetés során kapott értékes relikviákat átvegyük. Az akkor már 90 éves igazgatón csak a több órás kellemes társalgás utolsó perceiben észleltünk fáradtságot.

A családdal tartott kapcsolatból nyomon követhettük igazgatónk egészségének és életerejének lassú és fokozatos gyengülését. Tudatom ugyan felfogta az emberi lét véges időtartamát, mégis nagyon megrendített kedves és szeretett feleségének, Magdikának telefonhívása, ahogy elcsukló hangon, sírva mondta, hogy Sándorka január 9-én a hajnalhoz közeli órában szép csendben eltávozott az élők sorából.

Curriculum vitae

NAGY Sándor olajipari tevékenységét megelőzően a MÁV központjában a mozdonytervezők osztályán dolgozott, műszaki beosztásban. Eredményes munkájára felügyelve hívták be az akkori Közlekedési Minisztériumba, ahol műszaki főtanácsosként a miniszter mellett dolgozott.

Amikor tudomására jutott, hogy 1950-ben a Gazdasági és Műszaki Akadémián ásványolajbányász szak oktatása indul a szénhidrogén-kutatás és -bányászat egyre növekvő szaklétszám-szükségletének biztosítása céljából, jelentkezett az új szakra, ahova felvételt nyert, és amelyet 1952-ben kitüntetéssel abszolvált.

NAGY Sándor az Akadémia elvégzése után a Maszolaj Rt. Geofizikai Vállalathoz igazolt, ahol 1953 májusában igazgatóhelyettesi beosztást kapott.

Egyesületünk megalakulását segítő, a Maszolaj Rt. igazgatója, A. A. CATURJÁN NAGY Sándor igazgatóhelyettes azzal bízta meg, hogy a vállalatnál lévő valamennyi szakembert (geofizikust, matematikust, technikust, fűró- és robbantómestert) léptesse be az alakuló egyesületbe, hogy az egyesület megalakításához szükséges létszám legyen. Az MGE 1954-es megalakulása a feladat elvégzését igazolja.

1954-ben döntő változások történtek a Maszolaj Rt. Geofizikai Vállalat életében. A szovjet vezetők — akik egyébként kiváló szakemberek voltak — májusban elhagyták Magyarországot. A vállalat élére NAGY Sándort állították, aki sikeresen teljesítette az az évre előírt feladatokat.

Még ebben az évben december elsejével több olajipari vállalat összevonásával megalakították a Kőolajkutató és Feltáró Vállalatot. NAGY Sándort nevezték ki a vállalat vezetőjének. Ebben a felállásban a geofizika pusztán osztályszervezetben működött.

Újabb vállalati összevonás 1957. január elsejével következett be. Ekkor alakult meg a Kőolajipari Tröszt, amely már az összes, szénhidrogénekhez kapcsolódó tevékenységet magába foglalta.

Az új szervezetben a felszíni geofizika Szeizmikus Kutatási Üzemként szerveződött újjá, NAGY Sándor vezetésével. A korábban nagyvállalatot vezető igazgató most ismerkedett meg a szeizmikusok sokkal kisebb családjával. Igazgatónk már az év kezdetén feltűnt, hogy az 1953-tól Sopronból és 1955-től Budapestről érkező geofizikusok közül nincs egyetlen terepi szeizmikus csoportvezető sem, sőt a központi kiértékelésben is többnyire matematikusok dolgoznak, akik korábban gravitációs kutatásoknál tevékenykedtek.

NAGY Sándor igazgató többször elbeszélgetett velünk fiatal geofizikusokkal. Felvetéseinket meghallgatva, TOLMÁR Gyula javaslatára, MOLNÁR Károly és VÁNDOR Béla geofizikusokat kinevezte a legnehezebb dunántúli területeken dolgozó szeizmikus csoportok vezetőivé.

Igazgatónk ez volt az a döntése, amely a vállalatnál dolgozó geofizikusok igazgatójukhoz való ragaszkodásukat Sándor bátyánk nyugdíjba vonulásáig, sőt a ma még élők haláláig megtartották.

1957 tavaszán NAGY Sándort a felső vezetés Kínába küldte, hogy átvegye az ottani kínai–magyar geofizikai expedíció vezetését. Ez az expedíció fedezte fel Kína mai napig legnagyobb — világviszonylatban is „super jumbo”-nak minősített — kőolajmezőjét.

1962-ben történő hazatérésének mi, geofizikusok örültünk a legjobban. Ekkor már a főmérnök helyetteseként, majd főmérnökként napi kapcsolatban voltam szeretett igazgatómmal. Mi, geofizikusok egyetértettünk azzal a javaslatával — amelyet kínai tapasztalatai alapján terjesztett elő —, hogy az üzem a gravitációs és geoelektromos méréseket is vegye fel mérési programjába, és az üzemeltetésükhöz szükséges központi osztályokat szervezze meg.

NAGY Sándor teljesítette azon kérésünket is, hogy a terepi csoportvezetők geofizikusok vagy legalább felsőfokú végzettségűek legyenek.

Nagy Sándor, mint alapító tag, az egyesületi munkába tevékenyen csak 5 éves kínai kiküldetése befejeztével kapcsolódott be.

1964–1967 között a szűk körű elnökség, 1967–1974 között az országos elnökség aktív tagja volt.

1965-ben az elnökség közgazdasági bizottság felállítását tartotta szükségesnek. A bizottság vezetésével — korábbi eredményes munkája ismeretében — NAGY Sándort bízta meg. A bizottság feladata volt annak vizsgálata, hogy a hatvanas évek közepéig alkalmazott szigorú tervutasításos rendszert felváltó ún. „új gazdasági mechanizmus” milyen változtatásokat hoz magával a különböző típusú geofizikai kutatásoknál. A bizottság munkájának eredményeként az újra való átállás különösebb zökkenők nélkül került bevezetésre, köszönhetően NAGY Sándor munkájának. Elnökségi tagként az üzem munkájáról évente beszámolt az egyesület elnökségének, több elnökségi ülés házigazdája NAGY Sándor volt.

Igazgatónk nemcsak felismerte az angol nyelv elsajátításának szükségességét, hanem kérésünkre a tanuláshoz a vállalaton belüli lehetőségeket is megteremtette. A nyelv ismerete megkönnyítette a nyugaton elterjedt technikák hazai alkalmazásba vételét.

A külföldi nyelvek ismeretében a 60-as évek közepén vezethettük be az analóg, majd a 70-es évek elején a digitális technikát is. A sikeres bevezetést az angol nyelv ismerete mellett az is elősegítette, hogy NAGY Sándor igazgató engedélyezte MESKÓ Attila 1966-tól üzemünknel történő foglalkoztatását. A sikeres bevezetésben és a technika továbbfejlesztésében MESKÓ Attilának döntő érdemei voltak. Ezekkel a fejlesztésekkel készítettük elő az olajipar 2. „aranykorát”.

Kedves Igazgatónk, szeretett Sándor Bátyánk! Nemcsak az akkori és még élő szakemberek nevében mondok Neked hálás köszönetet, hanem a ma aktív kutatók nevében is, hisz baráti összejöveteleken egy-egy pohár bor vagy sör fogyasztása közben mindig előtérbe kerülnek a múlt emlékei.

Mors certa, hora incerta. Ez a lipcsei toronyóra felirata. Hát igen: a halál biztos, az órája bizonytalan. Azaz, egyszer mindannyian meghalunk és remélhetőleg találkozunk is az örök és végtelen vadászmezőkön. Reménykedem, hogy majdani találkozásunkkor ott fenn ugyanolyan kitűnő halászlével és remek túrós csuszával fogsz várni, amilyenekkel tihanyi bungalódban fogadni szoktál.

Búcsúzom Tőled. Nyugodj békében!

Molnár Károly

SZILÁGYI LAJOS

1944–2008

Türelemmel viselt súlyos betegségben 2008. december 16-án elhunyt SZILÁGYI Lajos, a Geofizikai Szolgáltató Kft. főgeofizikusa.

1944. január 16-án született Szegeden. Általános és középiskolai tanulmányait Szentesen folytatta. Középiskolai fizikatanára biztatására jelentkezett az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karára, ahol geofizikusként végzett 1967-ben. Június 29-én állt munkába az akkori Szeizmikus Kutatási Üzemben. Nem volt számára ismeretlen az üzem tevékenysége, no meg az életforma sem, ami a terepi élettel együtt járt, hiszen már középiskolás korában diákként is dolgozott a Szentes határában működött csoportnál. Az itt eltöltött hetek erősítették meg abban, hogy geofizikus szeretne lenni — tudtuk meg tőle, amikor nyugdíjba vonult.

Előbb mint kiértékelő volt, majd terepi csoportvezetőként látta el feladatát, és mélyíthette elméleti felkészültségét a gyakorlat tapasztalataival. Közel 25 éven keresztül irányította közvetlenül a terepi csoportok munkáját, több sikeres szénhidrogénmező feltárását megalapozva ezzel. Tudását és gyakorlati tapasztalatát nemcsak a hazai kutatásban, hanem a több külföldi expedícióban való részvétele és előkészítése során is bizonyította: Irak, a határ menti együttműködés keretében Jugoszlávia, majd Tunézia, Szlovákia és Horvátország. 1992-től műszaki osztályvezető, 1995-től kutatási és műszaki igazgatóhelyettesként szolgált a geofizikát. Meghatározó szerepet töltött be a 3D szeizmikus terepi adatgyűjtés hazai meghonosításában, tevékenyen részt vett az első 3D mérések kivitelezésében, amely mérési módszert 1990-től folyamatosan alkalmazuk. Tanulmányaiban a szeizmikus adatgyűjtés alapvető elemével, az impulzuskeltéssel foglalkozott. Kísérletet folytatott a robbantásos jelgerjesztés módszertana területén a robbantási mélység és a töltetnagyság optimalizálására vonatkozóan. Nagy kihívásnak tekintette az ún. Hortobágyi néma zóna megismerését is.

Az előrehaladást, a fejlődést képviselte mindennapi munkája során. Nem a karriervágy vezérelte. Tudott nemet mondani, ha nem tudott azonosulni a problémával, vagy annak megoldásával, még akkor is, ha az személyes hátrányt jelentett számára. A hosszú távú célok elérését mindig fontosabbnak tartotta a rövid távú sikereknél. Megnyilvánult ez abban is, hogy gondolatai mindig a társaság szá-



mára legjobb megoldás megtalálása körül jártak, amit aztán 2–3 rövid, de lényegre törő mondatral osztott meg munkatársaival. Szakmaiságában és munkatársi kapcsolataiban az őszinteség és az egyenesség jellemezte. Számára munkatársai sikere legalább olyan fontos volt, mint személyes előrehaladása. Bizott munkatársaiban. Mindig akkor és olyan információt osztott meg, ami a leghatékonyabban segítette őket az aktuális feladat teljesítésében. Akinek nem adatott meg, hogy közelebről megismerje, az úgy emlékezhet rá, mint egy állandóan töprengő, szűkszavú emberre. Ez a külső viszont nemes emberi belsőt, a környezetéhez, feladataihoz megfelelő alázatot tanúsító embert rejtett.



Az első Sercel 428 XL műszer beszerzés szerződésének aláírása 2006 márciusában

Betegségén sem tudott megváltozni. Bármikor beszélünk vele, fontosabb volt számára a „Mi újság a bányában?” kérdést feltenni, mint önmagáról bármit is mondani. A kérdést nem teheted többet fel, de nekünk kötelességünk azt továbbra is megválaszolni, hiszen szellemiséged velünk marad!

Isten áldjon, nyugodjál békében!

Kaszás László

A 49. évfolyamban közölt szakkikkek lektorainak névsora ABC szerint:

BODOKY Tamás
GYULAI Ákos
KIS Károly
KIS Márta
KISS János
KOVÁCS Péter
MÁRTON Péter
PATTANTYÚS-Á. Miklós
SZARKA László
VERŐ József
ZILAHÍ-SEBESS László ifj.

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztő: Tóth Lajos, tel.: (1) 252 4999/142, e-mail: tothl@elgi.hu

Szerkesztőbizottság: dr. Aczél Etelka, dr. Ferenczy László, Hegybíró Zsuzsanna, Kakas Kristóf,
dr. Ormos Tamás, dr. Szarka László, Verő László

A szerkesztőség címe: Budapest, II., Fő u. 68. (1371 Budapest, Pf. 433)

Telefon: (1) 201 9815
