

Tisztelt Kollégák!	221
MGE	
A Szövetségi Tanács január 17-i ülése — Geofizikai szakmai továbbképzés — Tisztségviselőink bemutatása II.	223
EAGE	
Az EAGE Geofizikai Részlege Végrehajtó Bizottságának ülése	226
SZAKCIKKEK	
Feszültségtér történet meghatározása szeizmikus szelvényeken azonosított többfázisú tektonizmus alapján, a Szolnoki flis öv nyugati peremén <i>D. Lőrincz Katalin</i>	228
Mérnökgeofizikai szondázási adatok értelmezése statisztikai módszerekkel <i>Ocsenás Péter</i>	247
P-SV hullámok diszperziós relációja és elmozdulásfüggvényei lassan változó rétegvastagságú hullámvezetőben <i>Fancsik Tamás</i>	273
HÍREK, BESZÁMOLÓK	
Kőolaj- és Földgázbányászati Kommunikáció '96 anket — 66. SEG konferencia — Beszámoló a Central European Profile előkészítő megbeszéléséről — Fotókiállítás Mongóliáról az ELGI-ben — Látogatás a Paksi Atomerőműben — Everest-show az ELGI-ben	278
In Memoriam	
Stegena Lajos.....	290
Kaszner Ernesztin.....	293
Bartos István.....	294

37. évfolyam 4. szám



1996

CONTENTS

Foreword of the Editors.....	221
MGE (Association of Hungarian Geophysicists)	
News.....	223
EAGE (European Association of Geoscientists & Engineers)	226
Geophysical Papers	
Determination of stress-field history on the basis of multiphase tectonism identified in the seismic profiles, in the Western part of the Szolnok flysch belt <i>K. D. Lőrincz</i>	228
Interpretation of engineering geophysical sounding data with the help of statistical methods <i>P. Ocsenás</i>	247
Dispersions and displace functions of P-SV waves propagating in channel with variable thickness <i>T. Fancsik</i>	273
News and Reports	278
In Memoriam	
Lajos Stegena.....	290
Ernesztin Kaszner.....	293
István Bartos.....	294

A lapban megjelenő cikkek adatainak és állításainak helyességéért, illetve közölhetőségéért a felelősséget kizárólag a szerzők viselik.

MAGYAR GEOFIZIKA

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



Előfizethető a Magyar Geofizikusok Egyesületénél 1371 Budapest, Pf. 433, telefon: 201-9815
Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében. Megjelenik évente négyszer.

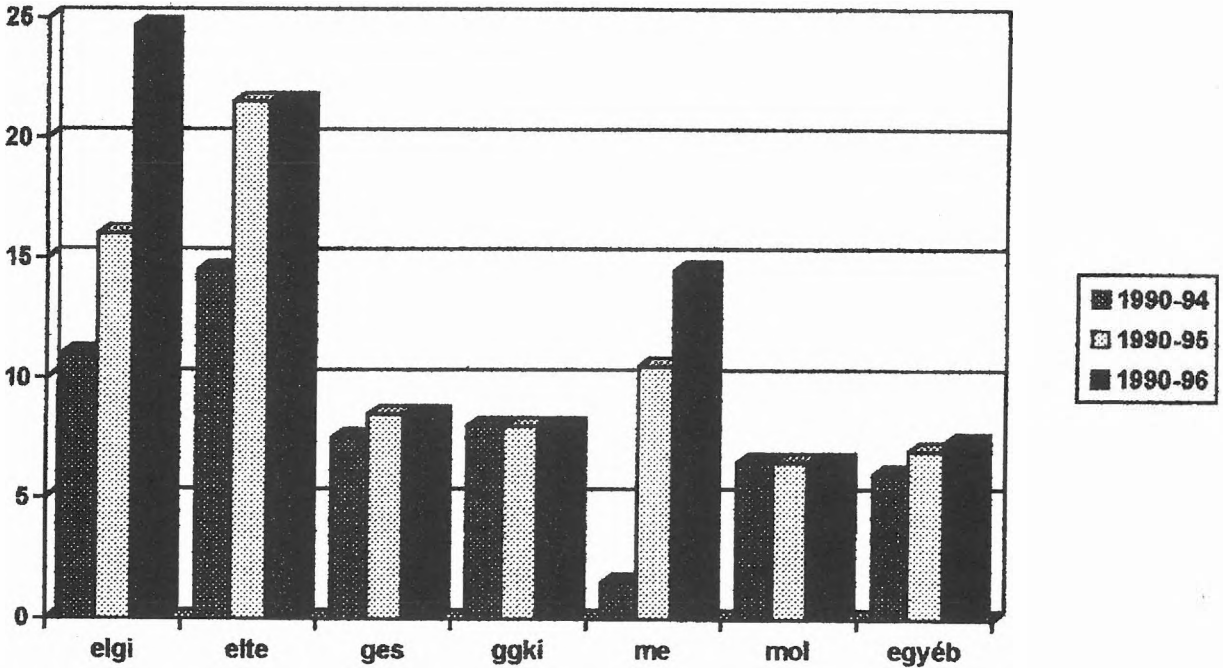
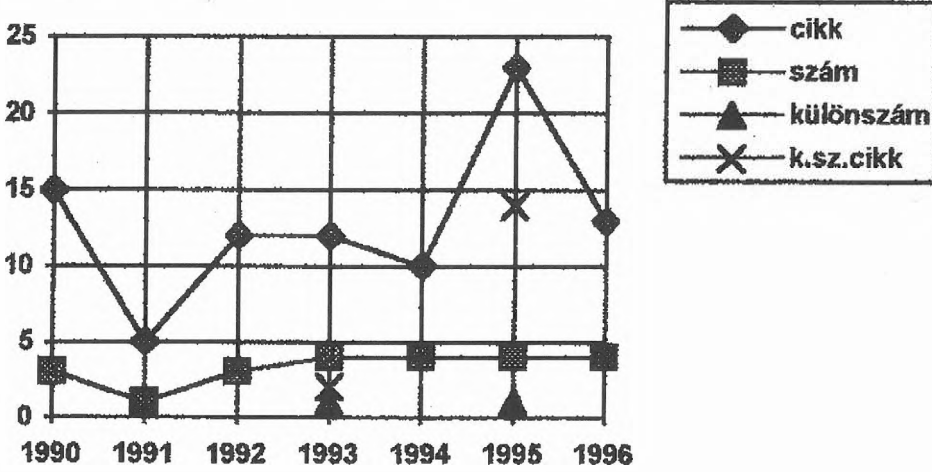
Index: 26 507

Tisztelt Kollégák !

ÉVZÁRÓ STATISZTIKA

Az 1994. évi 4. szám évzáró statisztikájával a szakcikkek csökkenő számára akartuk felhívni a figyelmet, de ez a szám nagy örömkre 1995-ben ismét jelentősen emelkedett. Sajnos a javulás csak átmenetinek bizonyult és a rendkívül jó 1995-ös év

után, amikor a 23 szakcikk mellett még egy 14 cikket tartalmazó OTKA-különszám is megjelent, 1996-ban erős visszaesés következett. Ebben az évben összesen 13 publikálható szakcikket kaptunk, amint ezt 1. diagramunk bemutatja.



Még kedvezőtlenebb a kép, ha azt vizsgáljuk, hogy kik is írták 1996-ban a szakcikket (ez a diagram az OTKA-különszám téma-összefoglalót nem tartalmazza).

Tisztelt Kollégák, nem akarom elemezni az adatokat, a diagramok végül is önmagukért beszélnek, mindenki saját belátása szerint értelmezheti őket.

Bodoky Tamás

MEA CULPA,

Mea maxima culpa ...

1996. évi 3. számunkban jelent meg KÉSMÁRKY István tollából egy geofizikai szakmai továbbképzésre vonatkozó felhívás. Bár az egyik megírta, a második elolvasta, a harmadik lektorálta, a negyedik a lektort lektorálta, végül mégiscsak ott maradt a 140. oldal felső részén, az első gondolatjelnél egy ide sehogysé illő angol mondattörredék (*Appeal to different ... and offer*), és hogy feltűnőbb legyen, dőlt betűkkel. Kérem a Tisztelt Olvasót, hogy ezt a mondattörredéket felejtse el.

És ezúttal a nyomda is mindent elkövetett, hogy „kulpázni” kelljen. A közép-európai geofizikai

egyesületek vezetőinek első találkozójáról szóló beszámolóban, a 130. oldalon rejtvénykedvelő Olvasóink törhették a fejüket, hogy ha egyszer a kép aláírásában a résztvevők balról jobbra (a szokásos módon) vannak felsorolva, akkor a képen miért jobbról balra ülnek? Pedig még az utolsó korrektúrában is mindenki a „helyén” ült. A nyomda ekkor gondolt egyet, és a képet áttükörözte. (Persze az asztalokon levő szövegek egyike se olvasható, mert akkor rögtön kiderült volna a dolog.)

Szerény adalékunk ehhez: TÁBORSZKI Gyula nem a MOL Rt., hanem a GES Kft. munkatársa.

Tóth Lajos

TAGOK LETTÜNK A MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLETBEN



Tájékoztatjuk Egyesületünk tagját, hogy a Magyar Geofizikusok Egyesülete tagja lett a *Magyar Szabványügyi Testületnek*. Egyesületünket a Szabványügyi Testületben RENNER János kép-

viseli. A Magyar Szabványügyi Testület hivatalos lapja a *Szabványügyi Közöny*, amely a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet könyvtárában tagtársaink rendelkezésére áll.

Renner János

A SZÖVETSÉGI TANÁCS JANUÁR 17-I ÜLÉSE

Az újraválasztott MTESZ-elnök, HAVASS Miklós nyitotta meg az ülést, amelynek napirendjén három téma szerepelt: a MTESZ 1997. évi gazdálkodási terve, beszámoló az 1996. december 6. óta történt fontosabb eseményekről és a szokásos egyebek.

Mint az várható volt, az első pont váltotta ki a legnagyobb érdeklődést. HAVASS Miklós szerint a MTESZ gazdasági helyzete stabil, de nem könnyű. Ezt jelzi, hogy 1996 zárása is valószínűleg nullszaldós lesz, de év közben voltak likviditási problémák és jellemző, hogy lényeges területi különbségek vannak a gazdálkodásban. Eredmény, hogy már az év elején van gazdálkodási terv, amely egyrészt a Szövetségi Tanács 1995. novemberi határozatán, másrészt bizonyos gazdasági érzéseken, tendenciákon alapul. A terv még változhat, hiszen már most is vannak lényeges változások, például a költségvetési támogatás növekedése miatt nem 15,4, hanem 17 millió forint lesz az egyesületek által megpályázható összeg (ugyanígy nő a technika házaknak, a területi szervezeteknek szánt támogatás is). Vannak persze más források is, például a Művelődési és Köznevelési Minisztérium pályázata, vagy az energia racionalizálási projekt. A technika házak tulajdoni kérdései változatlanul tisztázatlanok, mert a pártszékházakkal való összekapcsolás miatt a parlament nem döntött. BAKSA István, a Gazdasági Bizottság elnöke fűzött kiegészítő megjegyzéseket az ismertetéshez, majd az Ellenőrzési Bizottság elnöke elfogadásra javasolta a tervet.

A vita során főleg a pesti és budai konferencia központokban fizetendő „mozgó tagdíj” mértéke, illetve jelentős emelése, a költségvetési támogatás szétosztása és folyósítása került szóba. Végül is a Szövetségi Tanács négy tartózkodással elfogadta a tervet és köszönetet szavazott meg azoknak, akik lobbizással elérték a költségvetési támogatás növelését és a tervet elkészítették.

Az egyebek között ismét akadt egy fontos kérdés is, mégpedig az „1%-os” törvénnyel kapcsolatos teendők. Tagtársaink minden bizonnal ezen lap-szám megjelenése előtt megkapják azt a levelet, amely részben az itt elhangzottak alapján született. De az is elhangzott, hogy a kamarák megalakulása ellenére bizonyos szakértői tevékenységek szabályozása az egyesületeknél maradhat, ennek érdekében mi is lépéseket teszünk. A MTESZ fel fogja mérni az egyesületek ifjúsági tevékenységét, FAZAKAS Szabolcs, az IKIM vezetője látogatást fog tenni a MTESZ-ben, megalakult a Képzési Tanács (ebbe ugyan javasolhatnánk tagot, de nincs sok büszkélkedni valónk oktatási tevékenységünkkel), jövőre lesz 50 éves a MTESZ, ezt meg kell ünnepelni, végül HAVASS Miklós találkozót tervez az egyesületek elnökeivel (nem könnyű feladat, már 43 tagegyesület van): dióhéjban ezek voltak az egyebek.

Az ülés előtt megküldött írásos anyag, például az események leírása, most is megtalálható a Titkárságon.

Verő László

FELHÍVÁS

A kerekegyházi geofizikus-geológus Vándorgyűléssel egyidőben tartott, a környező országok geofizikai egyesületeinek elnökei számára szervezett

találkozó egyik ajánlásaként ismételten közreadjuk az alábbi felhívást:

Számottevő igény van különböző vállalatok, intézmények és egyének részéről a megfizethető árú (általában 3—5 napos) szakmai továbbképzésekre. A szerényebb elhelyezési és szállásköltségek, a kisebb utazási távolságok olyan előnyök, melyek egy tanfolyam költségeit az erre szakosodott cégek árainál alacsonyabbá tehetik. A tanfolyamok ajánlott nyelve angol. Előadók a szakmai egyesületük előzetes ajánlása alapján pályázhatnak tanfolyam tartására.

Mind a jövőbeli lehetséges előadóktól, mind a továbbképzések iránt érdeklődő lehetséges hallgatóktól kérjük az alábbi ajánlatokat:

- Kérjük a különféle geofizikus szakértők ajánlatait, akik vállalnák 3—5 napos tanfolyamok kidolgozását és megtartását olyan közérdeklődésre számot tartó témákban, melyek a geofizika élvonalát képviselik. Az előadások szakmai színvonalára és a hallgatók számára kiosztandó írásos segédanyagok és gyakorlati példák jó kidolgozására az előadónak nagy figyelmet kell szentelnie.

- Kérjük a továbbképzések iránt érdeklődő szélesebb szakmai közösségek tagjait (különféle geofizikus egyesületeket, vállalatokat, intézményeket és magánszemélyeket), hogy ajánljanak szakmai továbbképzésekre megfelelőnek, korszerűnek, érdekesnek tartott témákat.

A tanfolyamok megszervezési joga általában az előadó anyaegyesületét illeti, de ez a jog átadható más egyesületnek is. A tanfolyamokat „non-profit”, vagy „szerény profit” alapon kellene megszervezni. Az előadókat megilleti a tiszteletdíj és a költségtérítés.

Az előadói ajánlatokat és a hallgatói témaajánlatokat Miroslav STARCEVIĆ úr címére kérjük küldeni, aki vállalta az erőfeszítések koordinálását. Címe:

prof. Miroslav STARCEVIĆ
Society of Geophysical Exploration
Kneza Milosa 7, 11000 Belgrade, YU
tel.: (381-11)345 972
fax: (381-11)335 539
E-mail: estarcem@ubbg.etf.bg.ac.yu

Késmárky István

TISZTSÉGVISELŐINK BEMUTATÁSA II.

A Magyar Geofizika 1996. évi második számában ígértük, hogy folytatjuk az új tisztségviselők bemutatását. Eme ígéretünknek ezúton teszünk eleget.

JESCH Aladár, a Jelölő Bizottság elnöke



A Budapesti József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerzett gépészmérnöki oklevelet. Nyugdíjas, korábban a mélyfúrás geofizika fejlesztésében töltött be irányító szerepet. Számos egyesületi tisztsége volt (területi csoportok vezetése, Tudománytörténeti Bizottság, elnökség tagja, SPWLA Budapest Chapter elnöke).

Telefon: (93) 313 140/71215

Fax: (93) 310 232

SZARKA László, a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságának elnöke



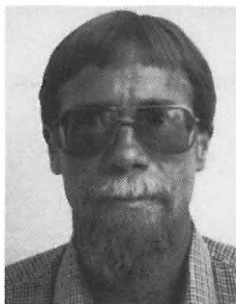
Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán végzett, az MTA GGKI tudományos fősztályvezetője. Szakterülete a tudományos kutatás. Volt a Soproni Csoport titkára és az MGE elnöke, alelnöke.

Telefon: (99) 314 290

Fax: (99) 313 267

E-mail: szarka@ggki.hu

PATTANTYÚS-Á. Miklós, a Mérnökgeofizikai Bizottság elnöke



A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán szerzett diplomát. Az ELGI-ben dolgozik. Szakterülete a sekélygeofizikai kutatás, elsősorban a földradar. Az MGE mellett tagja a Mérnök Egyletnek és az Environmental and Engineering Geophysical Society-nek.

Telefon: (1) 252 4999

Fax: (1) 363 7256

E-mail: h6123@ella.hu

LABÓCZKI Enid, az Ifjúsági Bizottság elnöke



A Nehézipari Műszaki Egyetemen végzett geofizikus mérnökként, majd környezetvédelmi szakmérnöki és közgazdász végzettséget is szerzett. A MOL Rt. Külföldi Kutatás-Termelési Üzletágában dolgozik, feladata a tervezés és gazdálkodás.

Telefon: (1) 464 1814

Fax: (1) 464 4678

MÁRTON Péter, a Tudományos és Oktatási Bizottság elnöke



Az ELTE Természettudományi Karán végzett, okleveles geofizikus. Az ELTE Geofizikai Tanszékének egyetemi tanára. Korábban az Általános Geofizikai Szakosztálynak volt elnöke.

Telefon/fax: (1) 210 1089

E-mail: marton@ludens.elte.hu

REZESSY Géza, a Szavazatszámoló Bizottság elnöke



Az ELTE Természettudományi Karán végzett, okleveles geofizikus. A Magyar Geológiai Szolgálat Szakhatósági Főosztályán dolgozik mint főosztályvezető, a földtani szakhatósági eljárások irányítója.

Telefon: (1) 267 1433

Fax: (1) 251 1759

E-mail: rezessy@vax.mafi.hu

ACZÉL Etelka, a Szeniorok Bizottságának elnöke



Az ELTE Természettudományi Karán végzett, okleveles geofizikus. Nyugdíjas, korábban az ELGI-ben dolgozott. Volt az Általános Geofizikai Szakosztály titkára és elnöke, az elnökség tagja. Jelenleg is részt vesz a Magyar Geofizika szerkesztőbizottságában, a Magyar Geofizikusokért Alapítvány kuratóriumának tagja.

Telefon: (1) 252 4999

Fax: (1) 363 7256

Verő László

EAGE

AZ EAGE GEOFIZIKAI RÉSZLEGE VÉGREHAJTÓ BIZOTTSÁGÁNAK ÜLÉSE

A másfél napos ülésre november 27–28-án került sor Zeistben (Hollandia), az EAGE hivatalában. Az ülésen részt vett Markku PELTONIEMI elnök (finn), Dominique CHAPPELLIER alelnök (svájci), Derek MARCH (angol), aki a kiadványokért, Pavel MIŠEK (cseh), aki a pénzügyekért és VERŐ László, aki a konferencia program összeállításáért felelős. Gian Piero ANGELERI (olasz) alelnök kimentését kérte.

A napirend a következő volt:

1. Megnyitás
2. Új tisztségviselők 1997–98-ra
 - 2.1. Alelnök
 - 2.2. A kiadványokért felelős személy
3. A Geofizikai Részleg tevékenysége 1997-ben és utána
 - 3.1. Konferenciák, szimpóziumok és egyebek
 - MT szimpózium Budapesten, 1997. október
 - Szimpózium Moszkvában, az SEG-vel közösen, 1997. szeptember 15–18.
 - Geofizikai szimpózium Albániában, 1997. május 5–7.
 - Közös rendezvény az SEG-vel Isztambulban, 1997. július 7–10.
 - Szentpétervári bányageofizikai szimpózium, 1998. június 22–25.
 - GEOTEX konferencia Bukarestben, 1998. augusztus–szeptember
 - Krakkói kelet–nyugat találkozó, 1998. szeptember 14–17.
 - EAGE Geofizikai Részleg téli szimpóziuma, 1998
 - 3.2. Projekt javaslatok
 - Az EK elektromágneses kompatibilitási előírása
 - A Geophysical Prospecting CD-ROM változata
 - Az EAGE WWW honlapjának karbantartása

- Egyéb projekt javaslatok
 - 3.3. Egyéb tevékenységek
 - 3.4. Költségvetés javaslat
4. Szakmai programok, EAGE-konferenciák, helyzetjelentés
 - 4.1. Genf, 1997
 - 4.2. Lipcse, 1998
 - 4.3. Helsinki, 1999
 5. Beszámolók konferenciákról
 - 5.1. Balkáni geofizikai konferencia, 1996. szeptember 23–27.
 - 5.2. Velencei EAGE téli szimpózium, 1996. október 27–30.
 - 5.3. Az SEG denveri konferenciája, 1996. november 10–15.
 6. Az EAGE Elnökségének határozatai és tenni-valók
 - 6.1. Munkamegbeszélés Karlsruheban, 1997. február 3–5.
 - 6.2. Az EAGE és az SEG jövőbeni együttműködése
 - 6.3. Tanfolyamok és az évi konferenciák
 - 6.4. A kitüntetések odaítélésének szempontjai
 7. Egyéb ügyek

Tisztában vagyok azzal, hogy kevés unalmasabb dolog van egy napirendnél, főként ha az ott elhangzottakról nem illik részletesebben beszélni. Egyszer azonban talán érdemes megismernedni azzal szélesebb körben is, hogyan működik egy nagy nemzetközi szervezet, milyen kérdéseket tárgyal meg, mi-
ben kell döntenie, vagy legalábbis javaslatot tennie az Elnökségnek. Néhány általános érvényű következtetést is le lehet azonban vonni:

 - nem könnyű feladat tisztségviselőket találni, hiába az egész Európára kiterjedő tagság (tisztségviselőként elsősorban európai tagok jöhetnek szóba);
 - igen nehéz megfelelő időpontot találni egy-egy rendezvény számára. Az EAGE május-júniusi és az SEG novemberi konferenciája a két biztos

- pont, minden más rendezvényt ehhez kell igazítani. 1997-ben a moszkvai szimpózium részben ütközni fog a torontoi Exploration '97-tel;
- bonyolult feladat az SEG-vel közösen támogatni egy rendezvényt. Hiába áll rendelkezésre a hírközlés minden eszköze, célszerűbbnek látszik a feladatokat előre megosztani;
 - a kelet-európai országokban rendezett nemzeti vagy nemzetközi találkozókhoz sokszor irreálisan nagy támogatást szeretnének kapni a szervezők, ugyanakkor nem világos, mennyiben se-

gítik ezek az események az európai szervezet céljainak megvalósítását.

Az EAGE mindkét részlege számára a következő fontos esemény a februári munkaülés lesz, amikor megtörténik a genfi konferenciára beküldött előadásokból az elfogadhatók kiválogatása, majd a program összeállítása. A novemberi ülés következményeiről az EAGE-tagok, a februári döntésekről pedig az érdekeltek, az előadást beküldők fognak értesülni.

Verő László

Feszültségtér történet meghatározása szeizmikus szelvényeken azonosított többfázisú tektonizmus alapján, a Szolnoki flis öv nyugati peremén¹

D. LŐRINCZ KATALIN²

A kutatási terület helyzeténél és részletes szeizmikus megkutatottságánál fogva alkalmas arra, hogy korok szerinti bontásban meghatározzuk az itt megnyilvánuló tektonikai eseményeket és azok jellegének, nagyságának és irányának ismeretében visszakövetkeztessünk az azokat kialakító feszültségterekre. A terület elhelyezkedése szerkezet-földtani vizsgálat szempontjából azért nagyon kedvező, mert egyrészt két különböző eredetű nagyszerkezeti egység határán fekszik (Észak-pannon és Tisza egységek), másrészt pedig két különböző korú medence egymásra rakódása jellemzi (Szolnoki flis árok és a Pannon-medence). A korábban különálló két kutatási terület (Szolnok és Tiszaföldvár) egyesített szerkezeti és szekvencia sztratigráfiai értelmezési eredményei kiterjeszthetők a tágabb környezetre és összefüggésbe hozhatók azokkal a lemeztektonikai eseményekkel, amelyek a Kárpáti koszorú kialakulása során játszódtak le.

Az integrált értelmezés a gravitációs és mágneses anomália térképek vizsgálatán, a különböző behatolási mélységű (mély, normál és sekély) szeizmikus szelvények hálózatán és a területen található mélyfúrások összefoglaló rétegsor adatainak és karotázs görbéinek együttes tanulmányozásán alapszik.

A részletes tektonikai analízis során hét tektonikai fázist azonosítottunk és meghatároztuk azok korát, jellegét, nagyságát és irányát. Vizsgáltuk az egyes fázisok egymáshoz való viszonyát, amelyeket legszemléletesebben a mélyszeizmikus szelvény tükröz. A tektonikai fázisok nagy része kapcsolatba hozható az előzőek valamelyikével, de vannak független események is. Az egyes fázisokhoz általunk rendelt feszültségterek történetének alapvető jellemzői a következők:

A maximális és minimális főfeszültségek valamelyike — három tektonikai fázis kivételével — függőleges (normál vetőket és feltolódásokat okozva). A maradék három fázisban viszont mindkét főfeszültség vízszintes irányú, oldal-eltolódásos folyamatokat kialakítva.

Ha a főfeszültségek vízszintes síkban történő forgását tekintjük (hiszen minden fázisban legalább az egyik főfeszültség vízszintes irányú), akkor a következő jellegzetességeket figyelhetjük meg:

A maximális főfeszültség a mezozoos takaró képződés során jellemző északnyugati iránytól az óramutató járása szerinti irányban forgott a kvarterben elért északkeleti irányú pozíciójáig. A minimális főfeszültség megelőzte 90 fokkal a maximális főfeszültséget és északkelet felől délkeletig forgott el ugyanebben az időszakban. A főfeszültségek vízszintes síkbeli mozgása alátámasztja a Szolnoki flis árok és az azt követő Pannon-medence fejlődéstörténetét okozó folyamatokat. A Kárpáti ív mentén ugyanis északnyugat felől a délkeleti csücsökig az óramutató járásának megfelelő irányú szubdukció zajlott le az alsó miocéntől a pliocén-kvarterig. A kompresszió okát a délről észak felé nyomuló Adriatisz tüske képezte. A maximális főfeszültség abban az irányban tudott kialakulni, amelyben már ellentétes irányból volt lehetőség megtámasztásra, tehát ahol már befejeződött a szubdukció. A maximális főfeszültséget az óramutató járása szerint 90 fokkal megelőző minimális főfeszültség forgása ugyanezzel magyarázható. A minimális főfeszültség iránya ugyanis nem más, mint a legnagyobb lehetséges tágulási irány, amely természetesen a megtámasztásra merőleges és a Kárpáti ív mentén az éppen még nem szubdukálódott rész felé mutat.

K. D. LŐRINCZ: Determination of stress-field history on the basis of multiphase tectonism identified in the seismic profiles, in the Western part of the Szolnok flysch belt

The studied area is located at the boundary of two megatectonic units of different origin (North Pannonian and Tisza), along the Mid-Hungarian Line. In this zone two basins of different age are superimposed: the Szolnok flysch trough and the Pannonian basin. The first was filled up during the Upper Cretaceous-Paleogene, while the development of the other one started in the Middle Miocene time, and it still continues. Since the studied area occupies a key position in the Carpathian-Pannonian region the results of our analysis can contribute to its more detailed description.

The exploration area shows typical characteristics of the multiphase tectonism. Seven tectonic phases can be distinguished on the basis of integrated interpretation of seismic profiles of different penetrating depth (deep, normal, and shallow) and borehole data taking into consideration the gravity and magnetic maps, too. A detailed structural analysis supported by sequence stratigraphic interpretation of seismic and well-log data of the Pannonian sediments was carried out.

¹ Beérkezett: 1997. február 4-én

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

We determined the main attributes (age, character, size and direction) of the identified seven tectonic phases. Besides, we analysed the relation between phases, which can most clearly be observed in the deep seismic profile. Some phases are the rejuvenation of earlier activities (generally in smaller scale and opposite direction) and others are independent of the older movements. The attributes of tectonic phases contributed to determine the stress field of the different geological ages.

The following primary characters of the stress field history can be found:

One of the maximum and minimum principal stresses — except for three tectonic phases — is vertical, causing normal and reverse faults. However, both principal stresses of the further three phases are horizontal, forming strike-slip movements. Observing the horizontal rotation of the principal stresses we can draw the conclusion that the maximum principal stress shows a right angle clockwise rotation from NW to NE during the Neogene and the minimum principal stress also rotates in this way, but it moves from NE to SE in the same period. Therefore the rotation of the minimum principal stress precedes the maximum principal stress with a right angle. The horizontal rotation of the principal stresses is related to the processes, which formed the Szolnok flysch trough and the Pannonian basin. This process was generated by the subduction along the Carpathian arc which underwent a clockwise rotation during the Neogene. The cause of the compression was the collision of the Adriatic plate with the microplates in the Carpathian-Pannonian area. The compression namely the maximum principal stress could occur in that direction, where the subduction zone had become inactivated and had served as a support from the opposite direction. The minimum compressive stress is obviously perpendicular to the maximum one, and it shows the possible direction of expansion, where subduction has not yet terminated. Since the rotation of both principal stresses is linked with the subduction, it is understandable why their rotation is in the same direction as each other and as the subduction.

1. Bevezetés

A Szolnok és Tiszaföldvár környéki kutatási területek szeizmikus szelvényein történt szekvencia sztratigráfiai és tektonikai vizsgálatok eredményeiről már korábban többször beszámoltunk [D. LŐRINCZ, SZABÓ 1992, D. LŐRINCZ, SZABÓ 1993, KISS-PARCIU et al. 1995]. Akkor a két különálló részterületen a szerkezetföldtani vizsgálatok elvégzésével a tényfeltárásig jutottunk el, vagyis meghatároztuk a szeizmikus szelvényeken jól azonosítható tektonikai fázisok korát és jellegét, és térképeztünk néhány szeizmikus szekvencia határt. Jelenlegi eredményeink a következőkben térnek el alapvetően az eddig ismertektől:

1. A két szomszédos kutatási területet egyesítettük, a térképeket a közös területről készítettük el.
2. Rendszerbe foglaltuk a tektonikai fázisokat koruk, jellegük, nagyságuk és irányuk feltüntetésével.
3. Az egyes korokban megnyilvánuló tektonikai fázisok jellemzői alapján (jelleg, nagyság és irány) visszakövetkeztettünk az azokat kialakító feszültségterekre, meghatározva ezáltal a terület fejlődéstörténetét.
4. Az így kialakított feszültségtér történetét analizáltuk és kapcsolatot találtunk a Kárpáti ív mentén ismereteink szerint végbement lemeztektonikai folyamatokkal.

Az integrált értelmezés a gravitációs és mágneses anomália térképek vizsgálatán, a különböző behatolási mélységű (mély, normál és sekély) szeizmikus szelvények hálózatának és a területen található mély-

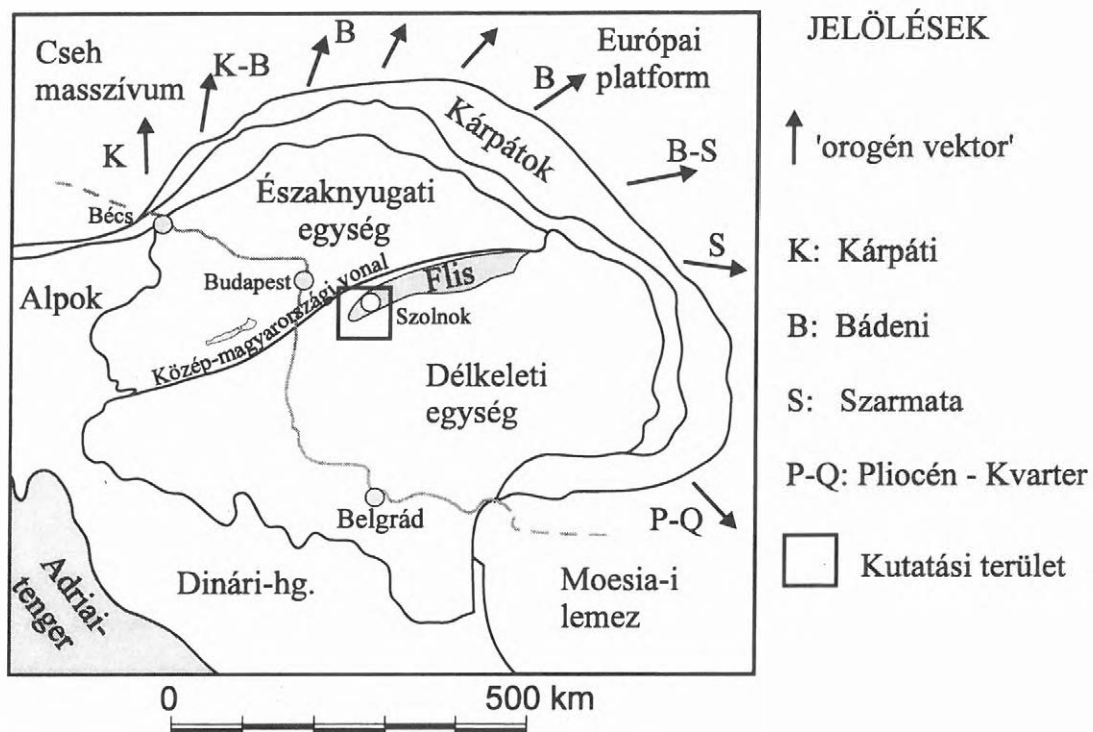
fúrások összefoglaló rétegsor adatainak és karotázs görbéinek együttes tanulmányozásán alapszik.

2. A terület megelőző földtani kutatási eredményeinek vázlatos összefoglalása

2.1 A tágabb környezetre vonatkozó ismeretek

A kutatási terület elhelyezkedése szerkezetföldtani vizsgálatok elvégzése céljából nagyon kedvező, mert egyrészt két különböző eredetű nagyszerkezeti egység határán fekszik (Északnyugati és Délkeleti egységek [BALLA 1990], amelyeket CSONTOS et al. [1992] Észak-pannon és Tisza egységeknek nevezett el), másrészt pedig két különböző korú medence egymásra rakódása jellemzi (Szolnoki flis árok és a Pannon-medence) (1. ábra). A két nagyszerkezeti egységet a Közép-magyarországi vonal választja el, amely mentén az összehasonlító litológiai és fácies vizsgálatok alapján kb. 400–500 km nagyságú jobbos vízszintes oldalelmozdulás feltételezhető [KÁZMÉR, KOVÁCS 1985]. A mobilis övtől északra húzódó Északnyugati (vagy Észak-pannon) egység a Tétisztől délre helyezkedett el [GÉCZY 1973] és a jura és kréta folyamán vált Afrika részévé [MÁRTON, MÁRTON 1983]. A délre található Délkeleti (vagy Tisza) egység jura időszak alatti helyzete bizonytalan, de a rendelkezésre álló adatokból arra következtethetünk, hogy európai eredetű [BALLA 1990].

A közép-magyarországi mobilis övhöz kapcsolódik a Szolnoki flis. A flis SZEPESHÁZY [1975] meghatározása szerint: „a hegységképződéssel egy időben létrejövő, a gyűrődés során kiemelkedő üledékes vonulatok intenzív lepusztulásából származik”, tehát gyors üledékképződés és erős tekto-



1. ábra. A vizsgált terület elhelyezkedése a Kárpát-pannon térségben [BALLA 1990 és CSONTOS 1992 alapján], és a Kárpáti ív mentén a flisbeli rátolódások irányát és korát szemléltető orogén vektorok [JIRIČEK 1979]

Fig. 1. Location of the studied area in the Carpathian/Pannonian region [after BALLA 1990 and CSONTOS 1992] with demonstration of the orogenic vectors [JIRIČEK 1979] representing the displacement direction of the flysch nappes and the age of the movement along the Carpathian arc

nizmus jellemző rá. A flis üledékek képződése nem volt folyamatos, a késői felső krétától a korai alsó miocénig több szakaszban zajlott le [NAGYMAROSY, BÁLDI-BEKE 1993]. Az erős gyűrődéssel és kéreg-rövidüléssel együttjáró medence bezáródási folyamat a miocén előtt ment végbe. A Szolnoki flis feltehetően kapcsolatban van a Belső-kárpáti flis övvel [BALLA 1990], míg a Külső-kárpáti flissel való kapcsolata kizárható [BÁLDI-BEKE, NAGYMAROSY 1991]. CSONTOS [szóbeli közlés] szerint a flis a paleogén során végbement oldal-eltolódásos tektonika során létrejött invertált medencékben van jelen. TARI et al. [1993] a Szolnoki flis medencét ív előtti medenceként írja le az általa elkészített Pannon-medence paleogén geodinamikájának új modelljében.

A területtől ÉK-re kb. 30 km-re húzódó PGT-1 mélyszeizmikus szelvény alapján POSGAY et al. [1990] megállapította, hogy egy széles transzkurrens vető zóna kötődik a Szolnoki flishez, amely az alsó kéregbe is behatol. Több — HORVÁTH [1987] által leírt — középső miocén oldaleltolódás keresztezi a területet. POGÁCSÁS és társai [1989] pliocén-kvarter koruként azonosították a Paks—Kiskőrös térségében általuk kimutatott oldaleltolódást, amely a szolnoki

terület irányában folytatódik és ott is azonosítható [D. LÓRINCZ, SZABÓ 1992]. Paks közelében GÚTHY, HEGEDŰS [1988] sekélyszeizmikus mérésekkel vizsgálták ezt az oldaleltolódást és ennek során felső pleisztocén mikrovetőket értelmeztek. Ezen vetőzóna pontos ismeretének azért is nagy a jelentősége, mert a zóna mentén fekvő Kecskeméten volt Magyarország legnagyobb földrengése 1911-ben (MSK-64 skálán 8-as erősségű) [BISZTRICSÁNY 1977, SZEIDOVITZ szóbeli közlés], sőt a közelmúltban (1995. február 5-én) Szabadszállás—Izsák térségében az MSK-64 skála szerinti 5-ös erősségű földrengést regisztráltak szintén ebben a tektonikai zónában.

2.2. A Közép-Alföldön végzett korábbi vizsgálataink konklúziói

A terület tektonizmusát — mint ahogy azt már a korábbi vizsgálatok is igazolták [HORVÁTH 1987, POGÁCSÁS et al. 1989, KILÉNYI et al. 1991] — alapvetően az oldal-eltolódásos elmozdulások határozzák meg. Korábban két tektonikai fázist különböztettünk meg a területen, amelyek térben összekapcsolódnak (a fiatalabb az idősebb felújulásának tekinthető), de időben elkülönülnek egy-

mástól [D. LŐRINCZ 1991, D. LŐRINCZ, SZABÓ 1992, D. LŐRINCZ, SZABÓ 1993].

Az idősebb tektonizmust a POSGAY et al. [1990], ill. POSGAY, SZENTGYÖRGYI [1990] által azonosított, a Szolnoki flishez kötődő széles transzkurrens vető zóna megnyilvánulásaként értelmeztük a területen. Az oldaleltolódás feltehetően ÉNy—DK irányú összenyomással társul, tehát transzpressziós (vagy konvergens) vetőrendszernek tekinthető. A vetőrendszer egyes ágai a tektonikusan felszabdalt flis pásztáihoz kapcsolódnak. Az idősebb tektonikai fázis alatt a neogén előtt elkezdődő, a miocénben folytatódó, s néhány szeizmikus szelvényen még a felső miocénben is azonosítható folyamatot értetünk. Az elmozdulás mértéke feltehetően több 100 km. A fiatal tektonikai fázist az idősebb tektonizmus jóval kisebb mértékű felújulásának tekintettük, amelyet szintén oldal-eltolódásos elmozdulások reprezentálnak. A vízszintes elmozdulás mértékét 10 km-nél kisebbre becsültük. Korát pliocén-kvarternek tartottuk, de mivel a szelvények tetején a kb. 300 méteres mélységben még azonosítani tudtuk a vetők felfelé folytatódó ágait, ezért nem zártuk ki, hogy napjainkig tartó mozgásokról van szó.

3. A szeizmikus szelvényeken azonosított tektonikai fázisok bemutatása

A tektonikai fázisok elkülönítése a Szolnok—Tiszaföldvár területen az OKGT megbízásából az ELGI által 1978—1990 során lemerített és feldolgozott kb. 1700 km összhosszúságú, normál behatolású szeizmikus szelvényhálózat, a PGT-3 mélyszeizmikus szelvény és néhány sekélyszeizmikus szelvény együttes értelmezésén alapszik, amely során felhasználunk a területen található 150 szénhidrogénkutató mélyfúrás összefoglaló rétegsor adatait, és 42 mélyfúrásból származó karotázsgörbéket. A fúrási adatok mélység-idő transzformációját a területen található 10 különböző mélyfúrásban lemerített szeizmokarotázs görbe alapján végeztük el. (A sekélyszeizmikus mérések eredményeiről korábban már többször beszámoltunk [REDLERNÉ TÁTRAI 1994; D. LŐRINCZ 1996, DETZKY et al. 1996]. A későbbiekben cikk formájában is szándékozunk számot adni ezekről, ezért jelenlegi munkánkban nem térünk ki a sekélyszeizmikus vonatkozások ismertetésére).

A mélyfúrásokban meghatározott képződményeket a szeizmikus szelvényeken a reflexiós paraméterek (amplitúdó, frekvencia, reflexiók elrendeződése és folyamatossága, intervallum sebesség stb.) [ÁDÁM 1987] alapján azonosítottuk. Ily módon a fúrások pontszerű információját az egyes képző-

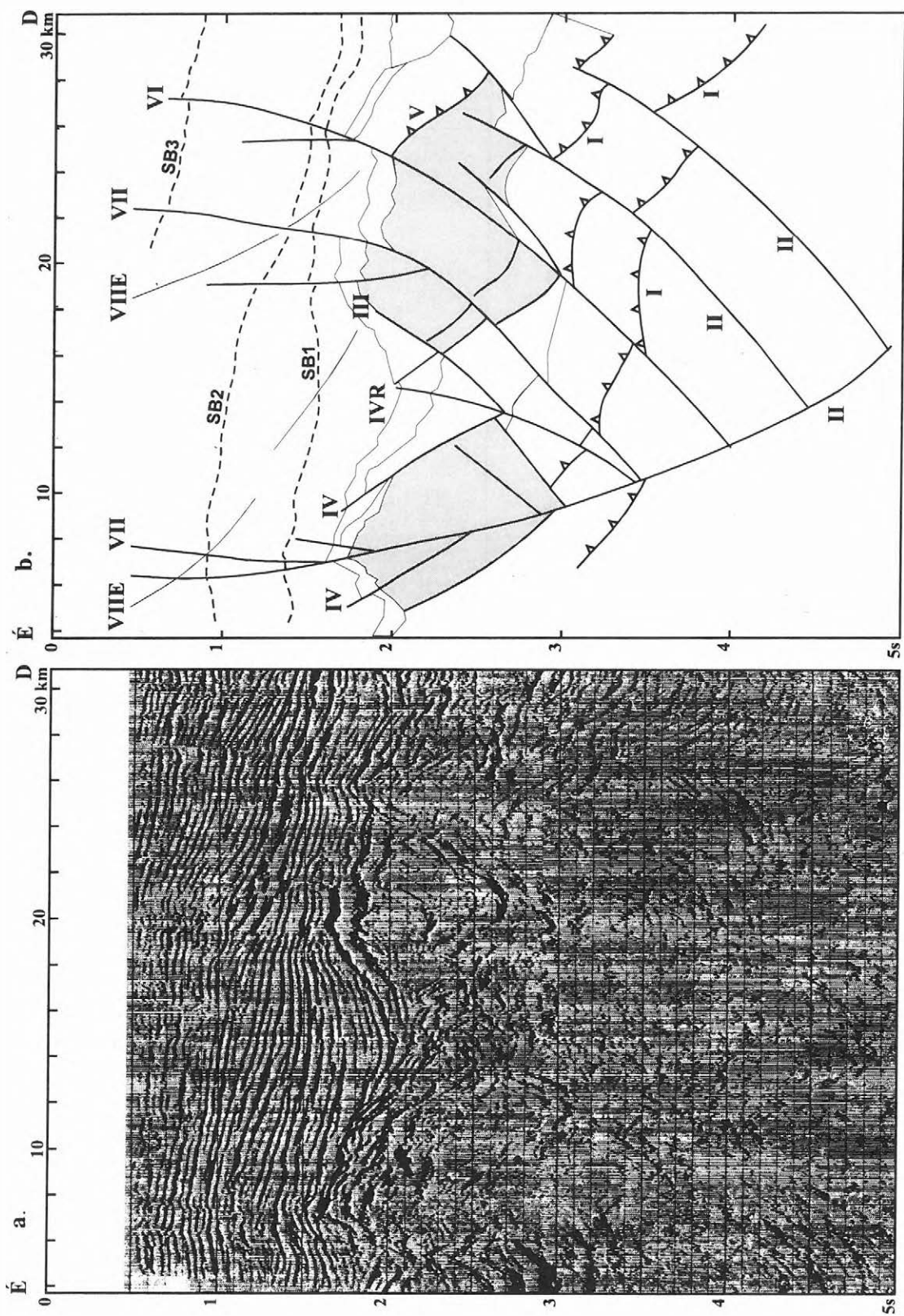
ményekre jellemző reflexiós kép ismeretében ki tudtuk terjeszteni térben, a szeizmikus szelvények síkjai mentén. A szeizmikus szelvényeken meghatározott képződmények jelmagyarázatát reflexiós tulajdonságaik feltüntetésével a 2. ábrán mutatjuk be.

JELMAGYARÁZAT	REFLEXIÓS KÉP
 Szekvencia határok felső miocén - pliocén (pannon) üledékekben	nagy energiájú hosszan követhető reflexiók
 Alsó és középső miocén üledékek	közepes energiájú és folytonosságú reflexiók
 Miocén (bádeni) vulkanitok	nagy energiájú kaotikus reflexiók
 Paleogén flis	reflexiószegény kép
 Alsó kréta vulkanoszediment	nagy energiájú rossz folytonosságú reflexiók
 Mezozoos üledékes összletek	alacsony energiájú közepesen követhető reflexiók
 Prekambriumi metamorfít	gyengén reflektáló kaotikus kép

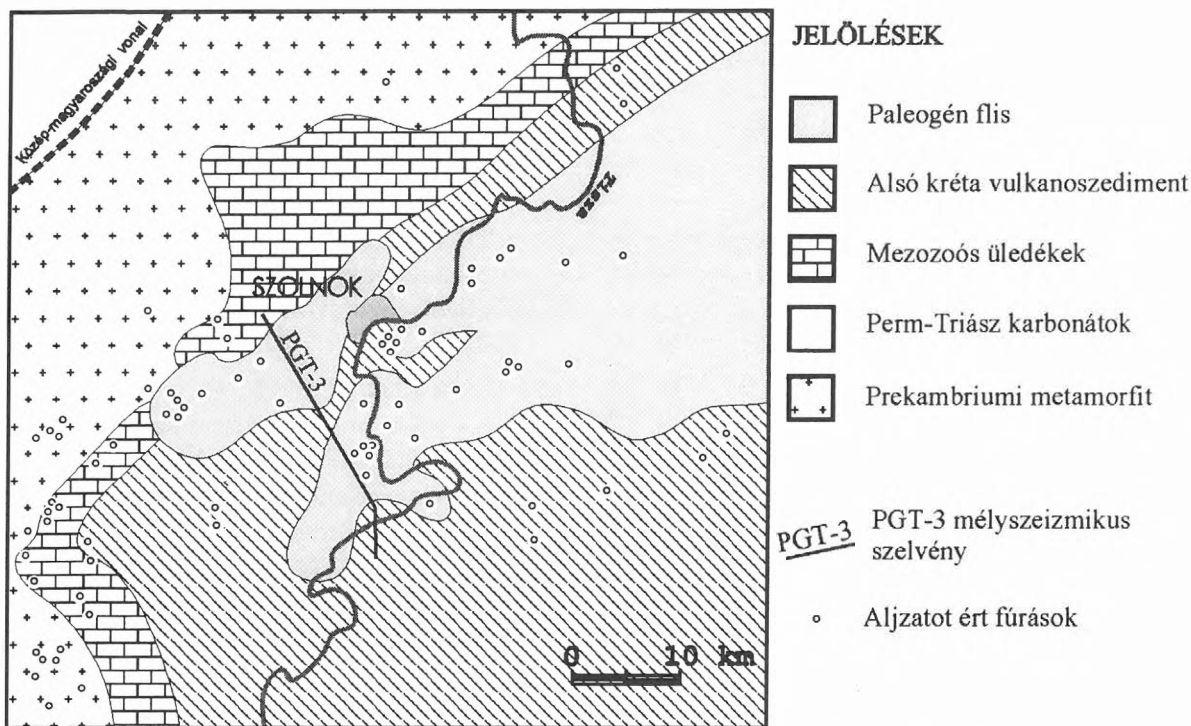
2. ábra. A szeizmikus szelvényeken alkalmazott jelölések és az egyes képződmények reflexiós tulajdonságainak összefoglalása

Fig. 2. Legend and reflexion patterns of the identified strata in the seismic sections

A tektonikai fázisok ismertetése szeizmikus szelvény közlése nélkül lehetetlen. Tekintve, hogy a korábbi cikkekben [D. LŐRINCZ, SZABÓ 1992; D. LŐRINCZ, SZABÓ 1993] és jelentésekben [REDLERNÉ TÁTRAI 1994; D. LŐRINCZ 1996] már bőven szolgáltatunk szeizmikus példákat a vizsgált területről, jelenleg csak a PGT-3 mélyszeizmikus szelvényt (3a. ábra) mellékeljük a tektonikai fázisok szemléltetése érdekében. A szelvényt az 1339. számú OTKA téma [POSGAY 1991] keretén belül mérték. A 3a. ábra a PGT-3 szelvény felső 5-s-os szakaszának speciális aljzati elemeket kiemelő feldolgozási eljárással előállított változatát tartalmazza, függőlegesen nyújtott léptékű megjelenítéssel (készítette: TÍMÁR 1994-ben). A PGT-3 szelvénynek ez a változata (3a. ábra) a célfeldolgozás és a nyújtott lépték miatt különösen alkalmas a tektonikai fázisok felismerésére és a közöttük lévő kapcsolatok vizsgálatára. A szelvény értelmezését a 3b. ábra tartal-



3. ábra. a) A PGT-3 mélyszeizmikus migrált időszelvény függőlegesen nyújtott léptékben megjelenítve. b) A PGT-3 mélyszeizmikus időszelvény értelmezése [D. LÓRINCZ 1996].
 Fekete vonal—vető; római szám—tektonikai fázis
 Fig. 3. a) Deep seismic profile PGT-3: migrated time section imaging with vertical extension. b) Deep seismic profile PGT-3: interpreted version [D. LÓRINCZ 1996]. Black line—fault;
 roman number—tectonic phase



4. ábra. A neogén üledékek aljzatát alkotó képződmények [D. LŐRINCZ 1996]

Fig. 4. Geology of the pre-Neogene basement [D. LŐRINCZ 1996]

mazza. A neogén üledékek aljzatát alkotó képződmények térképvázlatát a 4. ábrán mutatjuk be. A szeizmikus szelvényen és a térképen alkalmazott jelölés az egyes összletekre nézve megegyezik.

A következő tektonikai fázisokat tudtuk azonosítani a kutatási terület szeizmikus szelvényein [D. LŐRINCZ et al. 1993, 1994, 1996a, 1996b és D. LŐRINCZ 1996 alapján], amelyeket a Pannon-medence kialakulása során végbemenő riftesedéshez viszonyított korok szerint csoportosítottunk:

Prerift tektonizmus

3.1. Mezozoós takaróképződés — I. fázis

A mezozoós takaróképződés a krétában zajlott a szenont megelőző időszakokban. Az általunk vizsgált szeizmikus szelvényeken elsősorban a prekambriumi metamorfiban és a mezozoós karbonátokban figyelhető meg. Legszebb példáit a PGT-3 mélyszeizmikus szelvény szolgáltatja a kutatási területen (3. ábra).

A mezozoikummal részletesen foglalkozó tanulmányokból tudjuk [pl. RUMPLER, HORVÁTH 1988], hogy a mezozoós takarók vergenciája leggyakrabban ÉNy-i, és a takarók rátolódásának mértéke, vagyis az *elmozdulás nagysága* több 100 km is lehet. A

kutatási területen is hasonló *irányítottságra* következtethetünk a szeizmikus szelvények alapján.

A takarók csúszási felületei gyengeségi zónát jelentenek a későbbi tektonikai fázisok szempontjából, ezért gyakori, hogy egy-egy későbbi felújulás során aktivizálódnak. Megfigyeléseink szerint az I. tektonikai fázis leggyakoribb felújulásai a II. és a VII. tektonikai fázisokban következtek be, amikor a takarósíkok alsó miocén, ill. kvarter oldaleltolódásként funkcionáltak.

3.2 Alsó miocén konvergens oldaleltolódás — II. fázis

Ezt a tektonikai fázist korábbi kutatásaink során már részletesen vizsgáltuk. Akkor még csak két fázist különböztettünk meg, s ezt az eseményt mint az idősebb tektonikai fázist azonosítottuk. A későbbi felújulásokkal összemosva azt gondoltuk, hogy talán a felső miocénig kitolódik ennek a fázisnak a kora [D. LŐRINCZ, SZABÓ 1992]. Jelenleg az akkor időnek nevezett fázis korát pontosítottuk és a vele azonosított későbbi megnyilvánulásokat külön tektonikai fázisokként tárgyaljuk.

A továbbiakban felsoroljuk azokat a szeizmikus *szelvénybeli és térképi bizonyítékokat*, amelyek alá-

támasztják, hogy a II. fázis konvergens oldaleltolódásként értelmezhető.

a) Az egyik fontos ismeret erre vonatkozóan a PGT-1 mélyszeizmikus szelvény, amely a területtől keletre kb. 30 km-re található. Ezen a szelvényen POSGAY et al. [1990] és POSGAY, SZENTGYÖRGYI [1990] egy általa széles transzkurrens vető zónának értelmezett jelenséget azonosított, amely a Szolnoki flis övhöz kötődik. Ez a feltételezés könnyen elképzelhető, ha arra gondolunk, hogy a Szolnoki flis a két nagyszerkezeti egység (Észak-pannon és Tisza egységek) egymás melletti elmozdulása során alakult ki, amelyet a mozgás feltételezett korának és a flisben talált üledékek korának egybeesése (kései felső kréta—paleogéntől alsó miocénig terjedő időszak) is megerősít [NAGYMAROSY, BÁLDI-BEKE 1993]. Feltehetően ennek a transzkurrens vető zónának a jegeit találtuk meg a kutatási területen.

b) A vetők mentén különböző korú vagy litológiájú összletek kerülnek egymás mellé (oldal-eltolódásos vetők szelvénybeli értelmezésének egyik kritériuma HARDING [1990] szerint).

Bizonyíték:

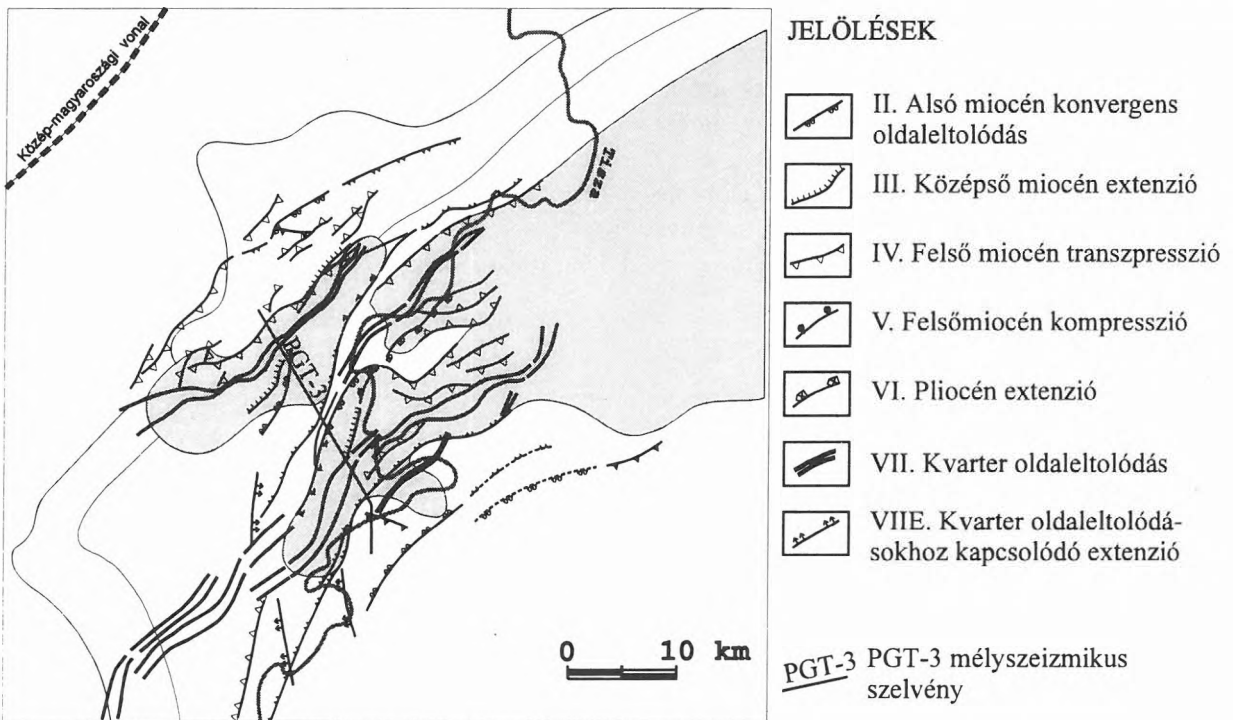
A PGT-3 szelvényen (3. ábra) a II. fázis vetői egységes virágszerkezetet alkotnak az aljzat-

ban, amelynek ágai mentén érvényesül a fenti kritérium. A szelvény azt is példázza, hogy a flis boltozatos formája valójában az itt látható virágszerkezet pozitív mivoltának köszönhető, tehát az oldaleltolódással társuló kompressziós hatásnak, amely az oldaleltolódás konvergens vagy más szóval transzpressziós jellegét okozza.

c) Az oldal-eltolódásos vető rendszert hosszú, jól követhető nyomvonalak jellemzik [HARDING 1990].

Bizonyíték:

A kutatási terület méretei összevethetők a II. tektonikai fázis vető zónájának szélességével, ezért ez a kritérium ilyen kis területen nem teljesíthető. Ennek ellenére a „Preneogén aljzat szerkezeti vázlata” (5. ábra) térkép megmutatja, hogy az alsó miocén oldal-eltolódásos vetőrendszer térképezett nyomvonalai a Szolnoki flis övhöz kötődően, annak szegélyeivel párhuzamosan futnak. Ha figyelembe vesszük, hogy a területtől keletre 30 km-re húzódó PGT-1 szelvényen POSGAY et al. [1990] és POSGAY, SZENTGYÖRGYI [1990] ugyanezt a vető zónát azonosította, akkor már állítható a fenti kritérium. A „Preneogén aljzat szerkezeti vázlata”



5. ábra. A preneogén aljzat szerkezeti vázlata [D. LÓRINCZ 1996]

Fig. 5. Structural sketch of the pre-Neogene basement [D. LÓRINCZ 1996]

(5. ábra) alapján egyben azt is megállapíthatjuk, hogy a flis környezetétől való elhatárolódását éppen ez a tektonikai fázis okozta.

- d) A szelvényeken látható felgyűrt flis vonulatok a térképeken jobbos oldaleltolódásra utaló kulisszás elrendeződést mutatnak (en echelon redők megléte: HARDING [1990] kritérium.)

Bizonyítékok:

— A szeizmikus szelvényeken a flis pászták pozitív virágszerkezet formát alkotnak, amint az a PGT-3 szelvényen is megfigyelhető (3. ábra).

— A területen készült és korábbi publikációinkban [pl. D. LŐRINCZ, SZABÓ 1992 vagy D. LŐRINCZ 1996] bemutatott szintvonalas neogén, ill. pannon aljzattérképek alapján tudjuk, hogy a flis pásztákhoz kiemelt zónák tartoznak, amelyeket a szelvénybeli kép ismeretében gyűrt szerkezeteknek, redőknek tarthatunk. A redők és a közöttük található árkok iránya ÉK—DNy. A redők és árkok sorozata kulisszás (en echelon) elrendeződést mutat, amelyet jobbos irányú (szinisztrális) oldaleltolódás hozhatott létre.

A II. fázis nagyságáról és irányáról a következőket mondhatjuk. Mivel az alsó miocén transzpresszió a Közép-magyarországi vonal menti nagyszerkezeti egységek mozgásához köthető, ezért nagysága több 100 km-re becsülhető. Iránya a kulisszák elrendeződése alapján jobbosnak tekinthető. Az oldaleltolódás konvergens mivoltát az elmozdulás feltételezhető irányára merőlegesen ható kompresszió okozhatta, amely valószínűleg ÉNy—DK irányú volt.

Synrift tektonizmus

3.3. Középső miocén extenzió — III. fázis

Ez a tektonikai fázis lapos szögű normál vetőkkel és lisztrikus vetőkkel jelenik meg. Gyakran kapcsolódik a flis pászták széleihez, a bádeni összletet még éppen érintve. Jellemző példája látható a PGT-3 mélyszeizmikus szelvényen (3. ábra), amely jól szemlélteti, hogy a valaha egységes flis öv vonulatokra szakadozásához feltehetően hozzájárult a középső miocén extenzió. Így például a nyugati szélén található flis pászta teljes leszakadását a Szolnoki flis övről éppen ez a tektonikai fázis idézhette elő, mint ahogy azt a PGT-3 szelvény és a „Preneogén aljzat szerkezeti vázlata” című térkép (5. ábra) is mutatja.

Ez a tektonikai fázis ritkán kötődik korábbi fázisokhoz, leggyakrabban nem felújulásaként, hanem önálló csúsztási síkokat képezve jelenik meg.

Az elmozdulás nagysága, azaz a nyúlás mértéke 1,3-szeresre becsülhető. A vetők csapásiránya a szerkezeti vázlat alapján (5. ábra) ÉÉK—DDNy, a dőlésirány pedig NyÉNy-i.

Posztrift tektonizmus

3.4. Felső miocén (alsó pannon) transzpressziós oldaleltolódás — IV. fázis

Ez a tektonikai fázis az alsó miocén transzpresszió kisebb mértékű és ellentétes irányú felújulásának tekinthető, ami szintén a Szolnoki flis övhöz kötődik.

Szelvénybeli megnyilvánulások:

A PGT-3 szelvény (3. ábra) északi szélén figyelhető meg ez a jelenség, amely egyben azt is alátámasztja, hogy az alsó pannon vető az alsó miocén virágszerkezet egyik ágának alsópannon-beli felfelé folytatása, tehát annak felújulásaként értelmezhető. Korábbi publikációinkban több példát is mutattunk a felújulás igazolására [D. LŐRINCZ et al. 1996a, 1996b vagy D. LŐRINCZ 1996]. Ezek a példák különösen a flis öv északi és nyugati peremén nagyon tipikusak, amelyek általában arra adnak bizonyítékot, hogy az alsó miocén feltolódás tovább folytatódott a felső miocénben (tehát valóban felújulás), aminek következtében a flis rátolódott a középső miocén üledékekre.

Térképi kritériumok:

- a) A „Neogén üledékek aljzatát alkotó képződmények” című térképen (4. ábra) megfigyelhető, hogy az ÉK—DNy irányú flis pásztákon belül alárendelten megjelenik egy közel ÉÉNy—DDK irány. A szintvonalas időtérképek tanúsága szerint ezek az irányok szintén magaslatokhoz tartoznak, tehát másodrendű en echelon redőkként értékelhetők, amelyek balos oldaleltolódásra utaló kulisszás elrendeződést mutatnak. A balos jelleg bizonyítja, hogy valóban ellentétes irányban újult föl az alsó miocén jobbos oldaleltolódás, az elsődleges en echelon redőkön belül megjelenő kulisszák alárendelt szerepe pedig alátámasztja azt a feltételezést, hogy ez a felújulás jóval kisebb mértékű.
- b) Szintén az aljzati képződményeket ábrázoló térképen (4. ábra) tűnhet fel, hogy a flis vonulatok közötti alsó kréta árok észak felől dél felé egyre jobban kiszélesedik. Ez a jelenség magyarázható azzal a feltételezéssel, hogy az alsó miocén ol-

daleltolódás a felső miocénban irányt váltott, s ha kisebb mértékben is, de visszafordult. Mivel jobbosból balos irányúvá vált, ezért a Szolnoki flis szegélyéhez kötődő zóna északi szélén torlódásos jelenségekre lehet számítani, míg a déli szélén tágulásos megnyilvánulásokra. A szeizmikus szelvények ismeretében és a térképen látható kép alapján állíthatjuk, hogy északon a két flis pászta találkozásánál érvényesül a torlódás (a flis pászták közötti alsó kréta árok visszabuggyan), míg délen kiszélesedik a medence.

- c) Még jobban aláhúzza a balos irányra vonatkozó feltételezést a flis pászták egymáshoz viszonyított helyzete. A neogén üledékek aljzatát alkotó képződmények térképét (4. ábra) megfigyelve úgy tűnik, mintha jobbos irányban elmozdultak volna egymáshoz viszonyítva a flis pászták a középső, közel ÉÉK—DDNy irányú vonal mentén. Ez a vető — amelyet a szeizmikus szelvényeken IVR-rel [RIEDEL után], a „Preneogén aljzat szerkezeti vázlata” című térképen (5. ábra) pedig folyamatos, ill. szaggatott vonallal jelöltünk —, a szintetikus balos oldaleltolódáshoz tartozó antitetikus jobbos oldaleltolódásként értelmezhető, amely mentén a flis vonulatok kb. 5 km-t mozdultak el. RIEDEL [1929] fizikai modellkísérletei szerint kisebb mértékű oldal-elto-lódásos elmozdulás esetén két alárendelt irány alakul ki (ld. 3.7.1. fejezet), amelyeket HARDING [1974] nevezett el szintetikus, ill. antitetikus vetőpároknak. Jelen esetben feltehetően ez a két alárendelt oldaleltolódás jött létre a kis mértékű vízszintes elmozdulás miatt. Az IVR-rel jelzett törés a PGT-3 szelvényen (3. ábra) is megfigyelhető.

A IV. fázisként azonosított felső miocén oldaleltolódás *iránya* (jellege) tehát balos (dextrális), amely közel É—D irányú kompresszióval társul (tehát transzpresszió). Az *elmozdulás mértékére* nézve az alárendelt szerepet játszó Riedel-törés menti 5 km-es becsült elmozdulás alapján azt mondhatjuk, hogy 10 km-es nagyságrendű lehet.

3.5. Felső miocén (alsó pannon) kompresszió — V. fázis

Az alsó pannon kompresszió hatására É—ÉK felé vergáló rátolódásokat azonosíthatunk néhány szeizmikus szelvényen. A *összenyomás iránya* tehát É—ÉK lehetett, míg a rátolódások frontjának *csapásiránya* NyÉNy—KDK — mint ahogy az a „Preneogén aljzat szerkezeti vázlata” című térképen (5. ábra) is megfigyelhető. Egyik legjobb példája a PGT-3 szelvényen (3. ábra) látható, ahol a flis

vonulatra délről rátolódó alsó kréta vulkanit alsómiocén-beli mozgását újítja föl és erősíti meg az V. tektonikai fázis, kompressziós jelenségeket okozva az alsó pannon üledékösszetben is. (Ebben az esetben az értelmezést nehezíti a VI. fázisként azonosított pliocén normál vető jelenléte.) Az *elmozdulás mértéke* a területen 1—5 km között változik.

Ennek a tektonikai fázisnak a létét a Pannonmedencében alátámasztja a Paks környékén 1992-ben végzett szeizmikus kutatás is, amely során HORVÁTH és társai [1993] jellegzetes inverziós szerkezeteket mutattak ki az alsó pannonban.

3.6. Pliocén (felső pannon) extenzió — VI. fázis

A pliocén extenziót a szinszediment növekvő vetők képviselik, amelyek gyakran a flis vonulatok szegélyéhez kapcsolódnak. Példája a PGT-3 déli szélén figyelhető meg (3. ábra). Ez utóbbi — amelyről már tettünk említést az V. fázis leírásánál is — szép példáját adja a többszörös felújulásnak. A gyengeségi zónát a későbbi felújulások számára feltehetően az alsó miocén transzpresszió szolgáltatta, amely a középső miocénban normál vetőként működött (erre utal a vető északi előterében látható, bádeni üledékkel kitöltött félárok jelenléte), majd a felső miocénban valószínűleg újra oldaleltolódásként funkcionált (hiszen eltűnik az alsó kréta vulkanit a vető mentén, ami magyarázható azzal, hogy a vető oldalirányba „elvitte” a szelvény síkjából), míg végül a pliocénban újra normál vetővé vált.

A VI. tektonikai fázis vetőinek *csapásiránya* KÉK—NyDny, a *dőlésirány* pedig erre merőleges, DDK felé mutat. Az *elmozdulás mértéke*, azaz a megnyúlás nagysága 1,1-szeresre becsülhető.

3.7. Kvarter kompresszióval társuló oldal-elto-lódásos elmozdulások — VII. fázis

A kutatási területen három kvarter oldaleltolódást találtunk, amelyek a korábbi oldaleltolódások felújulásainak tekinthetők. Ezt a PGT-3 szelvény szemléletesen példázza (3. ábra), ahol megfigyelhető, hogy a II. fázisként azonosított alsó miocén transzpresszió virágszerkezetének egyes ágai felfelé különböző magasságokig folytatódnak, így két ága egészen a szeizmikus jeltartomány tetejéig követhető. Ezt a két vetőt VII-el jelöltük, a VIIIE jelölésű szaggatott vonallal jelzett normál vetők az oldaleltolódás kísérő jelenségeként kialakuló extenziós elemeként értelmezhetők.

Egy adott kutatási területen a vetők oldal-elto-lódásos mivoltát a HARDING [1990] által összefoglalt hét kritérium alapján lehet bizonyítani. Ezek közül

hat teljesülését a kimutatott három kvarter oldal-eltolódásos vető zónára nézve részletesen vizsgáltuk korábbi publikációinkban [D. LŐRINCZ, SZABÓ 1992, D. LŐRINCZ, SZABÓ 1993]. A tanulmányozott ismérvek szelvénybeli és térképi megnyilvánulásokra vonatkoztak (pl. hosszú, jól követhető mester vető megléte az aljzatban; vagy a szelvényeken felismerhető virágszerkezet egyes ágai mentén haladva a normál vetők feltolódássá válhatnak; vagy a virágszerkezet két oldalán különböző korú vagy litológiájú összletek találhatók, tehát a szekvencia határok nem azonosíthatók egyértelműen az oldal-eltolódásos vetők két oldalán stb.).

A hetedik elvárás egy térképezhető jelenség vizsgálata volt, az oldaleltolódással azonos korú üledékösszleten belül kulisszás elrendeződésű en echelon redőket kellett találni. A kutatás akkori stádiumában még nem végeztük el a középső miocénnál fiatalabb üledékösszleten belüli szeizmikus szekvencia határok térképezését, ezért ennek a kritériumnak nem tudtunk eleget tenni. Jelenleg három szeizmikus szekvencia határ (3b. ábrán SB1, SB2 és SB3) karotázis adatokkal történő egyeztetés utáni azonosítását és térképezését hajtottuk végre. Az oldaleltolódással egyidős kvarter üledékben nem térképezhetünk, mert annak nagy része a szelvények tetején található, kb. 300 méter vastag üres zónába esik.

3.7.1. A kvarter oldaleltolódásos elmozdulások irányának és nagyságának meghatározása

Az oldaleltolódás jellemzőinek bemutatására legalkalmasabb a Szolnok—Tiszaföldvár térségében az SB2 felületről készített térkép (6. ábra). Ennek az az oka, hogy az SB2 szekvencia határ megtalálható a teljes kutatási területen, ellentétben az SB1 és az SB3 szekvencia határokkal, amelyek kiékelődnek és így a terület egyes részein hiányoznak.

Az SB2 szekvencia határról Szolnok—Tiszaföldvár térségében készült szintvonalas időtérképen (6. ábra) feltüntettük az alább felsorolt összes tektonikai elemet, amely ezt a felületet harántolja:

- pliocén korú extenzió (szelvénybeli jele: VI),
- kvarter oldaleltolódások nyomvonalai (VII),
- a kvarter oldaleltolódásokhoz kapcsolódó extenziós elemek (VIIE).

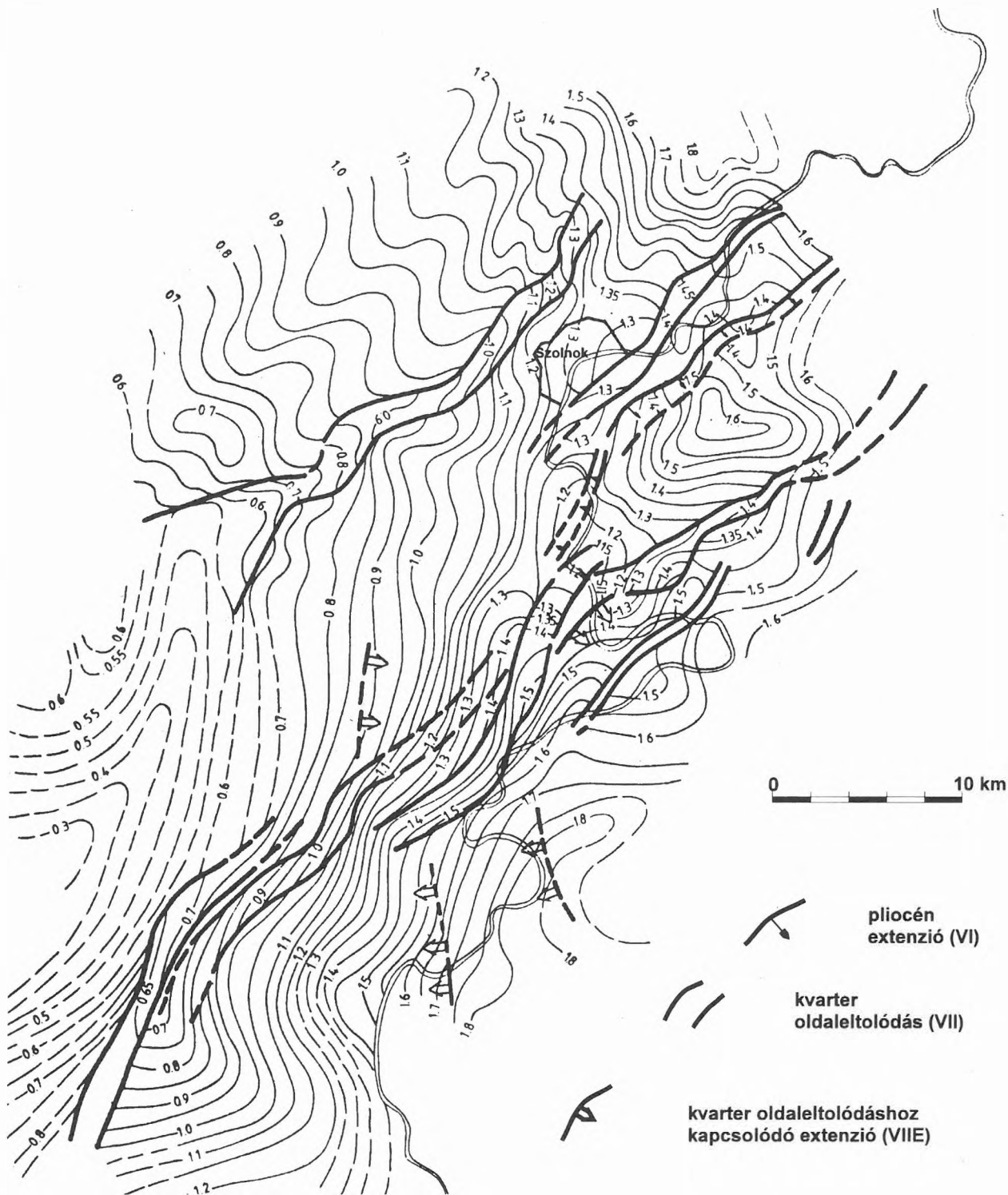
Az oldaleltolódások *irányát* a szakirodalomból ismert modellkísérletek eredményében kapott két ábra segítségével határoztuk meg. Ezek a következők:

- a) A 7a. ábrán a RIEDEL [1929] által elvégzett híres kísérlet vázlatát láthatjuk TCHALENKO [1970] publikálásában. Ezen a fizikai modellen RIEDEL

egy balos (szinisztrális) oldaleltolódáshoz kapcsolódó törésrendszert mutatott ki, amelyet róla Riedel-, ill. konjugált Riedel-töréseknek neveztek el. Az oldaleltolódás irányával kisebb szöget bezáró törésrendszert — az elrendeződésből adódóan — jobbra lépőnek hívjuk. Az SB2 szekvencia határról készült szintvonalas időtérképen (6. ábra) ugyanilyen jobbra lépő elrendezést figyelhetünk meg a terület déli szélén húzódó zónában. Ez alapján ezt a zónát balos oldaleltolódásnak tekinthetjük. A felső két zóna pedig a hozzájuk kapcsolódó gyenge en echelon elrendezést tekintve, és a szintvonalak enyhe jobbos irányú eltolódását figyelembe véve dextrálisnak, azaz jobbosnak tartható.

- b) A másik szakirodalmi példa a 7b. ábrán látható, amely a balos irányban elmozduló oldaleltolódáshoz tartozó deformációs ellipszist és a hozzá kapcsolódó, ideális esetben kialakuló összes szerkezeti elemet tartalmazza HARDING [1974] szerinti ábrázolásban. Ha ezt az elrendezést összehasonlítjuk az SB2 felületen látható kvarter törések egymáshoz viszonyított helyzetével (6. ábra), akkor analógiát fedezhetünk fel. Az alsó balos zóna megfelel a Harding-diagramon látható szintetikus oldaleltolódásnak, a felső két jobbos zóna pedig a hozzákapcsolódó antitetikusnak. A normál vetők helyzete (VIIE) az eltolódás zónájához viszonyítva szintén hasonló a HARDING szerinti képhez. Ez az összevetés is alátámasztja, hogy a területen azonosított három oldaleltolódás egy egységes rendszert alkot, mint ahogy azt a PGT-3 szelvény (3. ábra) is bizonyítja, megmutatva, hogy a kvarter vetők az alsó miocén nagy virágszerkezet felújult ágai, amelyek a mélyben összekapcsolódnak. Meg kell jegyeznünk, hogy a Szolnoktól délre húzódó oldaleltolódáshoz a várttal ellentétben nem a balos, hanem a jobbos eltolódásra jellemző en echelon redő irányok kötődnek. Ennek lehetséges magyarázatát a 4.1. fejezetben, a VII. tektonikai fázishoz rendelhető feszültségtér leírásánál adjuk meg.

Az oldalelmozdulások *nagyságát* csak hozzávetőlegesen lehet megbecsülni, a szintvonalas térképek alapján 1—5 km-re tehető. A legnagyobb elmozdulás (5 km) a területen zajló kvarter mozgások fő zónájában volt, amely feltevéseink szerint a Szolnoktól délre húzódó több ágra szakadozó balos eltolódás. A másik két másodlagos (antitetikus) oldalelmozdulás — amelyeket jobbosnak feltételezünk —, feltehetően kisebb mértékben mozgott (elmozdulásuk nagysága 1—2 km lehet).



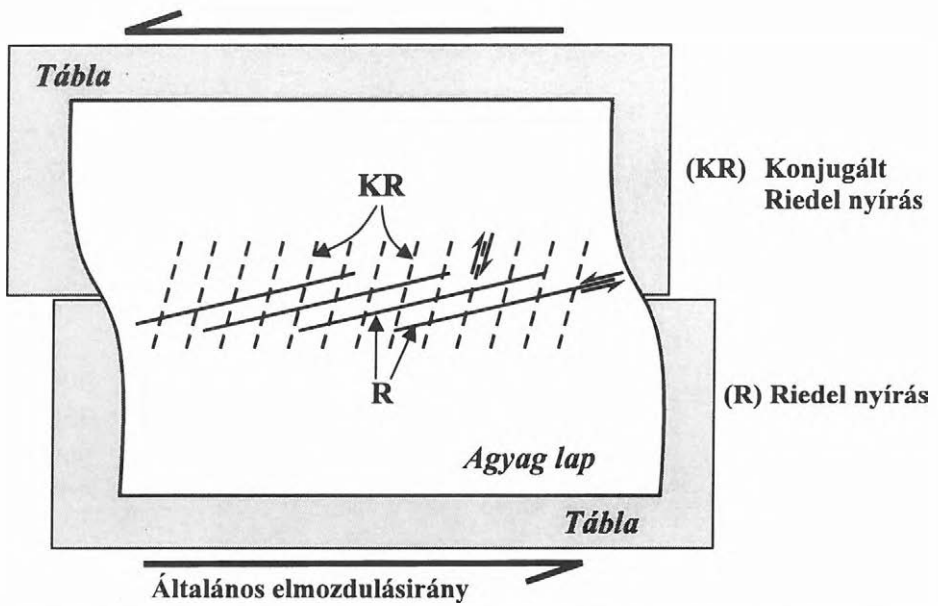
6. ábra. Az SB2 szeizmikus szekvencia határ szintvonalas időtérképe [D. LŐRINCZ 1996]

Fig. 6. Time contour map of the SB2 seismic sequence boundary [D. LŐRINCZ 1996]

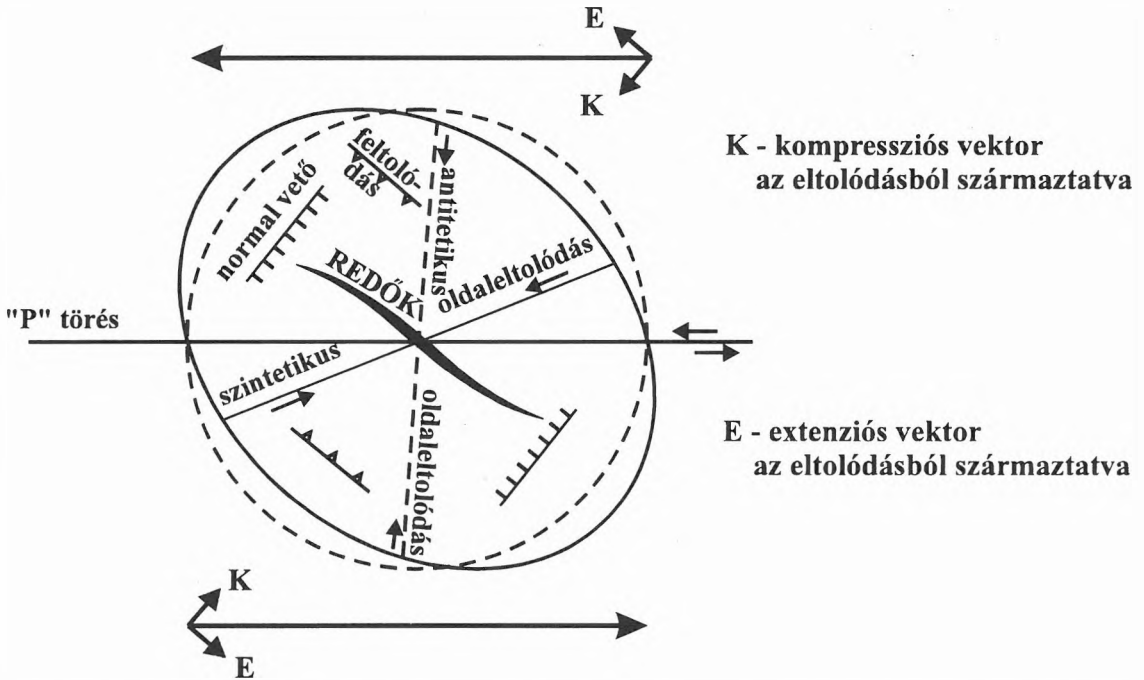
3.7.2. A kvarter oldaleltolódások kompressziós jellege

A szeizmikus szelvényeken (így a PGT-3 szelvényen is) kompresszióra utaló jelenségek figyel-

hetők meg az oldaleltolódások mentén a felső 800 ms-os (kétszeres idő) tartományban (ami 2500 m/s átlagsebességgel számolva durván 1 kilométeres mélységnek felel meg a szelvény +50 méteres vonatkoztatási szintjétől számítva).



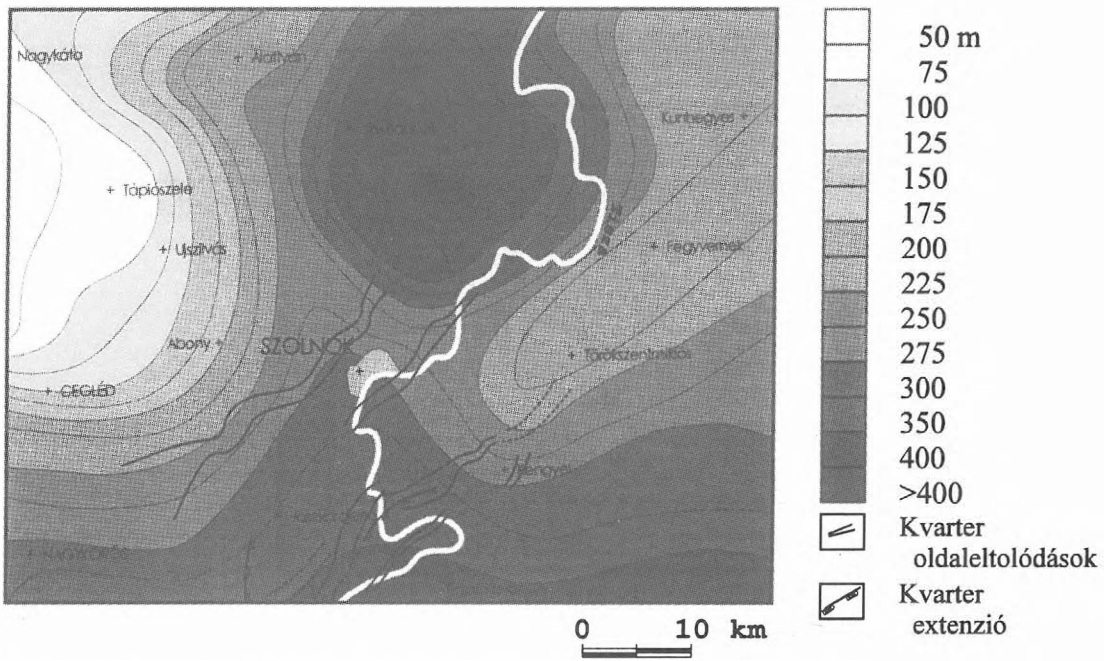
7a. ábra. RIEDEL fizikai modell kísérlete [RIEDEL 1929] balos oldaleltolódásra nézve [TCHALENKO 1970]
 Fig. 7a. Diagram of the RIEDEL experiment [RIEDEL 1929] of left-lateral strike-slip movement [after TCHALENKO 1970]



7b. ábra. Balos oldaleltolódás deformációs ellipszise és a kialakuló szerkezeti elemek [HARDING 1974]
 Fig. 7b. Wrench assemblage from a left-lateral couple [HARDING 1974]

Szakirodalmi példákból tudjuk, hogy az oldaleltolódásokat — természetükből adódóan — egyes helyeken összenyomó, máshol tágulási jelenségek kísérik, hiszen a szelvénybeli virágszerkezet ágai matematikailag leírható úgynevezett helikoidális felületei [SYLVESTER 1988] jobbra-balra hajladozásukkal a fenti hatást váltják ki. A kutatási terület

szeizmikus szelvényeiben viszont csak a kompressziós jelenségekre látunk példát, amiből arra következtethetünk, hogy a kvarter oldaleltolódás összenyomással társul. (A VIIE-vel jelölt extenziós elemek az eltolódás zónán kívül találhatóak, míg a felületek hajladozásából adódó tágulási jelenségek a zónán belül lennének keresendőek, tehát két külön-



8. ábra. A negyedidőszaki képződmények vastagsága — szintvonalas térkép [FRANYÓ 1994]

Fig. 8. Quaternary isopach map [FRANYÓ 1994]

böző jelenségről van szó.) A kompresszió és az oldaleltolódás közötti kapcsolatról bővebben a 4.1. fejezet VII. fázist tárgyaló részében szólnunk.

3.7.3. Miért kvarter korú a VII. fázis?

Ezen kérdés megválaszolására többféle vizsgálatot végeztünk, amelyek egy részéről már korábbi jelentéseinkben beszámoltunk [REDLERNÉ TÁTRAI 1994, D. LŐRINCZ 1996]. Ezek a következők voltak: Űrfelvételek iránystatisztikai vizsgálata (készítette: az ELTE TTK Geofizikai Tanszékének Távérzékelési Csoportja 1993-ban, vízrajzi hálózat iránystatisztikai vizsgálata [GERNER 1994], sekélyszelvényes mérések eredményei [DETKY et al. 1996]. Jelenleg a szénhidrogén-kutató szeizmikus szelvények tetejéig felhatoló fiatal vetők korát igyekszünk úgy behatárolni, hogy az azokon megfigyelhető vetők legfelső pontjának mélységét összevetjük a neogén üledékek vastagságával. Ezt a FRANYÓ [1994] által készített (és DETKY által számítógépen megjelenített) „A negyedidőszaki képződmények vastagsága” című térkép (8. ábra) segítségével tehetjük meg.

A szénhidrogén-kutatási céllal mért normál behatolási mélységű szeizmikus szelvényeken a mérés geometriájából adódóan a felső 300 ms-os (kétszeres idő) tartomány nem tartalmaz jeleket. Ez 2000 m/s átlagsebességet feltételezve 300 méter vastag összetetet jelent. Figyelembe véve, hogy a szelvények vonatkoztatási szintje +50 méter (ez felel meg a

0 ms-nak), a terület tengerszint feletti átlagmagassága pedig +90 méter, így az üres zóna alja kb. a felszíntől számított 290 méteres mélységben van.

Ha ezt a mélységet összehasonlítjuk a 8. ábrán látható „A negyedidőszaki képződmények vastagsága” című térképpel [FRANYÓ 1994], akkor megállapíthatjuk, hogy a tárgyalt terület nagy részén ez a mélységtartomány a kvarterben van. Ez egyben azt is jelenti, hogy ha a normál behatolási mélységű szeizmikus szelvényen a regisztrált jeltartomány tetejéig tudunk követni egy vetőt, akkor az már az esetek nagyobb részében kvarter korúnak tekinthető a 8. ábra tanúsága szerint. Ez az oka annak, hogy a VII. tektonikai fázist (amelynek minden vetőjét a szelvény tetejéig tudunk követni) kvarter korúnak tartjuk.

4. A tektonikai fázisok alapján meghatározott feszültségtér történet ismertetése, következtetések

Az egyes tektonikai fázisok jellegének, nagyságának és irányának ismeretében következtetni lehet a feszültségtérre, amelyben az adott tektonizmus kialakulhatott. Az előző, 3. fejezetben részletezett hét tektonikai fázis fő jellemzőit összefoglaltuk a 9. ábrán táblázatos formában. A fázisok sorozatához hozzárendelhető feszültségtereket a 10. ábrán közöljük. Az ábrán a három főfeszültség közül csak a maximális és a minimális főfeszültségeket tüntettük

4.1. A feszültségtér történet meghatározása

	KOR	JELLEG	NAGYSÁG	IRÁNY
I.	Mezozoós	takaró-képződés	x.100 km	ÉNY
II.	Alsó miocén	konvergens oldaleltolódás	x.100 km	KÉK jobbos
III.	Középső miocén	extenzió	1.3 x	NYÉNY
IV.	Felső miocén	transzpresszió	5 - 10 km	KÉK balos
V.	Felső miocén	kompreszió	1 - 5 km	ÉÉK
VI.	Pliocén	extenzió	1.1 x	DDK
VII.	Kvarter	oldaleltolódás	1 - 5 km	KÉK balos

9. ábra. A hét tektonikai fázis jellemzőinek összefoglalása [D. LÓRINCZ 1996]

Fig. 9. Attributes of the tectonic phases [D. LÓRINCZ 1996]

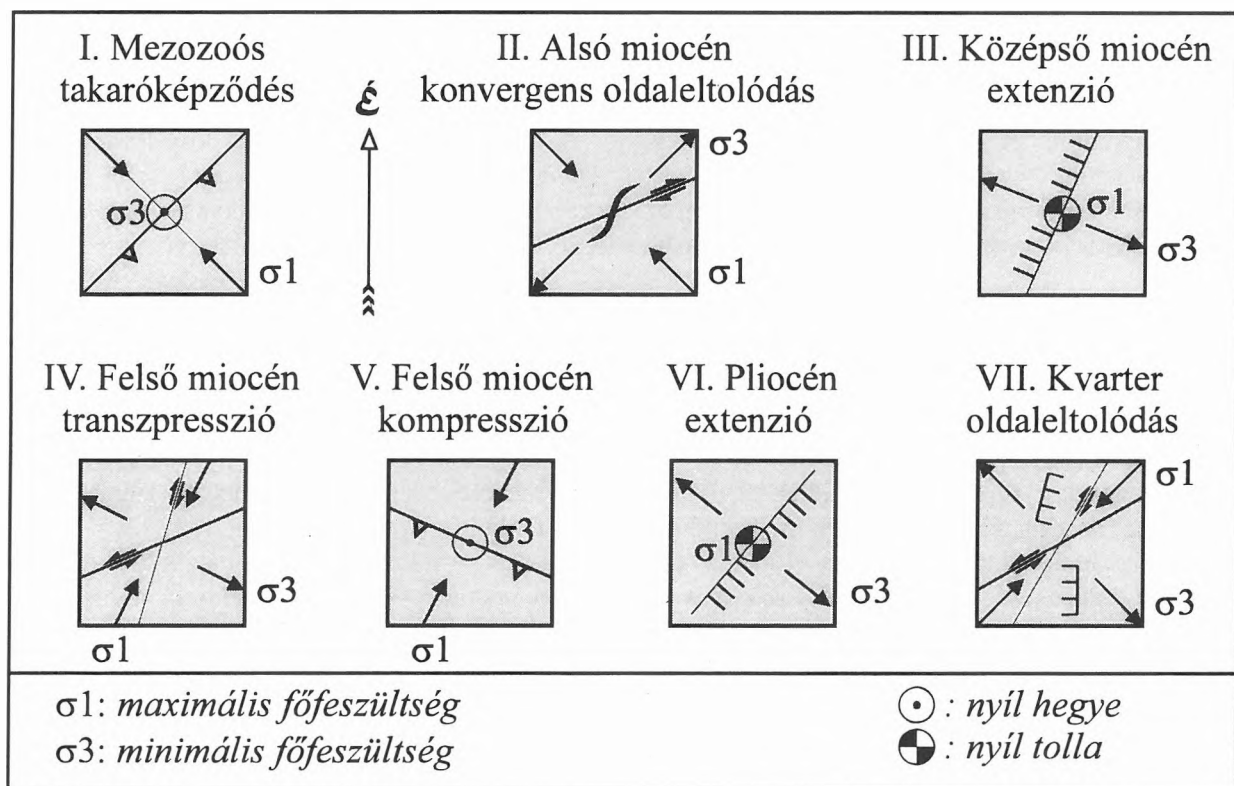
föl. A maximális főfeszültséget (σ_1) az az irány határozza meg, amelyben az összenyomás legnagyobb mértékben érvényesül az adott fázisban. A minimális főfeszültség (σ_3) pedig a lehetséges legnagyobb tágulás irányát jelöli ki. A „Feszültségtér történet” című, 10. ábrán látható négyzetekben feltüntettük az adott fázisra legjellemzőbb szerkezeti elemeket is.

A következőkben röviden áttekintjük az egyes tektonikai fázisokat jellemzőikkel együtt (9. ábra), és az azokat feltehetően kialakító (visszakövetkeztetésből származó) feszültségtereket (10. ábra).

A visszakövetkeztetés során figyelembe vettük, hogy a vetők három alaptípusát az alábbi feszültség terek hozzák létre:

- Normál vető.* A maximális főfeszültség (σ_1) függőlegesen lefelé mutat, a minimális főfeszültség vízszintes síkban hat (σ_3).
- Inverz vető (feltolódás, rátolódás, takaró).* A maximális főfeszültség (σ_1) vízszintes síkban érvényesül, a lehetséges legnagyobb tágulás iránya (σ_3) függőlegesen felfelé mutat.
- Oldal-eltolódásos vető.* A maximális összenyomás iránya (σ_1) és a lehetséges legnagyobb tágulási irány (σ_3) is vízszintes síkbeli.

A valóságban a vetők alaptípusai tisztán ritkán fordulnak elő, gyakran egymással kombinálódva jelennek meg, mint ahogy ez a jelen munka keretén belül meghatározott tektonikai fázisok esetében is megfigyelhető.



10. ábra. Feszültségtér történet [D. LÓRINCZ 1996]

Fig. 10. Stress-field history [D. LÓRINCZ 1996]

Az I. fázis a mezozoós takaróképződés. A rátolódások nagysága több 100 km is lehet, a takarók vergenciája ÉNy-i. Ebből adódóan a feszültségtér, amely kialakíthatta, egy ÉNy—DK irányú maximális főfeszültséggel (σ_1) és egy függőlegesen felfelé történő lehetséges tágulási irányval (σ_3) jellemezhető.

A II. fázis az alsó miocén transzpresszió. Ebben a fázisban az összenyomás maximális iránya (σ_1) feltehetően nem sokat vagy nem változott meg az előző fázishoz képest. Ezt azért gondoljuk, mert a II. fázis kompresszióval társuló oldaleltolódás. Az oldaleltolódás irányát ismerjük (a korábban egymás mellett mozgó mikrolemezek közötti zóna, a Középmagyarországi vonal determinálja, hiszen annak befejező szakaszaként vagy felújulásaként értelmezhető az alsó miocén transzpresszió). Ahhoz, hogy egy oldaleltolódás összenyomással kombinálódjon, a kompresszióknak közel merőlegesnek kell lennie a vető zónára. Jelen esetben a mozgás iránya előre meghatározott, ebből visszakövetkeztethetünk a maximális főfeszültség irányára, amely a „Feszültségtér történet” című 10. ábrán feltüntetett ÉNy—DK irányú, vagy esetleg egy kicsit észak felé forgó (a zónára valóban merőleges) ÉÉNy—DDK irányú lehet. A minimális főfeszültség jelen esetben szintén vízszintes síkban érvényesül és az σ_1 -re merőleges ÉK—DNy irányú.

A III. fázis a középső miocén extenzió, amelyben ÉÉK—DDNy-i csapású, NyÉNy felé elvető normál vetők jöttek létre. A maximális főfeszültség függőlegesen lefelé mutat, a minimális főfeszültség pedig az előző tektonikai fázishoz képest elforgott az óramutató járásának megfelelő irányban majdnem 90 fokot.

A IV. fázis a felső miocén transzpresszió. A II. fázissal megegyező KÉK—NyDNy irányú, de ellenkező értelmű (balos) eltolódás képviseli, amely kompresszióval társul. Ez úgy képzelhető el, hogy a főfeszültségek kb. 70 fokkal elfordultak az óramutató járasa szerint az alsó miocén helyzetükhöz képest, az oldaleltolódás viszont a II. fázis által szolgáltatott gyengeségi zónában újult föl. Ennek két következménye is volt. Az egyik a balos jelleg, hiszen a II. fázissal összehasonlítva a vető zóna helyben maradt, a főfeszültségek viszont durván 70 fokkal elfordultak, így érthető, hogy ugyanazt a gyengeségi zónát ellenkező irányban elmozduló oldaleltolódásként újították föl. A másik következmény a transzpressziós jelleg, ami az σ_1 és az oldaleltolódás nyomvonalának egymáshoz viszonyí-

tott helyzetével magyarázható. Részletesen kifejtve a magyarázat a következő. A „Feszültségtér történet” című 10. ábrán a IV. fázist reprezentáló vetőpár a Riedel-töréseket képviseli (ld. a Riedel-kísérletet bemutató 7a. ábrát). Geometriájukból adódóan feltehetően egy közel K—Ny csapású balos fő oldaleltolódáshoz (mester vető) tartoznak, amelynek a kis elmozdulási mérték miatt csak a Riedel-törései jelentek meg, az ún. P törések (ld. 7b. ábra), amelyek a fő zónába esnek és csak nagyobb eltolódások esetén alakulnak ki [WILCOX et al. 1973] agyagmodell-kísérletei alapján) még nem jöttek létre. Ily módon a maximális főfeszültség a feltételezett fő eltolódási zónával 45 foknál nagyobb szöget zár be, ami transzpressziót eredményez [SANDERSON, MARCHINI 1984].

Az V. tektonikai fázis a felső miocén kompresszió. NyÉNy—KDK csapásirányú rátolódások jellemzik, amit ÉÉK—DDNy irányú maximális főfeszültség hozhatott létre. Az előző tektonikai fázishoz viszonyítva tehát a σ_1 iránya nem változott, míg a σ_3 függőlegessé vált, s felfelé mutat.

A VI. fázis a pliocén extenzió, amely DDK felé dőlő, KÉK—NyDNy csapású normál vetőkkel jelentkezik. Ebben a fázisban a maximális főfeszültség függőlegesen lefelé mutat, míg a minimális főfeszültség újra vízszintes, és tovább forog az óramutató járásának megfelelően pár fokot.

A VII. fázis a kompresszióval társuló kvarter oldaleltolódás. Ebben a tektonikai fázisban harmadszor újul föl oldal-eltolódásosan ugyanaz a KÉK—NyDNy irányú vetőzóna, amelyhez közel É—D csapású normál vetők is társulnak. Az említett zóna mentén balos szintetikus oldalelmozdulást feltételezünk (ld. 7b. ábra), de megjelennek a jobbos irányban elmozduló antitetikus vetőzónák is (ÉÉK—DDNy csapásiránnyal). Ezt a rendszert egy ÉK—DNy irányú σ_1 -gyel, s egy rá merőleges, szintén vízszintes σ_3 -mal jellemezhető feszültségtér alakíthatta ki.

Kérdés — mint ahogy arra már a 3.7.2. fejezet végén utaltunk —, hogy mi okozza a szeizmikus szelvényeken megfigyelhető kompressziós jelenségeket. Ennek többféle magyarázata lehet, amelyek közősek abban, hogy további kvarterbeli feszültségtér változást feltételeznek. Egyik lehetőség, hogy a maximális főfeszültség az eddigi forgásirányt megtartva tovább forgott az óramutató járásának megfelelően. Ha σ_1 elforgott egészen DK felé, akkor a közel K—Ny irányú fő oldal-eltolódásos rendszert

felújíthatta úgy, hogy megváltoztatta az eltolódás irányát (jobbossá) és emellett összenyomást gyakorolt rá. Ugyanezt a hatást váltja ki az σ_1 visszafordulása is, amikor az óramutató járásával ellenkező irányban újra ÉNy felől érvényesül. Korábbi vizsgálatok azt látszottak alátámasztani, hogy a főfeszültségek a kvarterben kb. 90 fokkal visszafordulnak az óramutató járásának megfelelően [CSONTOS et al. 1991]. Jelenleg ezt elvetik, és a továbbfordulást részesítik előnyben [FODOR et al. 1996, és szóbeli közlés].

Természetesen ezen munka keretein belül nem lehet eldönteni, hogy melyik a helyes feltételezés. Az mindenesetre megállapítható, hogy valóban kellett lennie még egy utólagos kvarterbeli felújulásnak, amelyre nemcsak a kompressziós jelenségek hívják fel a figyelmünket, hanem az is, hogy az SB2 szekvencia határ térképén (6. ábra), a balosként azonosított (ld. 3.7.1. pont) déli zónához kötődően, jobbos eltolódásra utaló en echelon redők láthatók. Ennek a megfigyelésnek a helyességét alátámasztja az a tény is, hogy HORVÁTH és társai [1993] Paks környékén hasonlóan jobbos eltolódásra utaló redőzöttséget láttak az általuk is balosnak tartott oldal-eltolódásos zónában, ami egyébként feltehetően összekapcsolható a Szolnok—Tiszaföldvár térségében térképezett eltolódással. (Ezen munka keretén belül azért nem kíséreltük meg egyesíteni ezeket az oldal-elmozdulásos vető rendszereket, mert a rendelkezésünkre álló idő és a szelvényállomány ezt nem tette lehetővé.)

4.2. A feszültségtér történet jellemzése, következtetések

Az egyes tektonikai fázisokhoz (9. ábra) általunk rendelt feszültségtereket (10. ábra) vizsgálva a következő alapvető tulajdonságok figyelhetők meg. Négy tektonikai fázisban (I., III., V., VI.) a főfeszültségek valamelyike függőleges (normál vetőket vagy feltolódásokat okozva), míg a maradék három fázisban (II., IV., VII.) mindkét főfeszültség vízszintes (oldal-eltolódásos folyamatokat kialakítva).

Ha a főfeszültségek vízszintes síkban történő forgását tekintjük (hiszen minden fázisban legalább az egyik főfeszültség vízszintes irányú), akkor a következő jellegzetességeket figyelhetjük meg. A maximális főfeszültség a mezozoós takaró képződés során jellemző északnyugati iránytól az óramutató járás szerinti irányban forgott a kvarterben elért északkeleti irányú pozíciójáig. A minimális főfeszültség megelőzte 90 fokkal a maximális főfeszültséget és

északkelet felől délkeletig forgott el ugyanebben az időszakban.

A főfeszültségek vízszintes síkbeli mozgása alátámasztja a Szolnoki flis árok és az azt követő Pannon-medence fejlődéstörténetét okozó folyamatokat. A Kárpáti ív mentén ugyanis északnyugat felől a délkeleti csücsökig az óramutató járásának megfelelő irányú szubdukció zajlott le az alsó miocéntől a pliocén-kvarterig. Ezt példázza az 1. ábra, amelyen a JIRIČEK [1979] által meghatározott „orogén vektor” — CSONTOS et al. [1991] cikke nyomán — a flisbeli rátolódások irányát és az adott kor kezdőbetűjével jelzett keletkezési idejét adja meg. A kompresszió okát a délről észak felé nyomuló Adriatisz tüske képezte. A maximális főfeszültség abban az irányban alakult ki, amelyben már volt lehetőség ellentétes irányból megtámasztásra, tehát ahol már befejeződött a szubdukció. A maximális főfeszültséget az óramutató járása szerint 90 fokkal megelőző minimális főfeszültség forgása ugyanezzel magyarázható. A minimális főfeszültség iránya ugyanis nem más, mint a legnagyobb lehetséges tágulási irány, amely természetesen a megtámasztásra merőleges és a Kárpáti ív mentén az éppen még nem szubdukálódott rész felé mutat.

5. Összefoglalás

A kutatás minden mozzanata azt a célt szolgálta, hogy kialakítsuk a jelenleg rendelkezésünkre álló adatrendszer alapján a vizsgált terület szerkezetfejlődési modelljét.

Az elsősorban mélyfúrési és szeizmikus adatokon alapuló szerkezeti és sztratigráfiai értelmezés közvetlen eredménye a tektonikai fázisok jellegének, nagyságának és irányának korok szerinti bontásban történő meghatározása volt, amelyet sűrítve „A hét tektonikai fázis jellemzőinek összefoglalása” című 9. ábra tartalmaz. Az analízis közvetett eredménye a tektonikai fázisok paramétereiből (jelleg, nagyság, irány) visszakövetkeztetett feszültségterek sorozata volt, amelyet a „Feszültségtér történet” című 10. ábra foglal össze. Ez az ábra a maximális és minimális főfeszültségek irányváltozásait tükrözi a vizsgált földtani korok során.

A közvetlen és közvetett eredmények alapján levonható végkövetkeztetés túlmutat a kutatott terület (Közép-Alföld) határain, hiszen a tektonikai fázisok alapján általunk meghatározott feszültségtér történetet összehasonlítva a Kárpáti ív mentén lezajló szubdukciós folyamattal, a vízszintes síkban mozgó főfeszültségek irányát tekintve időbeli és térbeli

egyeztést kapunk (amint azt részletesen kifejtettük a 4.2. fejezetben). Ez a szubdukció meghatározta a Kárpát-medence fejlődéstörténetét, így a Szolnoki flis árok, majd az azt követő Pannon-medence folyamatait is. Ezért vizsgálataink eredményei — eredményeink szerint — hozzájárulnak a Kárpát-medence fejlődéstörténetének részletesebb megismeréséhez.

Köszönetnyilvánítás

Elsősorban köszönetet mondok az *Országos Tudományos Kutatási Alap*nak, amiért a T 4332 nyilvántartási számú téma keretén belül anyagi támogatást nyújtott az ismertett kutatási munkák elvégzéséhez, és a *Magyar Geológiai Szolgálat*nak (valamint elődjének, a *Központi Földtani Hivatal*nak), amely a „Magyarország tektonikája és neotektonikája” című projektjén keresztül finanszírozta a most lezárult kutatást.

Továbbá megköszönöm az alábbi hatóságoknak és intézményeknek az adatok rendelkezésre bocsátását, azok vizsgálatának engedélyezését és az együttműködést: *Magyar Olaj- és Gázipari Rt.*, *Magyar Bányászati Hivatal*, *Magyar Állami Földtani Intézet*, *ELTE TTK Geofizikai Tanszék*, *ELTE TTK Földtani Tanszék*.

Különösen köszönöm dr. POSGAY Károlynak és dr. HORVÁTH Ferencnek, hogy mindig készen álltak a konzultálásra és iránymutató tanácsaikkal segítettek munkámat. Visszamenőleg köszönettel tartozom dr. KILÉNYI Évának, aki a területen végzett korábbi kutatások során nyújtott komoly szakmai segítséget. Ezen túl is megköszönöm az *ELGI vezetőinek és kollektívájának* lelkes munkáját, akik elősegítették a terepi mérések gondos kivitelezését, valamint az adatok kiváló minőségű feldolgozását és a cikk összeállításában nyújtott segítséggel is hozzájárultak a kutatási eredmények jelenlegi formában történő közreadásához. Külön köszönöm férjem, DETZKY Gergely szíves közreműködését, aki a számítógépen készített ábrákat előállította.

HIVATKOZÁSOK

ÁDÁM O. 1987: Szeizmikus kutatás I-II. Tankönyvkiadó, Budapest

BALLA Z. 1990: The Pannonian basin: a study in basin evolution: discussion. *AAPG Bull.* **8**: 1273–1280

- BÁLDI-BEKE M., NAGYMAROSY A. 1991: On the age of the Szolnok flysch and its possible correlation with the Carpathian flysch units. Abstracts of the 4th INA Conference, Prague, 40–42
- BISZTRICSÁNY E. 1977: A Kárpát-medence földrengetés-veszélyeztetettségéről; *Földtani Közlöny* **107**, 94–101
- CSONTOS L., TARI G., BERGERAT F., FODOR L. 1991: Evolution of the stress fields in the Carpatho-Pannonian area during the Neogene. *Tectonophysics* **199**, 73–91
- CSONTOS L., NAGYMAROSY A., HORVÁTH F., KOVÁCS M. 1992: Tertiary evolution of the Intra-Carpathian area: a model. *Tectonophysics* **208**, 221–241
- DEZKY G. 1993: Sekélyszizmikus mérés Szolnok környékén és az eredmény számítógépes feldolgozása — kézirat
- DEZKY G., D. LŐRINCZ K., MARKOS T. 1996: Sekélyvízi szeizmikus mérések legújabb tapasztalatai az ELGI-ben. *Alföld '96 Vándorgyűlés, Kerekegyháza, Program 20–21*
- D. LŐRINCZ K. 1991: Jelentés a Szolnok környékén 1989–90-ben végzett szeizmikus reflexiós mérésekről és a terület összefoglaló értelmezéséről. *ELGI Adattár*, 1–96
- D. LŐRINCZ K., SZABÓ P. 1992: Többfázisú oldaleltolódásos tektonizmus vizsgálata a Szolnok környéki szeizmikus szelvényeken. *Magyar Geofizika* **33**, 2–3, 85–108
- D. LŐRINCZ K., SZABÓ P. 1993: Seismic analysis of multiphase tectonism in the central part of the Pannonian basin in Hungary. *Generation Accumulation and Production of Europe's Hydrocarbons III*, A.M. SPENCER (Ed.), Special Publication of the European Association of Petroleum Geoscientists No. 3., Springer Verlag Berlin, Heidelberg 311–323
- D. LŐRINCZ K., DETZKY G., JÁNVÁRI I., KISS-PARCIU P. M., SZILI-GYÉMÁNT P. 1993: Seismic study of Neogene tectonism in the Flysch belt, in Hungary. Meeting of Association of European Geological Societies, Budapest
- D. LŐRINCZ K., DETZKY G., KISS-PARCIU P. M., TÍMÁR Z. 1994: Tektonikai analízis különböző behatolási mélységű szeizmikus szelvények alapján. *MGE Vándorgyűlés, Sáropatak*
- D. LŐRINCZ K., DETZKY G., KISS-PARCIU P. M. 1996a: Seismic study of tectonic evolution in the central part of the Pannonian basin in Hungary. 58th Conference and Technical Exhibition of the EAGE, Amsterdam; Extended Abstracts, Vol. 2. A030

- D. LÓRINCZ K., DETZKY G., KISS-PARCIU P. M. 1996b: Feszültségtér történet meghatározása szeizmikus szelvényeken azonosított többfázisú tektonizmus alapján, a Szolnoki flis öv nyugati peremén. Alföld '96 Vándorgyűlés, Kerekegyháza, Program 11–12
- D. LÓRINCZ K. 1996: Zárójelentés a „Részletes tektonikai vizsgálatok a Közép-Alföldön” című OTKA témapályázatról, 1–41. ELGI adattár
- FODOR L., HORVÁTH F., GERNER P., DÖVÉNYI P., TARI G., BADA G. 1996: Benefits for hydrocarbon exploration in the Pannonian Basin from the IBS project. 58th Conference and Technical Exhibition of the EAGE, Amsterdam. Extended Abstracts, Vol. 2. A004
- FRANYÓ F. 1994: A negyedidőszaki képződmények vastagsága és kifejlődése Szolnok távolabbi térségében és ezek összefüggése a szerkezeti mozgásokkal. ELGI adattár p. 1–13, 89 db. melléklet
- GERNER P. 1994: Közép-magyarországi mobilis öv vízrajzi hálózatának iránystatisztikai vizsgálata. ELGI adattár 1–24
- GÉCZY B. 1973: Plate tectonics and paleogeography in the East-Mediterranean Mesozoic. *Acta Geologica Acad. Sci. Hung.* **17**, 421–428
- GÚTHY T., HEGEDŰS E. 1988: Age determination of microfaults by high-resolution reflection seismics for seismic hazard investigations. 50th Conference and Technical Exhibition of EAEG, The Hague, Abstracts of Papers and Posters, 216
- HARDING T. P. 1974: Petroleum traps associated with wrench faults. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* **58**, 1290–1304
- HARDING T. P. 1990: Identification of wrench faults using subsurface structural data: criteria and pitfalls; *Am. Ass. Pet. Geol. Bull.* **74**, 10, 1590–1609
- HORVÁTH F. 1987: Az Alföld és környezetének neogén kéregfejlődése. Az MTA Szegedi Akadémiai Bizottságának kiadványai: Az Alföld medencealjazatának szerkezetfejlődése, Szeged, 29–35
- HORVÁTH F., CSONTOS L., DÖVÉNYI P., WÉBER Z., DRAHOS D., NAGYMAROSY A., SZÉKELY B., TÍMÁR G., GYÓRI E., SZABÓ A., VÁRKONYI L., CSERNY T., CZELLER I., GOMBOS Cs., REMETE L., SAMU L., BUNTEBARTH G. 1993: Paks környezetének szerkezeti viszonyai és nagytektonikai helyzete az újabb szeizmikus szelvények és más földtani-geofizikai adatok komplex kiértékelése alapján. Kutatási jelentés a Paksi Atomerőmű Rt. megbízásából, 1–92 és 38 db. melléklet
- JIRIČEK R. 1979: Tectogenetic development of the Carpathian arc in the Oligocene and Neogene. *In: MACHEL M. (Ed.) Tectonic profiles through the West Carpathians.* GUDS, Bratislava, 205–214
- KÁZMÉR M., KOVÁCS S. 1985: Permian-Paleogene paleogeography along the eastern part of the Insubric-Periadriatic lineament system: evidence for continental escape of the Bakony-Drauzug unit. *Acta Geol. Hung.* **28**, 71–84
- KILÉNYI É., D. LÓRINCZ K., J. KÁNTOR I. 1991: Possible oil and gas traps related to a wrench-fault zone in Hungary. *Int. Conf. of AAPG, London, Abstracts* 57
- KISS-PARCIU P. M., D. LÓRINCZ K., REDLERNÉ TÁTRAI M. 1995: Tectonic evolution in the central part of the Pannonian Basin, Hungary. 57th Conference and Technical Exhibition of EAGE, Glasgow. Extended Abstracts Vol. 2. P563
- MARKOS T. 1996: Módszertani kísérleti szeizmikus mérés a cinkotai Naplás tó jegén. Ifjú Szakemberek Ankétja, Balatonvilágos, Program 7. o.
- MÁRTON E., MÁRTON P. 1983: A refined polar wander curve for the Transdanubian Central Mountains and its bearing on the Mediterranean history. *Tectonophysics* **98**, 43–57
- NAGYMAROSY A., BÁLDI-BEKE M. 1993: The Szolnok unit and its probable paleogeographic position. *Tectonophysics*, **226**, 457–470
- POGÁCSÁS Gy., VAKARCS G., BARVITZ A., LAKATOS L. 1989: Post-rift strike-slip faults in the Pannonian Basin and their role in the hydrocarbon accumulation. *Proc. 34th Int. Geoph. Symp., Assoc. Hung. Geophys., Budapest, Vol. II*, 601–611
- POSGAY K., HEGEDŰS E., TÍMÁR Z. 1990: The identification of mantle reflections below Hungary from deep seismic profiling. *Tectonophysics* **173**, 379–385
- POSGAY K., SZENTGYÖRGYI K. 1990: A litoszférát harántoló eltolódásos törérendszer a Pannonmedence keleti részén. *Magyar Geofizika XXXII*, 1–2, 1–15
- POSGAY K. 1991: Jelentés a litoszféra és az asztenoszféra alapkutatásáról; információk szerzése a nyersanyag lelőhelyek előfordulási törvényszerűségeinek vizsgálatához. ELGI adattár
- REDLERNÉ TÁTRAI M. 1994: Jelentés a „Tektonika — neotektonika — Geofizikai kutatások a Pannonmedencében” című projekt eredményeiről. ELGI adattár 1–41
- RIEDEL W. 1929: Zur Mechanik geologischer Brucherscheinungen: *Centralbl. f. Mineral. Geol. u. Pal.*, v.B, 354–368

- RUMPLER J., HORVÁTH F. 1988: Some representative seismic reflection lines from the Pannonian Basin and their structural interpretation. *AAPG Memoir* **45**, 153–170
- SANDERSON D. J., MARCHINI W. R. D. 1984: Transpression. *J. Struct. Geol.* **6**, 449–458
- SYLVESTER A. G. 1988: Strike-slip faults. *Geol. Soc. Amer. Bull.* **100**, 1666–1703
- SZEPESHÁZY K. 1975: Az ÉK-i Kárpátok földtani felépítésének és a kárpáti térségben való nagyszerkezeti helyzetének vázlatja. *Általános Földtani Szemle* **8**
- TARI G., BÁLDI T., BÁLDI-BEKE M. 1993: Paleogene retroarc flexural basin beneath the Neogene Pannonian Basin: a geodynamic model. *Tectonophysics* **226**, 433–355
- TCHALENKO J. S. 1970: Similarities between shear zones of different magnitudes. *Geological Society of America Bulletin* **81**, 1625–1640
- WILCOX R. E., HARDING T. P., SEELY D. R. 1973: Basic Wrench Tectonics. *AAPG Bull.* **57**, 1, 74–96

Mérnökgeofizikai szondázási adatok értelmezése statisztikai módszerekkel¹

OCSENÁS PÉTER²

A mérnökgeofizikai szondázás (MGSZ) a kismélységű geofizikai kutatások hatékony módszere. Laza üledékes kőzetek felső 15–30 méterének vizsgálatára alkalmazható.

A tanulmányban az MGSZ során meghatározott geofizikai paraméterek (csúcsellenállás, természetes gamma aktivitás, γ - γ aktivitás és neutron-neutron aktivitás) és egyes földtani jellemzők (szemcseméret és ásványos összetétel) összefüggéseinek statisztikai analízise szerepel. A regresszió és klaszter analízissel megállapítható, mennyiben alkalmazhatók a mért paraméterek a kőzet-jellemzők minőségi és mennyiségi becslésére.

A statisztikai módszerek alkalmazásának lényeges eredménye, a két különböző területre érvényes függvénykapcsolatok meghatározása mellett, a kőzetparaméter becslések megbízhatóságának számítása.

P. OCSENÁS: Interpretation of engineering geophysical sounding data with the help of statistical methods

The engineering geophysical sounding is an effective method for shallow geophysical survey. It can be applied in investigation of unconsolidated sediments in the uppermost 15–30 m depth interval.

The relationship between the measured geophysical parameters (cone resistance, natural γ activity, γ - γ activity, neutron-neutron activity) and geological parameters (grain size, mineral composition) are analyzed by statistical methods. Regression and cluster analysis may help to determine whether the measured physical parameters can be applied for qualitative and quantitative estimation of rock parameters.

An important result of application of statistical methods is the determination of applicable function for two different area and the calculation of reliability of estimated rock parameters.

Bevezetés

Az elmúlt években nagy mennyiségű mérési adat gyűlt össze az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben a kismélységű vízbázisok veszélyeztetettségének meghatározását célzó geofizikai kutatások során [CSALAGOVITS et al. 1994]. A program célkitűzése volt olyan geofizikai módszeregyüttes kidolgozása, amely (laza üledékekben) alkalmas lehet a hidrogeológia által használt rétegeparaméterekkel jellemzett felszínközeli földtani szerkezet megismerésére.

A geofizikai eredmények ellenőrzésének érdekében a geofizikai mérésekkel párhuzamosan földtani módszereket (terepi és labor vizsgálatok) is alkalmaztunk. A földtani és a geofizikai eredmények együttes értelmezése során felmerült az adatok statisztikai elemzésének szükségessége. Az analízis elvégzéséhez lehetőséget nyújtott a *Matematikai statisztikai és geostatistikai módszerek alkalmazása*

a geofizikában című OTKA pályázat keretében beszerzett SPSS statisztikai programrendszer.

1. Az alkalmazott geofizikai-földtani módszerek

A kismélységű vízbázisok veszélyeztetettségének felmérésére a következő geofizikai-földtani módszer-együttest alkalmaztuk:

- 1) Felszíni elektromos ellenállás mérések (vertikális elektromos szondázás)
- 2) Mérnökgeofizikai szondázás
- 3) Szívárogatási vizsgálatok
- 4) Talajmintavételek
- 5) Laboratóriumi elemzések (szemcseeloszlás, ásványos összetétel, természetes gamma spektrum felvételek).

A vertikális elektromos szondázások (VESZ) során különböző árambevezető elektródátávolságokhoz tartozó ellenállás adatokból inverziós eljárással rétegeellenállások és a rétegvastagságok számíthatók. A méréseket 250–300 méteres maximális elektródátávolságokkal, szelvény mentén 50–100 méteres

¹ Beérkezett: 1996. november 21-én

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

ponttávolságokkal végezve, a felső 40–60 m vastagságú öszlet fajlagos elektromos ellenállás adatokkal jellemzett alapszerkezete meghatározható. Ennek ismeretében a jellegzetes szakaszokon, illetve változási zónákban jelölhető ki a mérnökgeofizikai szondázások (MGSZ) helyei.

A mérnökgeofizikai szondázás a talajmechanikai vizsgálatokban alkalmazott CPT (Cone Penetration Test) és egyes radioaktív karotázs módszerek együttes alkalmazása. 1993-ban öt paraméter detektálására volt lehetőség. Ezek a rudazat lenyomásához szükséges teljes hidraulikus nyomás, a képződmények törési szilárdságával arányos csúcscellenállás (cp), természetes gamma aktivitás (TG) valamint a rudazatban lejutott gamma-, illetve neutronforrás hatására megjelenő gamma-gamma (GG), illetve neutron-neutron (NN) aktivitás.

A 10 cm-ként elvégzett mérésekből állnak össze a paraméterszelvények. Ahol az előzetesen szűrt mélységszelvényekben egyszerre, ill. közülük az egyikben, meghatározott szakaszon, definiált nagyságrendű változás következik be, ott lesz a mérnökgeofizikai réteghatár [FEJES 1996]. A réteghatár adatok az egyes réteghatárok közötti paraméter értékek átlagaként adódnak. A szondázási adatok alapján meghatározhatók a szivárogtatási vizsgálatok (víznyeletéssel történő k tényező meghatározás) és a (spirálfúróval történő) talajminta-vételek mélységei.

A felszínre hozott talajmintákon laboratóriumi vizsgálatokat végeztünk: szemcseeloszlási vizsgálatokat, ásványos összetétel meghatározást (röntgen por diffrakciós és termikus elemzést).

2. A mérési anyag és a számított paraméterek minősítése

A statisztikai vizsgálatok megkezdése előtt lényeges annak tisztázása, milyen hibákkal terhelt a rendelkezésre álló mérési anyag (és a számított paraméterek) és ez hogyan jelentkezik a különböző jellegű mérések összehasonlításakor.

Az elemzés során felhasznált paraméterek: csúcscellenállás, természetes gamma aktivitás, porozitás (gamma-gamma és neutron-neutron mérésekből számított), szemcseeloszlási adatok, ásványos összetétel adatok.

A csúcscellenállás adatok értelmezésénél problémát jelenthet, hogy a nagyobb szemcseátmérőjű kőzetben (kavics) a mérési eredmények szórása megnő. A mérnöki gyakorlatban a kavicsot tartalmazó kőzet vizsgálatára nagyobb átmérőjű szondát alkalmaznak. Erre nem volt lehetőségünk, így a statisztikai

elemzés során csökkenő súlyokkal kell figyelembe venni a nagy szemcseátmérőjű zónák csúcscellenállás adatait (4.2. pont).

A radioaktív méréseket, jellegükénél fogva statisztikai ingadozás jellemzi. Az előzetes szűréssel valamint a rétegátlag számítással ennek zavaró hatása csökkenthető.

A természetes γ adatok közvetlenül összehasonlíthatók a kőzetminta vizsgálatok eredményeivel (használható kőzetparaméterek becslésére, részletezve a 4. pontban). A paraméter becsült mérési hibája $\pm 2\%$.

A gamma-gamma és a neutron-neutron intenzitási értékeket a víztelítettség (S_w) is befolyásolja (ez többek között a mindenkori vízszint függvénye, ami nem kőzetjellemző). A detektorba jutó szórt gamma, illetve neutron intenzitások

$$I_y = A\rho e^{-B\rho} \quad (2.1)$$

$$I_N = Cw_N e^{-Dw_N} \quad (2.2)$$

ahol ρ — sűrűség

w_N — neutron víztartalom.

Az A , B , C , D együtthatók a szondageometria (forrás—detektor távolság) és a forráserősség függvényei, értékük kalibráció során számítható.

Egyszerű kőzetmodellt alkalmazva (agyag, kőzetmátrix, víz, levegő) a mért sűrűsége érvényes a

$$\rho = S_w \Phi + (1 - \Phi - v_{cl})\rho_{ma} + v_{cl}\rho_{cl} \quad (2.3)$$

egyenlet, ahol Φ — porozitás

v_{cl} — agyagtartalom

ρ_{ma} , ρ_{cl} — mátrix- és agyagsűrűség

S_w — víztelítettség,

a neutron víztartalomra:

$$w_N = w + v_{cl}w_{Ncl} \quad (2.4)$$

ahol w — víztartalom (= ΦS_w)

w_{Ncl} — tiszta agyagban mért neutron víztartalom (kb. 15–17%).

Utóbbi két egyenletből, $\rho_{ma} = \rho_{cl}$ feltétellel, kis agyagtartalom esetén (ekkor $w_N \cong w$) a porozitás számítható, ami használható kőzetparaméterek becslésére. A számított porozitás becsült hibája $\pm 5\%$.

A talajminták vételezésekor 0,6—0,8 kg tömegű kőzetet hozunk a felszínre. Ez a spirálfúró átmérőjének függvényében 10—40 cm furathosszúságról gyűjthető össze. Ezt is figyelembe véve az a mélység, ahonnan a minta származik, ± 50 cm-es pontossággal jellemezhető. Mivel mérnökgeofizikai szondázáskor in situ paraméter meghatározás történik, a talajminta-elemzési és a mérnökgeofizikai eredmények együttes vizsgálatakor a legjelentősebb hibaforrás, a mélységegyeztetésből eredő bizonytalanság (különösen vékony, egymástól lényegesen eltérő fizikai paraméterekkel jellemzett felépítés esetén).

A mélységegyeztetés mellett további hibaforrás lehet, a kiemeléskor a minta keveredése a lyukfal anyagával, valamint a finomabb szemcsék kimosódása a vízszint alóli mintavételezés alkalmával.

A szemcseeloszlási vizsgálatok során, az egyes frakciókhoz tartozó tömegszázalék adatok %-os pontossággal határozhatók meg.

A szemcseeloszlási adatokból a hidrogeológiai gyakorlatban általánosan használt Zamarin-féle hatékony szemcseátmérőket [ZAMARIN 1954] számítottam az

$$\frac{1}{d_h} = Z_1 \Delta m_1 + \dots + Z_n \Delta m_n \quad (2.5)$$

egyenlet alapján, ahol

d_h — a Zamarin-féle hatékony szemcseátmérő

$Z_1 \dots Z_n$ — az elsőől az n -ik frakcióhoz tartozó Zamarin-féle együtthatók

$\Delta m_1 \dots \Delta m_n$ — az egyes szemcseátmérő tartományokhoz tartozó tömegszázalék értékek.

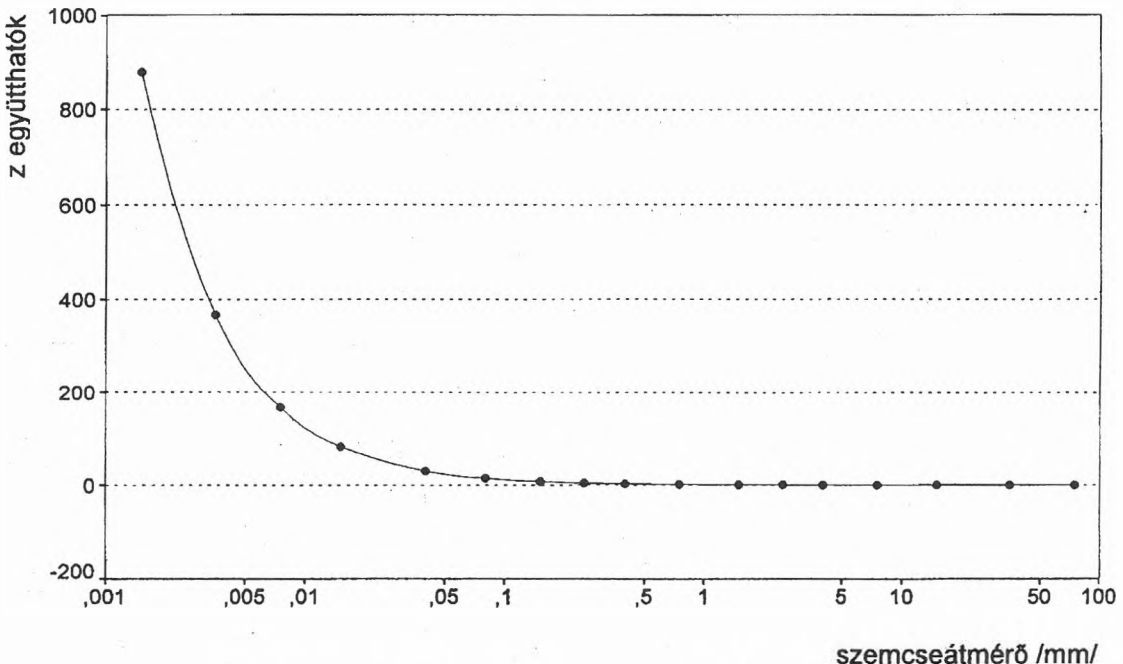
A hatékony szemcseátmérő felhasználásával becsülhetők a kőzet szivárgási paraméterei. A szemcseátmérő növekedésével exponenciálisan csökkenő együtthatók az 1. ábrán láthatók. Amint az a (2.5) összefüggésből és az 1. ábrából látható, a hatékony szemcseátmérőt döntő mértékben a kisátmérőjű frakciók tömegszázalék adatai befolyásolják. Azon mintáknál, ahol a finomfrakciók részaránya az 1%-os hibahatár körüli (az esetek döntő többségében a nagy átlagos szemcseátmérőjű mintáknál), a hatékony szemcseátmérő meghatározás bizonytalanná válik.

Ekkor a hatékony szemcseátmérő helyett a finomfrakciókra kevésbé érzékeny átlagos szemcseátmérő használható a minták jellemzésére:

$$\bar{d} = d_1 \Delta m_1 + \dots + d_n \Delta m_n \quad (2.6)$$

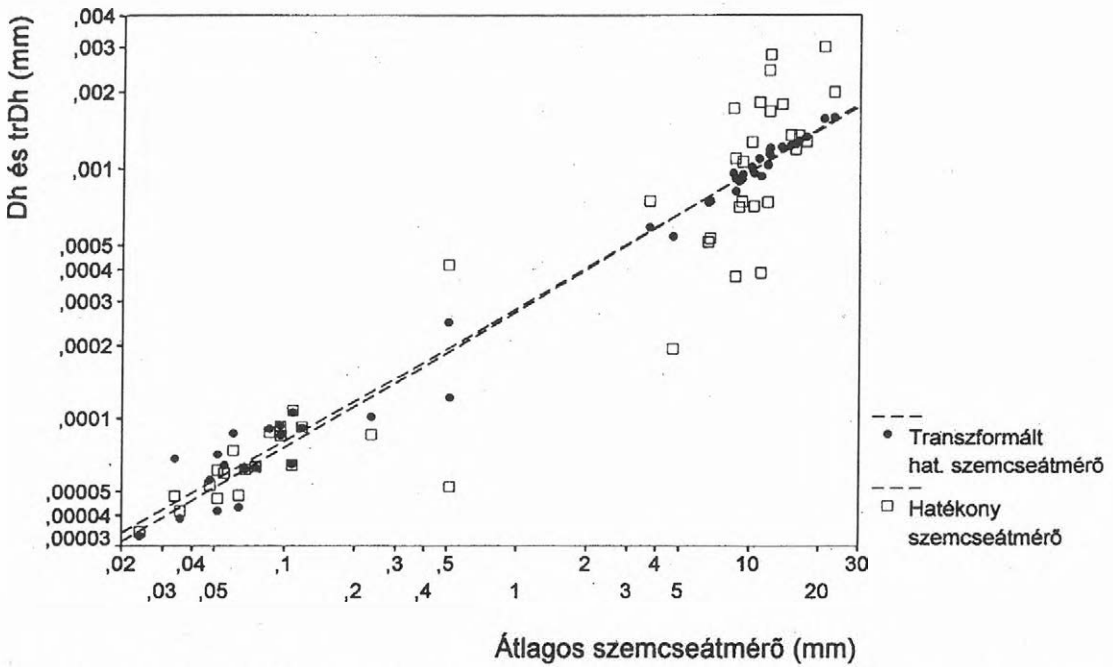
ahol $d_1 \dots d_n$ — az egyes szemcseátmérő értékek.

A 2. ábrán az átlagos szemcseátmérő függvényében látható a hatékony szemcseátmérő a szigetközi minták esetén. A teljes átlagos szemcseátmérő tartomány egységes leírására bevezethetjük az átlagos szemcseátmérővel korrigált hatékony szemcseátmérő fogalmát. Értékét kis szemcseátmérőjű minták esetén a hatékony szemcseátmérő, a szem-



1. ábra. A Zamarin-féle együtthatók a szemcseátmérő függvényében

Fig. 1. The Zamarin coefficients vs grain size



2. ábra. A hatékony szemcseátmérő és a transzformált hatékony szemcseátmérő adatok az átlagos szemcseátmérő függvényében

Fig. 2. The effective grain size and transformed effective grain size vs mean grain size

cseátmérő növekedésével egyre inkább az átlagos szemcseátmérő (az átlagos szemcseátmérő értékekből becsült hatékony szemcseátmérő) befolyásolja. Számítása a 4.1. pontban található.

A röntgendiffrakciós és a termikus elemzéssel végzett ásványos összetétel meghatározás ± 3 tömegszázalékos mérési hibával jellemezhető.

3. Az alkalmazott statisztikai módszerek

A geofizikai értelmezés során a statisztikai módszerek alkalmazásának célja a mért paraméterek közötti összefüggések vizsgálata. Ez magában foglalja az előzetes modellek statisztikai igazolását és a modell minőségi elemzését, illetve a modellek elvetése esetén új modellek felállítását. A mért (geofizikai) paraméterekből egyes (földtani) adatokra vonatkozó kvantitatív becsléshez felhasznált módszer a regresszió analízis. A klaszter elemzés a minőségi értelmezés lehetőségét adja, a mért paraméterek terében elkülönített csoportok (klaszterek) segítségével.

3.1. Regresszió analízis

Tételezzük fel, hogy y és az x_1, \dots, x_p változók között sztochasztikus kapcsolat áll fenn, és y értékét akarjuk becsülni a többi változó alapján. A becsléshez szükséges a függő változó (y) és a független változók kapcsolatát leíró függvény ismerete.

Kétváltozós lineáris esetben (y lineáris függvénye x -nek), feltéve, hogy

- x elhanyagolható mérési hibával bír
- minden adott x -nél mért y értékek eloszlása normális és azonos szórásúak
- az y mérések függetlenek egymástól, az y egyes értékei adott x -nél a következők:

$$y_i = \alpha + \beta \cdot x_i + e_i \quad (3.1)$$

α, β — a regressziós egyenes konstansai
 e_i — hibaváltozó.

Az α, β paraméterek a és b becslését a legkisebb négyzetek módszerével illesztett

$$\hat{y} = a + b \cdot x \quad (3.2)$$

regressziós függvény eltérés-négyzetösszegének (reziduál)

$$\text{Res} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3.3)$$

minimalizálásával határozzuk meg:

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x^2} \quad (3.4)$$

$$a = \bar{y} - b \cdot \bar{x} \quad (3.5)$$

ahol S_{xy} (ld. a Függelék 1. képletét) a kovariancia, S_x^2 (ld. a Függelék 2. képletét) az x változó varianciája, \bar{x}, \bar{y} a minták átlagai.

Az x és y között feltételezett lineáris kapcsolat erősségét leíró korrelációs együttható:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \quad (3.6)$$

A regresszió elemzés során lényeges kérdés a becslések megbízhatóságának meghatározása. Annak a hipotézisnek a vizsgálatára, hogy b regressziós együttható megegyezik β -val, kihasználhatjuk, hogy

$$t = \frac{b - \beta}{S_b} \quad (3.7)$$

$n-2$ szabadsági fokú Student-eloszlást követ, S_b a b együttható standard hibája (ld. a Függelék 3. képletét).

Az összefüggésből következően β , $1-\alpha$ valószínűséggel a

$$b \pm (t_{\alpha/2, n-2}) \cdot S_b \quad (3.8)$$

intervallumban fog elhelyezkedni, ahol $t_{\alpha/2, n-2}$ a Student-eloszlás értéke $n-2$ szabadságfok és $\alpha/2$ szignifikanciaszint mellett. Hasonló megfontolással a regressziós becslések konfidencia intervallumai:

$$\hat{y}_i \pm (t_{\alpha/2, n-2}) \cdot S_{y_i} \quad (3.9)$$

Ennek jelentése, hogy az adott x_i -hez tartozó y_i értékek $1-\alpha$ valószínűséggel a konfidencia intervallumon belül találhatóak, S_{y_i} az y_i standard hibája (ld. a Függelék 4. képletét).

A becslések átlagainak konfidencia intervalluma (az y_i értékek átlagát az adott valószínűséggel tartalmazó intervallum):

$$\hat{y}_i \pm (t_{\alpha/2, n-2}) \cdot S_{\hat{y}_i} \quad (3.10)$$

ahol $S_{\hat{y}_i}$ az \hat{y}_i standard hibája (ld. a Függelék 5. képletét).

Kiterjesztve a független változók számát, a regressziós függvény:

$$y_i = \alpha + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p + e_i \quad (3.11)$$

A legkisebb négyzetek módszerével illesztett függvény:

$$\hat{y}_i = a + b_1 x_1 + \dots + b_p x_p \quad (3.12)$$

Bevezetve a következő jelöléseket:

$$\mathbf{X}^* = \begin{bmatrix} 1, & x_{11}, & \dots, & x_{1p} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1, & x_{n1}, & \dots, & x_{np} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{S}^* = \mathbf{X}^{*'} \mathbf{X}^*$$

A $b(a, b_1, \dots, b_n)$ regressziós együtthatók:

$$b = (\mathbf{S}^*)^{-1} (\mathbf{X}^*)^{-1} \mathbf{y}, \quad (3.13)$$

a becslések az

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{X} \mathbf{b} \quad (3.14)$$

egyenlethez számíthatók.

A β_i együtthatók és az y becslések konfidencia intervallumai a Függelék 6. és 7. egyenletei alapján számíthatók.

A p db független változót felhasználó regressziós becslés (\hat{y}) és a függő változó (y) közötti (lineáris) kapcsolat erősségét a többszörös korrelációs együttható írja le, számítása a 3.6. egyenlet alapján történik.

Egyes független változók és a függő változó közötti korrelációs kapcsolat erőssége a totális korrelációs együtthatóval becsülhető (r_{yx_i}). Ennek értékét a független változók közötti korrelációk is befolyásolhatják, (a független változók közötti korrelációs együtthatókat a korrelációs mátrix tartalmazza, általános elemének számítása a Függelék 8.

egyenletével történik), azaz előfordulhat, hogy az y és x_k változók közötti erős korrelációs kapcsolat oka egy erős y , x_1 és x_k , x_1 korreláció. Fejezzük ki 3.12 képletből \hat{y} -ot, az x_k változót kihagyva, az x -ek függvényeként:

$$\hat{y}_k = a_k + \sum_{i=1, i \neq k}^p b_{ik} x_i \quad (3.15)$$

majd \hat{x} -ot x -ek függvényeként,

$$\hat{x}_k = c_k + \sum_{i=1, i \neq k}^p d_{ik} x_i \quad (3.16)$$

képezzük a

$$\Delta \hat{y} = \hat{y}_k - y \quad (3.17)$$

$$\Delta \hat{x}_k = \hat{x}_k - x_k \quad (3.18)$$

különbségeket, amik korrelálatlanok az x_i ($i \neq k$) változókkal. Az y és x_k változók közvetlen kapcsolatát leíró, $\Delta \hat{y}$ és $\Delta \hat{x}$ közötti korrelációs együttható az x_k és y közötti parciális korrelációs együttható ($\text{Pr}_{y x_k}$).

Az eddig tárgyalt lineáris modell érvényességének vizsgálatához, egyes bemutatott paraméterek mellett, hasznos lehet a regressziós modelltől való eltérések, a reziduálok elemzése (3.3. egyenlet). Előfordulhat, hogy x változó lineáris függvénye rosszul illeszkedik az y értékeihez (kis korrelációs tényező, a paraméterek széles konfidencia intervallumai és nagy reziduálok). Ekkor általános esetben a

$$\hat{y} = f(b_1, \dots, b_m, x_1, \dots, x_p) \quad (3.19)$$

nemlineáris függvény illeszthető az y -hoz, a reziduálok minimalizálásával a b_1, \dots, b_m paraméterek meghatározhatók. Egyes esetekben az adatok transformációjával (logaritmikus, inverz stb.) a változók közötti nemlineáris összefüggés lineárisra visszavezethető.

A regresszioelemzés egyik fontos feltételével, miszerint minden x -hez tartozó y értékek eloszlása normális és szórása konstans, ekvivalens, hogy az x -ekhez tartozó reziduálok állandó szórásúak és a reziduál normális eloszlást követ. Nem állandó szórású reziduál esetén a súlyozott legkisebb négyzetek módszerét [DRAPER, SMITH 1981] alkalmazhatjuk az illesztés során. Ekkor a

$$\text{Res} = \sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{S_{y_i}^2} \quad (3.20)$$

súlyozott eltérés négyzetösszeget kell minimalizálni ($S_{y_i}^2$ az y_i mérés varianciája).

Kis elemszámú, valamint durva hibájú (outlier) adatokat tartalmazó minták esetén a reziduál eloszlása nem közelíthető normális elosztással (az adatmennyiség növekedésével a durva hibájú adatok regressziós modellt befolyásoló szerepe csökken), a regressziós paraméterek becslései bizonytalanokká válnak. A megbízhatóság növelése érdekében szükséges a durva hibájú adatok kiválasztása, valamint az egyes mintaelemek regressziós modellre gyakorolt hatásának meghatározása. Az outlierok kiválasztására az egységnyi szórású standardizált reziduál használható. Amennyiben a mintaelem egy (a becsléshez felhasznált paraméterek mérési és modellhibáinak figyelembevételével) meghatározott értéket meghaladó standard reziduállal bír, az durva hibájú adatnak tekinthető.

Egyes mintaelemek regressziós modellre gyakorolt befolyását a Cook-féle távolság alapján számíthatjuk [COOK 1977]. Az i -ik adatra vonatkozó Cook-féle távolság:

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^n (\hat{y}_j^{(i)} - \hat{y}_j)^2}{(p+1)S_{\text{Res}}^2} \quad (3.21)$$

ahol $\hat{y}_j^{(i)}$ — az i -ik mintaelem elhagyásával illesztett regressziós egyenes értéke,

\hat{y}_j — a becslt érték az összes (n darab) mintaelemet tartalmazó modell esetén,

S_{Res}^2 — a reziduál varianciája.

Azon durva hibájú adatoknál, amelyek jelentősen befolyásolják a regressziós modellt (a hozzájuk rendelt Cook-féle távolság egy határérték feletti), szükséges mérési körülmények vizsgálata. Amennyiben a vizsgálat alátámasztja durva mérési hiba létét, az adatot figyelmen kívül kell hagyni a további elemzés során.

3.2. Klaszter analízis

A klaszter elemzés feladata a mintaelemek osztályokba sorolása. A klaszterezésnek, attól függően, hogy milyen döntéshívővel végezzük az osztályozást, többféle változata ismeretes. Az eljárások két fő csoportra oszthatók: a hierarchikus [ROMESBURG 1984] és a nem hierarchikus módszerekre.

A hierarchikus módszerek közül (az általam alkalmazott) összevonó eljárások általános menete:

- 1) kiindulás n darab egyelemű klaszterből
- 2) a két leghasonlóbb klaszter megkeresése (valamilyen hasonlósági kritérium alapján)
- 3) a két klaszter összevonása, az új klaszter többletől mért távolságának (hasonlóságának) számítása
- 4) a 2) és 3) lépést $(n-1)$ -szer végezve, minden elem egy klaszterbe kerül.

A módszerek abban különböznek egymástól, hogy hogyan definiáljuk a csoportok hasonlóságát.

Az egyszerű lánc-módszer két klaszter távolságát a klaszterek legközelebbi tagjai közötti távolságként definiálja:

$$D(I, J) = \min d(x_i, x_j) \quad (3.22)$$

ahol x_i és x_j — az i és j csoportok mérési értékeit tartalmazó vektorok,

$d(x_i, x_j)$ — az euklideszi távolság. A centroid módszer két klaszter távolságát két klaszter átlagának távolságaként definiálja:

$$D(I, J) = d(\bar{x}, \bar{y}) \quad (3.23)$$

ahol $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$ — az I csoporthoz tartozó elemek átlaga,

$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$ — a J csoporthoz tartozó elemek átlaga.

A csoportátlag módszer (a klaszterek távolsága a csoportelemek egymás közötti távolságának átlaga):

$$D(I, J) = \frac{1}{n_i n_j} \sum_{i,j} d(x_i, x_j) \quad (3.24)$$

A nem hierarchikus módszerek [ANDERBERG 1973] általános felépítése:

- 1) kezdő klaszterek kialakítása (kezdő magpontok megadása)
- 2) mintaelemek elhelyezése a kezdő klaszterekbe
- 3) a mintaelemek átrendezése a klaszterek között valamilyen optimalizáló kritérium szerint.

A klaszterek számát állandónak véve a csoportok közötti átsorolásra jó megoldás lehet MACQUEEN k középpontú módszere:

- a) kiindulunk az első k adatból, mint magpontból

b) a mintaelemeket ahhoz a klaszterhez soroljuk, amely középpontjához legközelebb esnek, a középpontokat minden elem besorolás után újra számítjuk

c) miután minden elemet besoroltunk valamely csoportba, az új középpontokat megfeleltetjük a magpontoknak és újra hasonlítjuk az adatokat a magpontokhoz

d) a b) és c) lépést addig folytatjuk, amíg a klasztertagság állandó nem lesz.

A klaszter elemző eljárásokkal a mért geofizikai paraméterek terében csoportokat különíthetünk el. A minőségi értelmezés feladata olyan felosztást alkalmazni, amelynél a meghatározott klaszterek leginkább megfeleltethetők a kőzetminta vizsgálatok eredményeinek.

4. Mérési eredmények értelmezése

A mérnökgeofizikai adatokból való kőzetparaméter becslést két területen végeztem: a döntően homok és kavics összetételű szigetközi, valamint az elsősorban agyag, kőzetliszt, homok összetételű békési területeken.

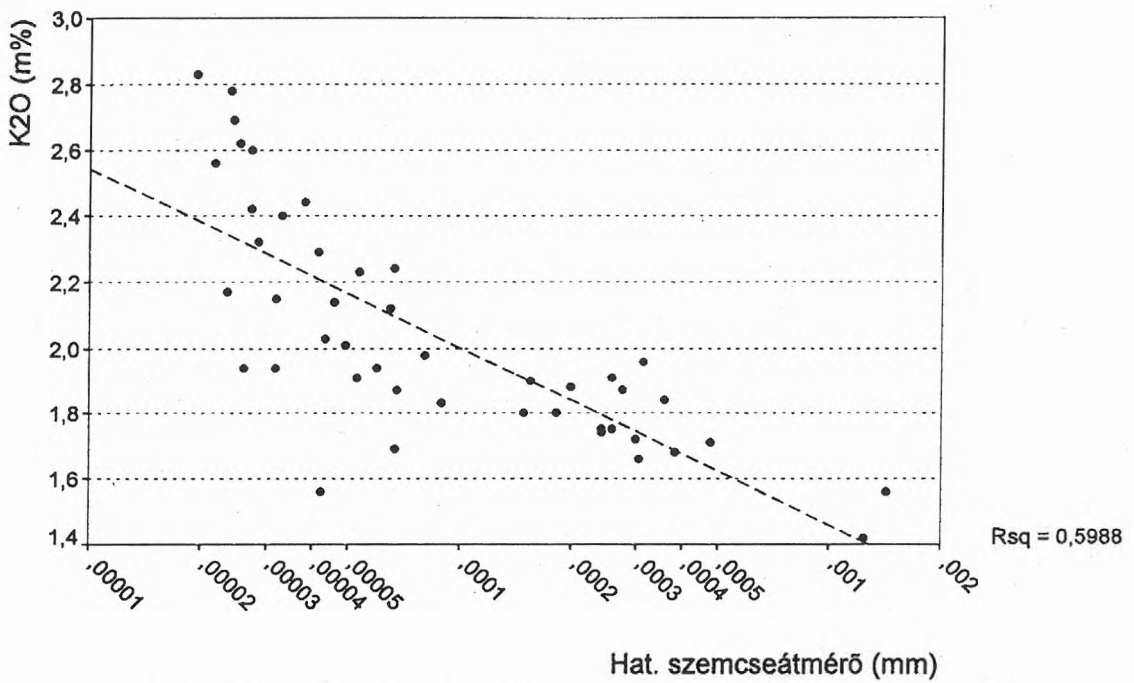
Elsőként tekintsük át, mik a kőzetparaméter becslés elvi alapjai.

A laza üledékes kőzetekben az anyagminőség meghatározására a legáltalánosabban használt módszer a természetes gamma aktivitás mérés. A kőzetek természetes gamma aktivitását döntően a kálium 40-es izotópjá, valamint az urán- és tórium-sorozat elemei okozzák.

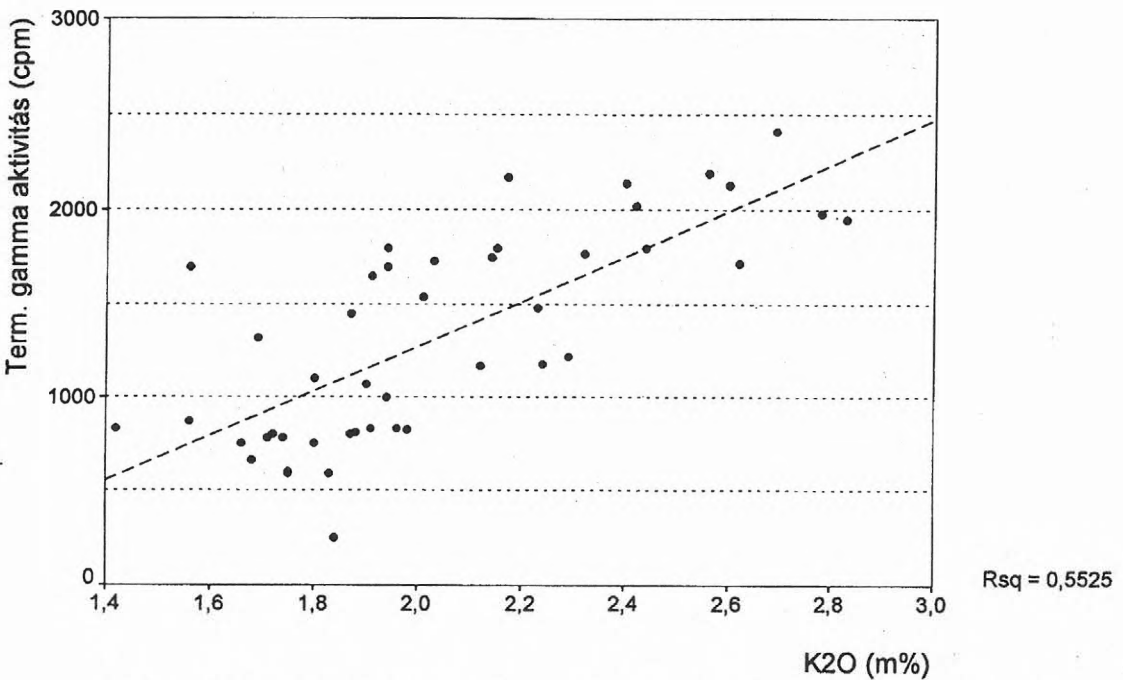
A K^{40} izotóp aránya állandó (független a K előfordulási helyétől), így koncentrációja a kőzet teljes K-tartalmáról ad információt. Mivel a vizsgált üledékekben az elsődleges K-hordozó az illit (a muszkovit részaránya elhanyagolható), ami kis szemcseátmérőjű kőzetben dúsul, a K^{40} -nel arányos K_2O -tartalom a szemcseméret finomodásával nő (3. ábra).

Lényeges kérdés annak eldöntése, milyen mértékben befolyásolja a K-koncentráció az integrális természetes gamma aktivitást. Tekintsük függő változónak a (Békésben) mért természetes gamma adatokat, független változóknak pedig a hatékony szemcseátmérő logaritmusát és a K_2O -koncentrációkat. A 4. ábrán a $TG-K_2O$, az 5. ábrán $TG-lg d_h$ összefüggések találhatók, a számított totális korrelációs együtthatókkal.

A K_2O -koncentráció adatok hatását eltávolítva a $TG-lg d_h$ parciális korrelációs együttható



3. ábra. A K_2O -koncentrációk a hatékony szemcseátmérő függvényében (békési adatok)
 Fig. 3. K_2O concentration vs effective grain size (from Békés country)



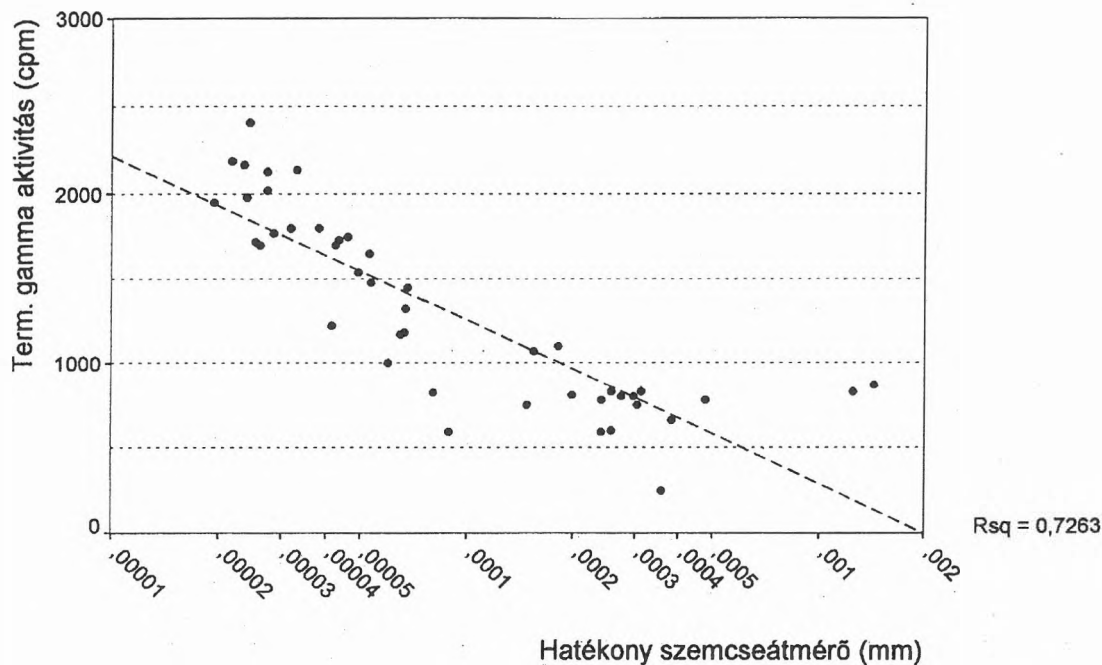
4. ábra. A K_2O adatok és a természetes gamma aktivitás értékek összefüggése (békési adatok)
 Fig. 4. Relationship between K_2O concentration and natural γ activity (from Békés country)

$$\text{Pr}(TG, \lg d_h) = 0,654$$

az $\lg d_h$ adatok hatását eltávolítva:

$$\text{Pr}(TG, K_2O) = 0,253$$

azaz az erős TG — $\lg d_h$ korreláció nem magyarázható a TG — K_2O kapcsolattal, így a természetes gamma aktivitást az U- és Th-sorozat elemei befolyásolják döntő mértékben [CSALAGOVITS et al. 1993]. A másik vizsgált területen, a Szigetközben hasonlóak az eredmények.



5. ábra. A hatékony szemcseátmérő és a természetes gamma aktivitás összefüggése (békési adatok)
 Fig. 5. Relationship between effective grain size and natural γ activity (from Békés country)

Az U- és Th-koncentrációk alakulását az üledék-képződéskor uralkodó geokémiai viszonyok mellett az abszorpciós folyamatok határozzák meg [MAGUMI, MAMURO 1977]. Az abszorpció a közeg fajlagos felületével arányos. A 2. pontban bemutatott hatékony szemcseátmérőt a fajlagos felület becslésére vezették be, azaz a hatékony szemcseátmérő és a természetes gamma aktivitás összefüggésének magyarázata az U- és Th-sorozat elemeinek a szemcseátmérő finomodásával való dúsulása.

A becsült porozitás értékek felhasználásának alapja a kőzetminőség meghatározására a homok, kavics és kevert rétegekben a kavics megjelenésekor megfigyelt porozitás csökkenés. A mérési eredményeken a hatás jól nyomon követhető [OCSENÁS 1994]. Az agyag-homok keverékekre vonatkozó modell [MARION et. al. 1992] analógiájára a homokot és kavicsot tartalmazó keverékekre a porozitás $1 - \Phi_g < v_g$ (v_g a kavics térfogatszázaléka) esetben:

$$\Phi = \Phi_g - v_s(1 - \Phi_s) \quad (4.1)$$

ahol Φ_g — a tiszta kavics porozitása
 Φ_s — a tiszta homok porozitása
 v_s — a homok térfogatszázaléka,
 $1 - \Phi_g > v_g$ esetben

$$\Phi = v_s \Phi_s \quad (4.2)$$

Az egyenletek értelmében, 40% kavics porozitást feltételezve, a kavicsstartalom növekedésével egészen a 60%-os kavicsstartalom eléréséig a porozitás csökken, majd további kavicsstartalom növekedés esetén növekszik a tiszta kavics porozitásának eléréseig. Az agyag homok keverékeknél nem jelentkezik a mérési eredményekben hasonló hatás, így a porozitás értékek várhatóan csak a kavics-homok keverékek szemcseátmérőjének becslésére lesznek alkalmasak.

A csúcscellenállás adatokat a szemcseösszetétel mellett egyéb paraméterek (víztartalom, cementáció) befolyásolják, így az eddig gyakorlat során minőségi becslésre alkalmaztuk (a szemcseméret növekedésével többnyire növekszik a mért csúcscellenállás). Az eddigi tapasztalatok alapján agyag, kőzetliszt, finomhomok elkülönítésére kevésbé, kőzetliszt, homok, ill. kavics megkülönböztetésére igen jól alkalmazható a módszer.

4.1. A szigetközi terület mérési eredményeinek értelmezése (kőzetliszt, homok, kavics)

4.1.1. Regressziós vizsgálatok eredményei (menyiségi értelmezés)

Az elemzés első lépése a 2. pontban említett átlagos szemcseátmérővel korrigált hatékony szemcseátmérő számítása (2. ábra):

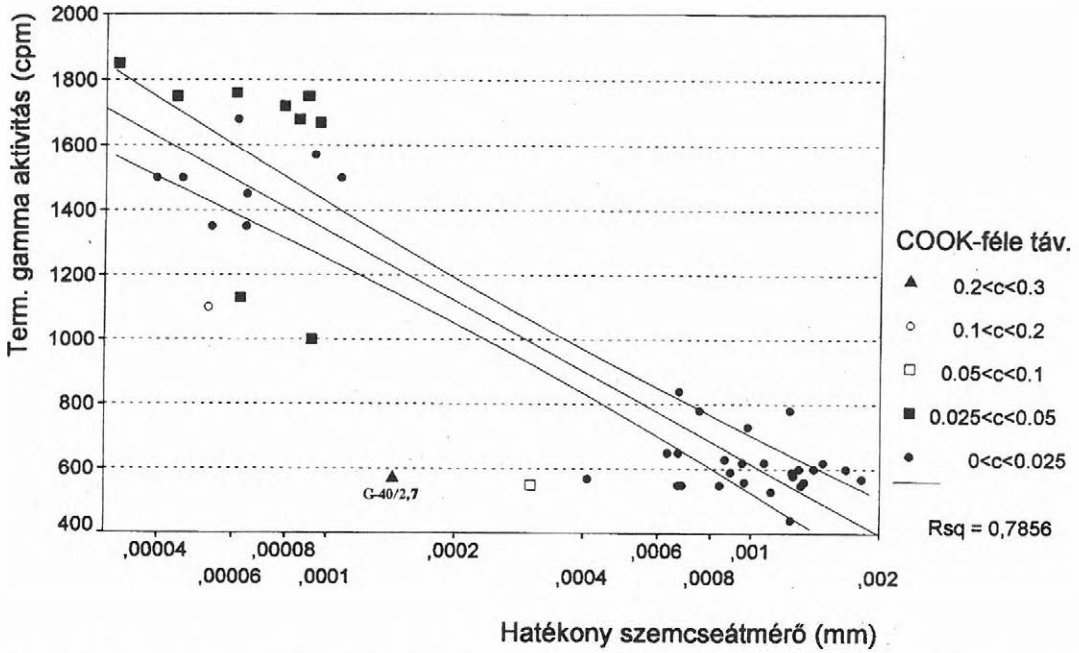
$$\text{tr } d_h = \hat{d}_h(\bar{d}) + \frac{1}{d} \text{Res}(d_h(\bar{d})) \quad (4.3)$$

ahol d_h — transzformált hatékony szemcseátmérő (továbbiakban: hatékony szemcseátmérő)

$\hat{d}_h(\bar{d})$ — az átlagos szemcseátmérő alapján becsült hatékony szemcseátmérő

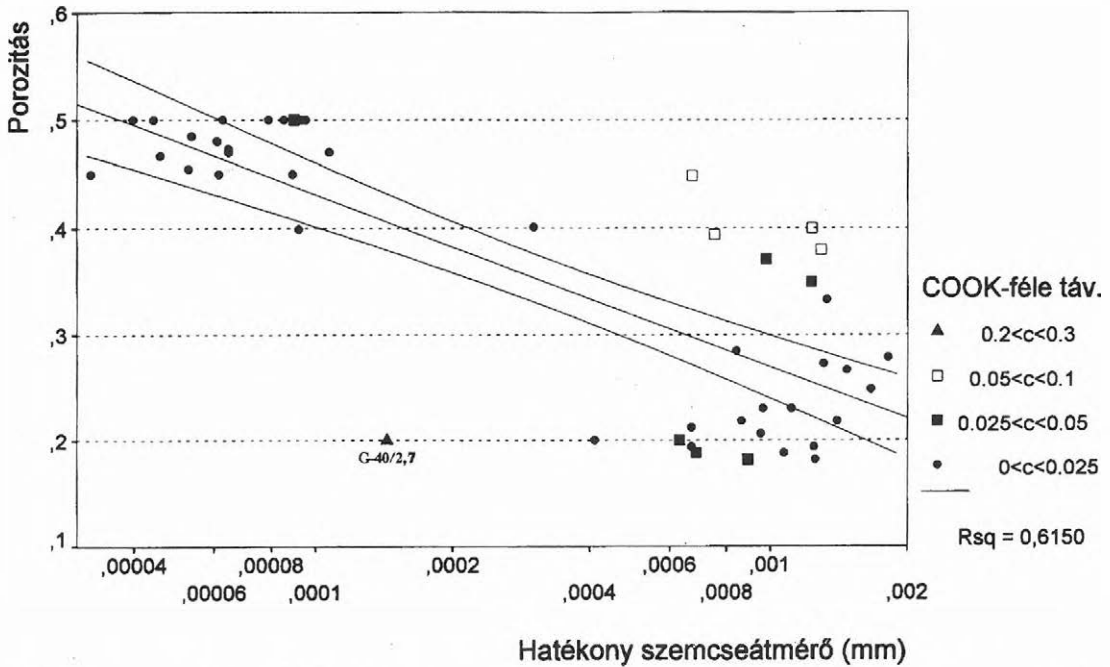
$\text{Res}(d_h(\bar{d}))$ — az átlagos szemcseátmérő alapján becsült hatékony szemcseátmérő reziduál.

Az így számított hatékony szemcseátmérő adatok és a mért geofizikai paraméterek összefüggései szerepelnek a 6., 7. és 8. ábrán, az adatokhoz rendelt Cook-féle távolságok és a determinációs együtthatók (korrelációs együttható négyzete) feltüntetésével.



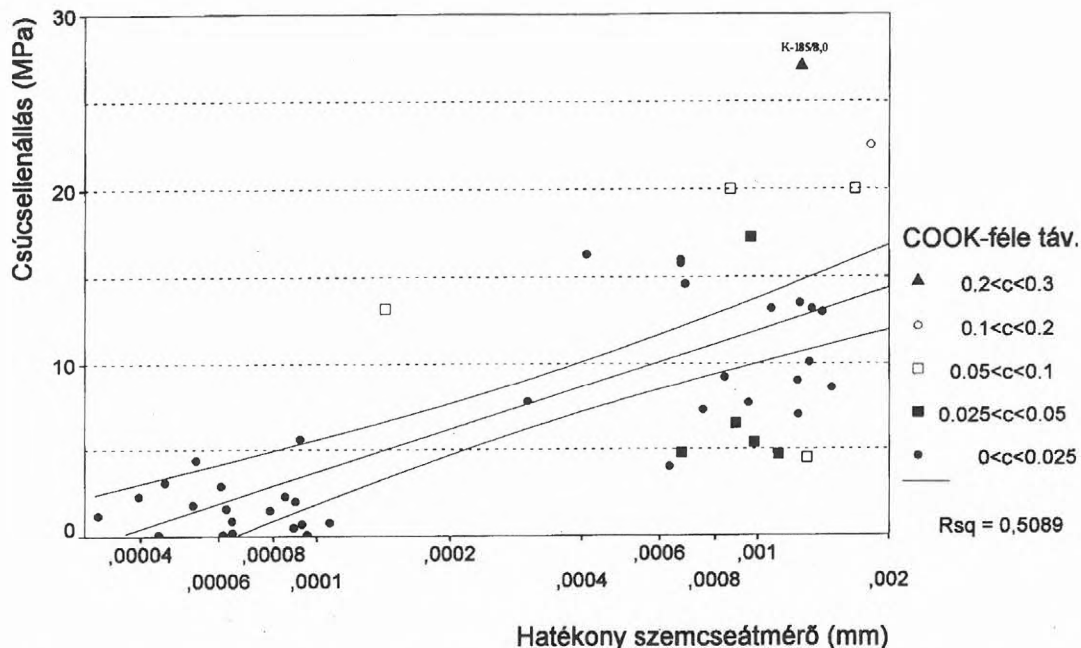
6. ábra. A hatékony szemcseátmérő és a természetes gamma aktivitás összefüggése a Szigetközben, a Cook-féle távolságok és a becsült átlagokhoz tartozó 90%-os valószínűségű konfidenciasáv feltüntetésével

Fig. 6. Relationship between effective grain size and natural γ activity with Cook-distances and 90% confidence band for mean prediction (area of Szigetköz)



7. ábra. A hatékony szemcseátmérő és a számított porozitás értékek kapcsolata a Szigetközben (Cook-féle távolságok, 90%-os konfidenciasáv)

Fig. 7. Relationship between effective grain size and calculated porosity (Cook-distances, 90% confidence band, area of Szigetköz)



8. ábra. A hatékony szemcseátmérő és a csúcsellenállás adatok összefüggése a Szigetközben (Cook-féle távolságok, 90%-os konfidenciasáv)

Fig. 8. Relationship between effective grain size and cone resistance (Cook-distances, 90% confidence band, area of Szigetköz)

A regressziós ábrákon látható modelleket nagymértékben befolyásoló mintaelemek (Cook-féle távolság $> 0,2$) a 6. ($TG-d_h$) ábrán a (0,000143, 570), a 7. ($\Phi-d_h$) ábrán a (0,000143, 0,2), a 8. ($cp-d_h$) ábrán a (0,001259, 27,0) koordinátájú pontok (az első kettőnél a G-40/2,7, a $cp-d_h$ ábrán a K-185/8,0 jelű mérési pontok). A 9., 10. és 11. ábrán a hatékony szemcseátmérő függvényében szerepelnek az egyes modellek standardizált reziduál értékei. A G-40/2,7 ponthoz mindhárom esetben magas abszolút értékű reziduálok tartoznak.

Az említett, G-40-es szondázási szelvényeket vizsgálva kiderül, hogy 2,4 m-es mélységben található egy réteghatár, e felett finomszemcsés réteg található. Valószínűleg a mintavételezés során keveredett a durvaszemcsés réteg (ennek a geofizikai paraméterei szerepelnek az összehasonlítás során) a finomszemcsés réteg anyagával. Mindezek alapján a tárgyalt mintaelem durva hibájú adatnak tekinthető, így a további elemzés során figyelmen kívül kell hagyni.

Az újraszámított determinációs (korrelációs) együtthatók:

$$r^2(TG, d_h) = 0,822 (r = 0,901)$$

$$r^2(\Phi, d_h) = 0,676 (r = 0,822)$$

$$r^2(cp, d_h) = 0,543 (r = 0,737)$$

A 8. és 11. ábrán jól látható, hogy a szemcseméret növekedésével nő a csúcsellenállás adatok szórása (ld. 2. pont), így a súlyozott legkisebb négyzetek módszerét használhatjuk a regressziós egyenes meghatározására. A $w(d_h) = 1/(\lg d_h)^2$ súlyfüggvény-nel számolva a determinációs (korrelációs) együttható:

$$wr^2(cp, d_h) = 0,605 (wr = 0,778)$$

Az illesztett regressziós egyenes a 12. ábrán látható.

A kapott összefüggésekből becsülhető, hogy adott hatékony szemcseátmérőjű közegben mennyi lesz a mért geofizikai paraméterek értéke. A következő lépés a mért geofizikai paraméterek segítségével a hatékony szemcseátmérő becslése.

A mindhárom, mért paramétert tartalmazó modell esetén a becsült hatékony szemcseátmérő a

$$\lg \hat{d}_h = aTG + bcp + c\Phi + d \quad (4.4)$$

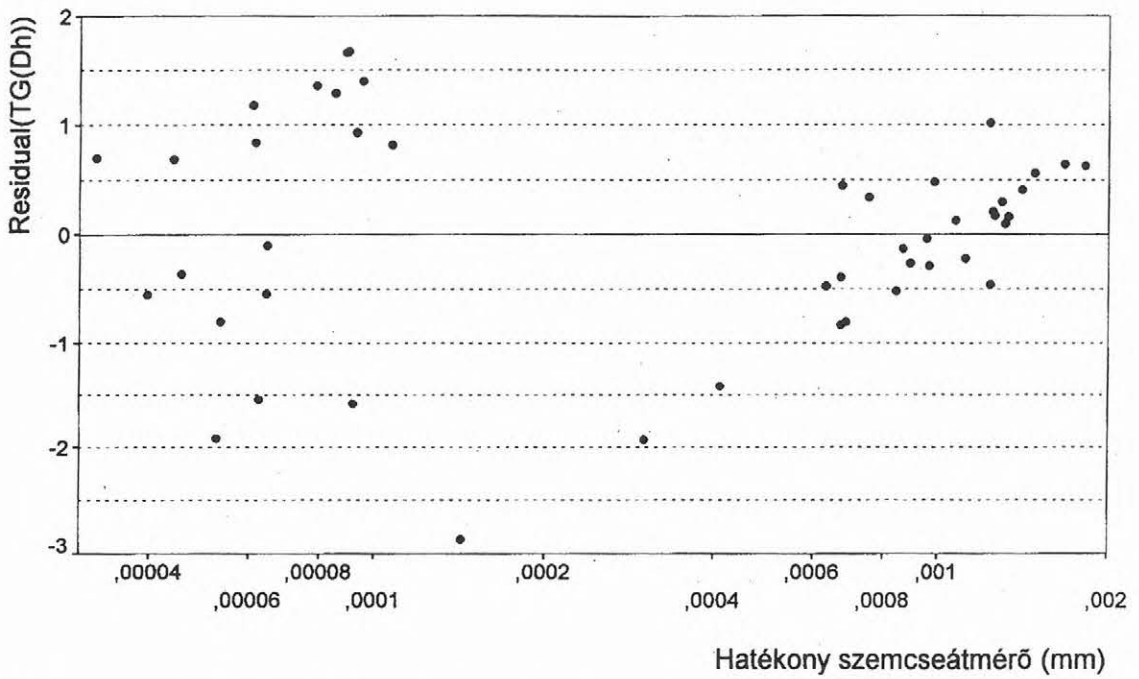
egyenlettel számítható,

ahol $a = -8,4797 \cdot 10^{-4}$

$$b = 0,0086$$

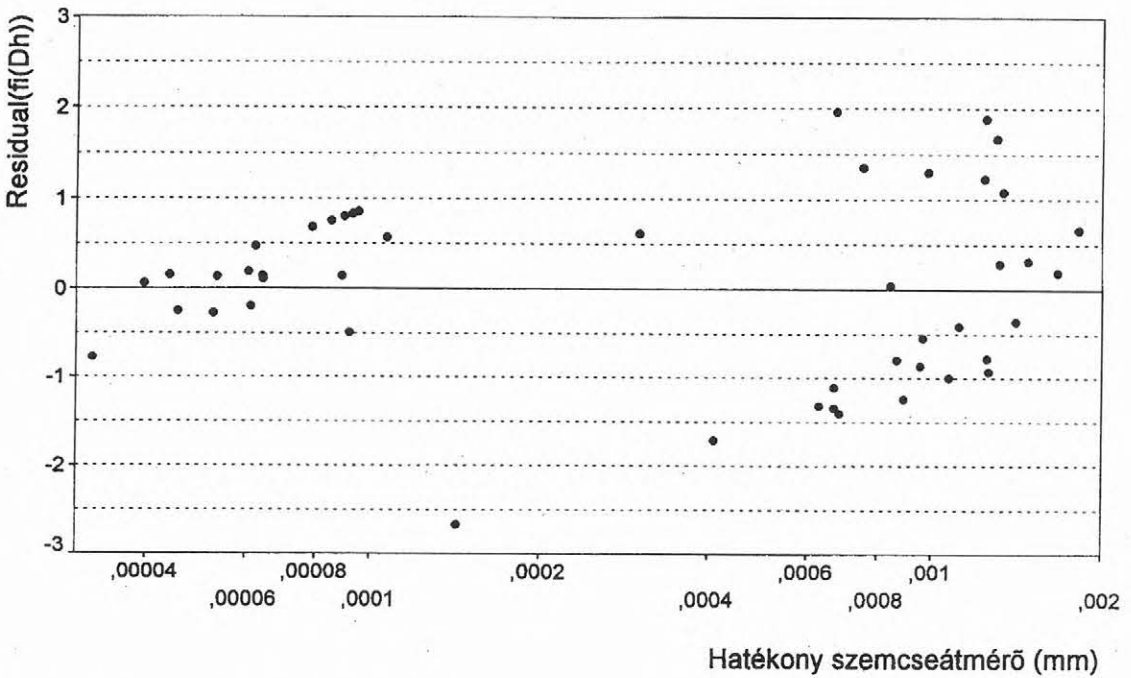
$$c = -0,7672$$

$$d = -2,4486.$$



9. ábra. A természetes gamma aktivitás adatok, $TG-\lg d_h$ regressziós függvényhez tartozó reziduál értékei a hatékony szemcseátmérő függvényében

Fig. 9. The residuals of natural γ activity of $NG-\lg d_h$ regression function vs effective grain size

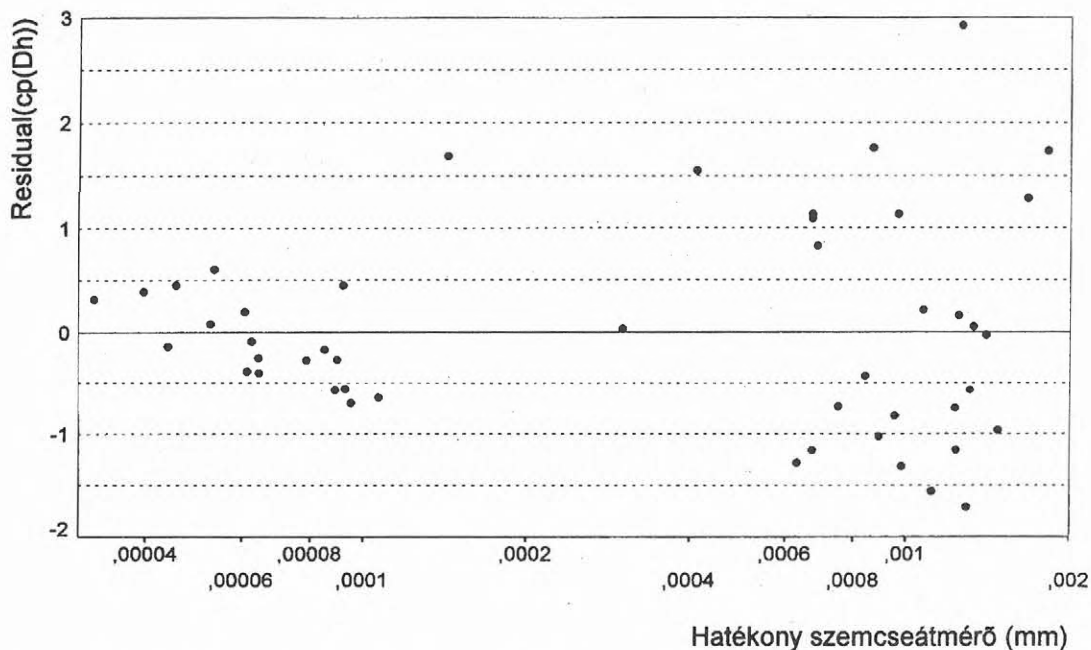


10. ábra. A számított porozitás adatok, $\Phi-\lg d_h$ regressziós függvényhez tartozó reziduál értékei a hatékony szemcseátmérő függvényében

Fig. 10. The residuals of calculated porosity of $\Phi-\lg d_h$ regression function vs effective grain size

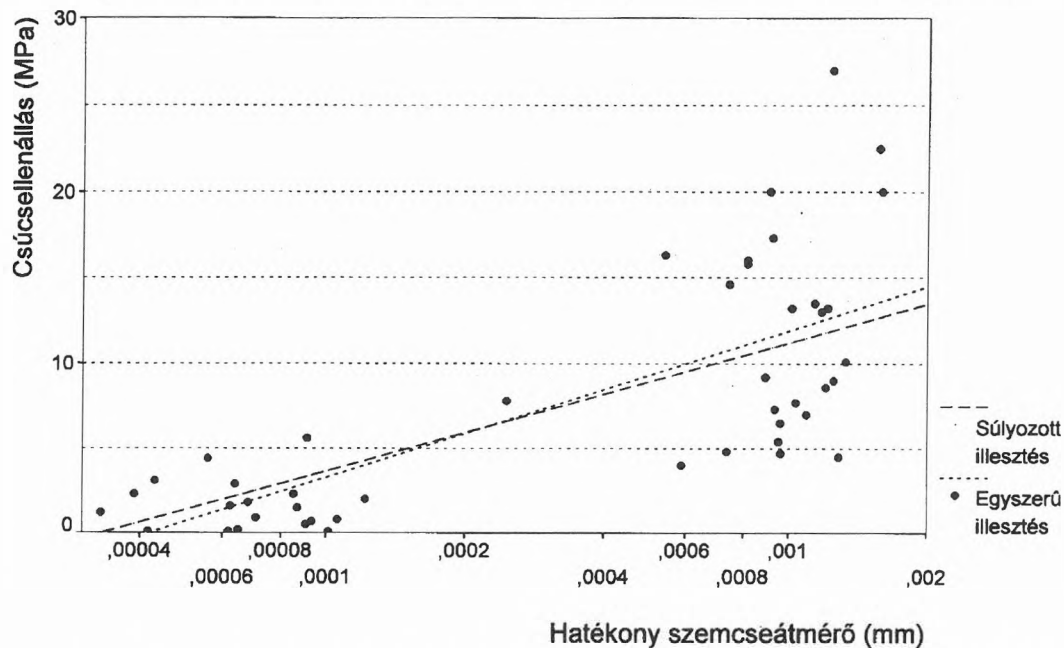
A becsült és mért hatékony szemcseátmérők összefüggése a 13. ábrán látható, a 90%-os szinthez tartozó konfidencia sáv feltüntetésével. A hatékony

szemcseátmérő a mért geofizikai paraméterekből $r=0,935$ korrelációs tényezővel becsülhető.



11. ábra. A csúcseállás adatok, $cp - \lg d_h$ regressziós függvényhez tartozó reziduál értékei a hatékony szemcseátmérő függvényében

Fig. 11. The residuals of cone resistance of $cp - \lg d_h$ regression function vs effective grain size



12. ábra. A súlyozott legkisebb négyzetes és a legkisebb négyzetes illesztés eredménye csúcseállás adatokra a hatékony szemcseátmérő függvényében

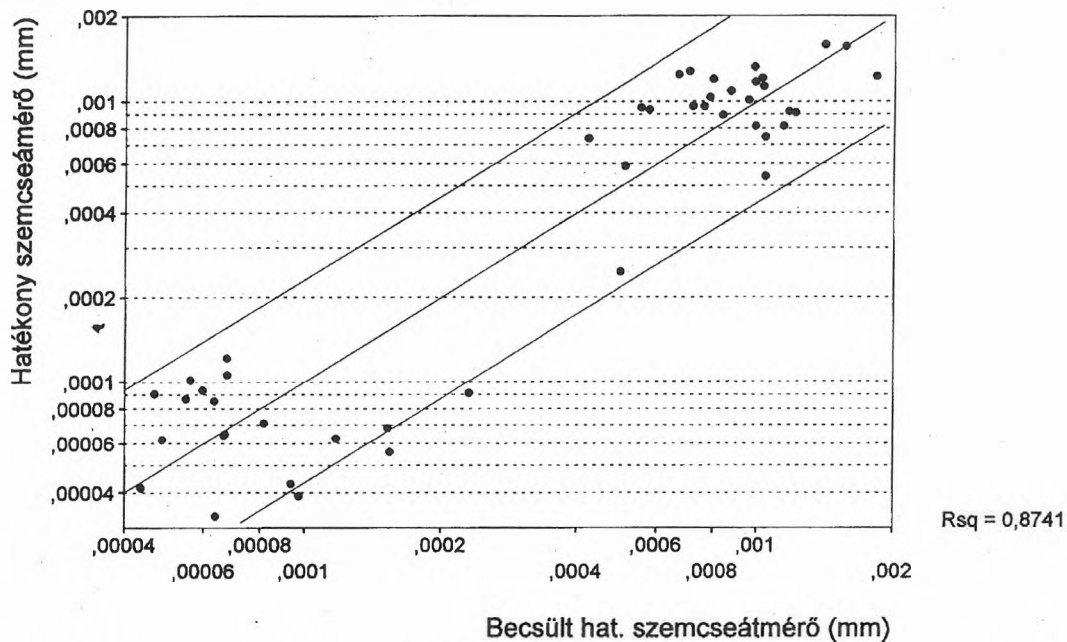
Fig. 12. The result of weighted least squares and least squares of cone resistance data as a function effective grain size

4.1.2. A klaszter analízis eredményei a szigetközi területen (minőségi értelmezés)

A hierarchikus klaszter elemző eljárások közül (3.2. pont) a centroid módszerrel kapott eredmények szerepelnek a továbbiakban. Elsőként a mért geofizikai paraméterek terében kell csoportokat alkotni.

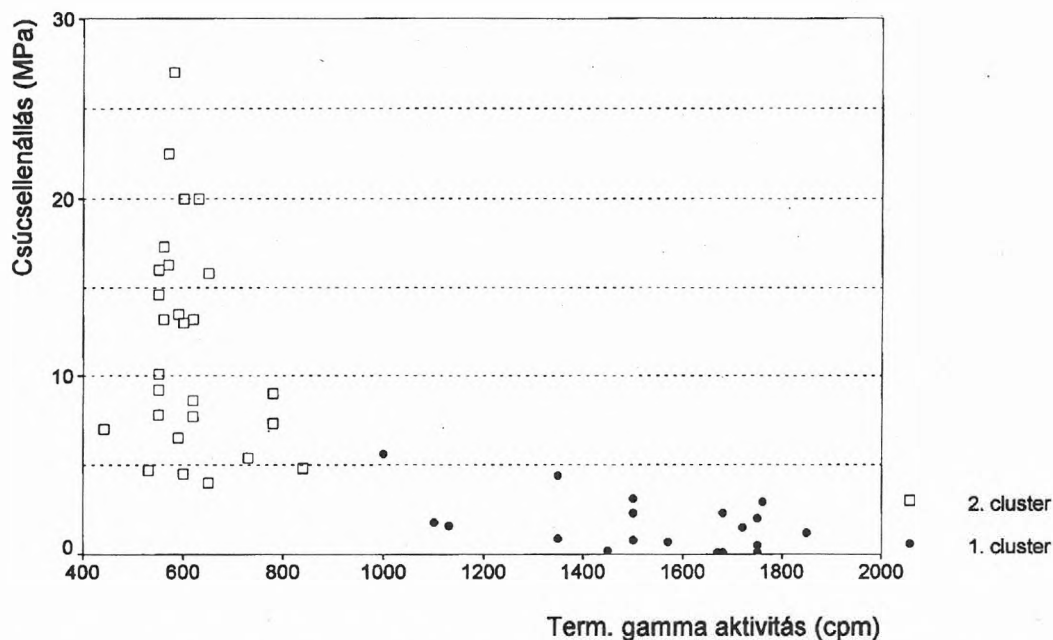
A 2-, 3- és 4-csoportos felosztások a természetes gamma aktivitás és a csúcseállás síkjában a 14., 15. és 16. ábrán láthatók.

A kéts csoportos felosztáskor a kis természetes gamma aktivitású és a közepes-nagy természetes gamma aktivitású adatok kerülnek külön klaszterekbe.



13. ábra. A geofizikai paramétereiből becsült hatékony szemcseátmérők és a hatékony szemcseátmérők összefüggése, a becslésekhez tartozó 90 %-os valószínűségű konfidenciasáv feltüntetésével

Fig. 13. Connection between estimated effective grain size (from geophysical parameters) and effective grain size with 90% confidence band for individual prediction

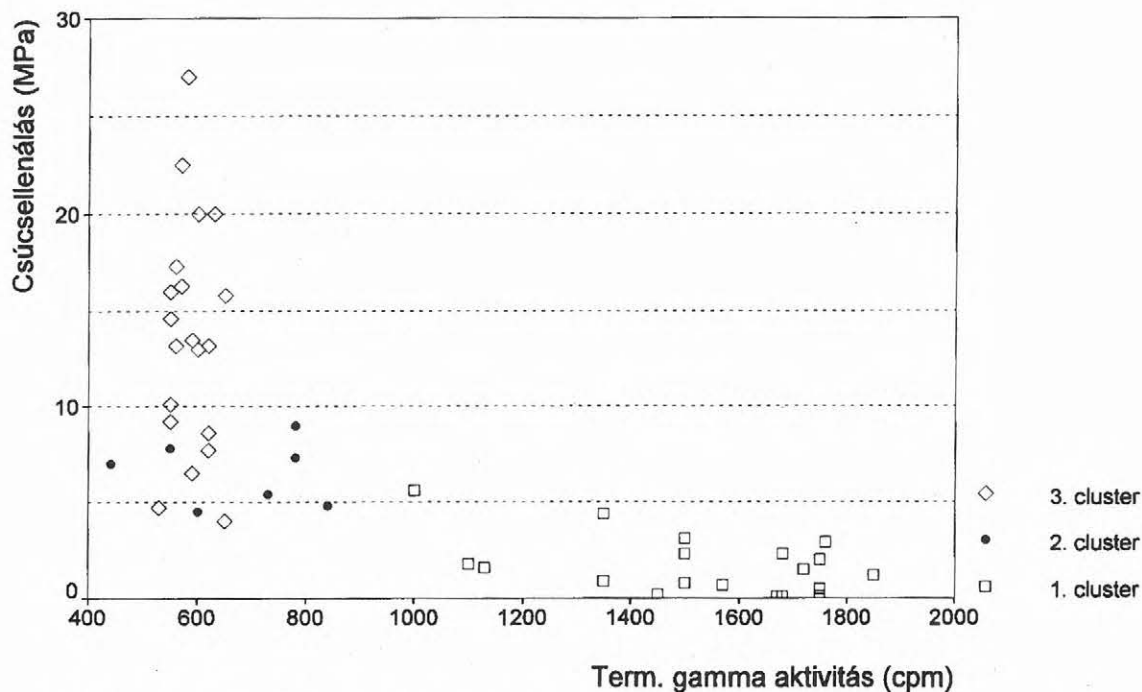


14. ábra. 2-klaszteres felosztás a mért geofizikai eredmények (TG , cp , Φ) alapján (hierarchikus módszer)

Fig. 14. 2-cluster classification with hierarchical method from measured geophysical results (NG , cp , Φ)

A 3-csoportos felosztás esetén a kis természetes gamma aktivitású adatok további két csoportra oszlanak: a kis (részben nagy csúcsellenállású) és a nagy (részben kis csúcsellenállású) porozitású csoportokra.

Az újabb felosztáskor a közepes és a nagy természetes gamma aktivitású adatok kerülnek külön klaszterekbe. Vizsgáljuk meg, mennyiben feleltethetők meg a 4-csoportos felosztás klaszterei a kőzetek minőségi jellemzőinek.



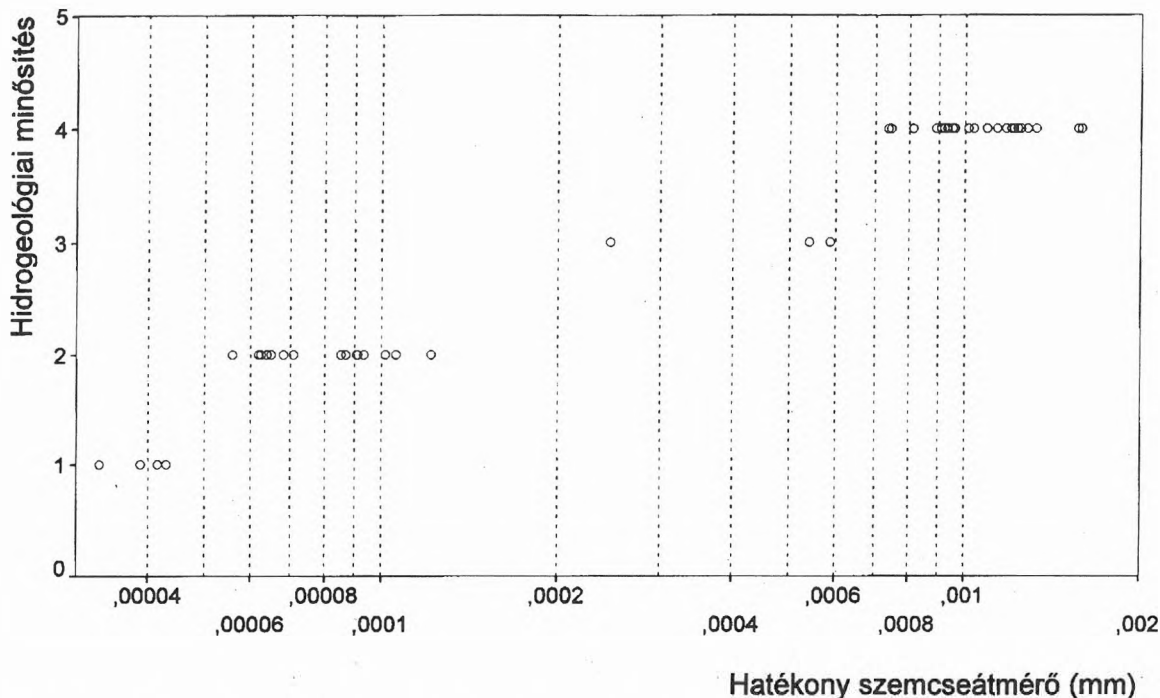
15. ábra. 3-klasztteres felosztás a mért geofizikai eredmények (TG , cp , Φ) alapján (hierarchikus módszer)
 Fig. 15. 3-cluster classification with hierarchical method from measured geophysical results (NG , cp , Φ)



16. ábra. 4-klasztteres felosztás a mért geofizikai eredmények (TG , cp , Φ) alapján (hierarchikus módszer)
 Fig. 16. 4-cluster classification with hierarchical method from measured geophysical results (NG , cp , Φ)

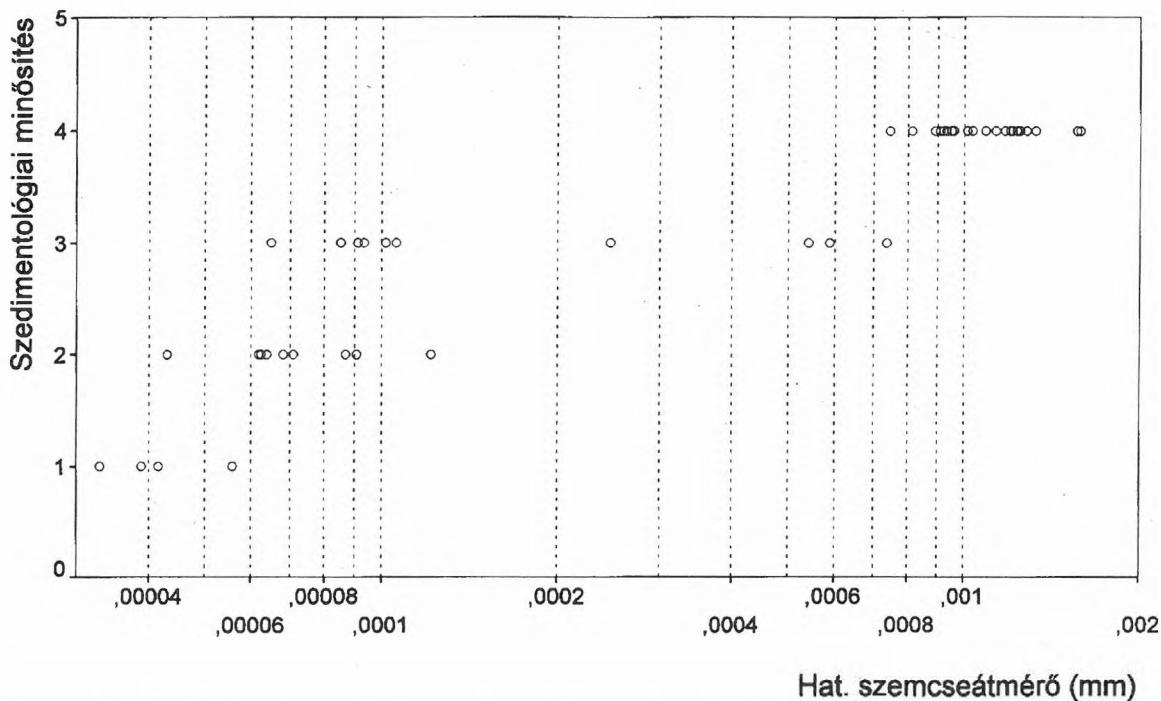
A kőzetminták minősítését a hatékony szemcseátmérő adatok alapján (17. ábra) végezve (hidrogeológiai minősítés) a szedimentológiai minősítéstől (18. ábra) különböző felosztást kapunk. A geofizikai adatok és a hatékony szemcseátmérő között az előző

pontban meghatározott összefüggés alapján a minőségi értelmezéshez az adatok hidrogeológia felosztásának alkalmazása várhatóan pontosabb eredményt ad.



17. ábra. Hidrogeológiai minőségítés a hatékony szemcseátmérő adatok felhasználásával (1—vízzáró; 2—félig átteresztő; 3—rossz vízvezető; 4—vízvezető)

Fig. 17. Hydrogeological classification from effective grain size data (1—impermeable; 2—semi-impermeable; 3—poorly permeable; 4—permeable)



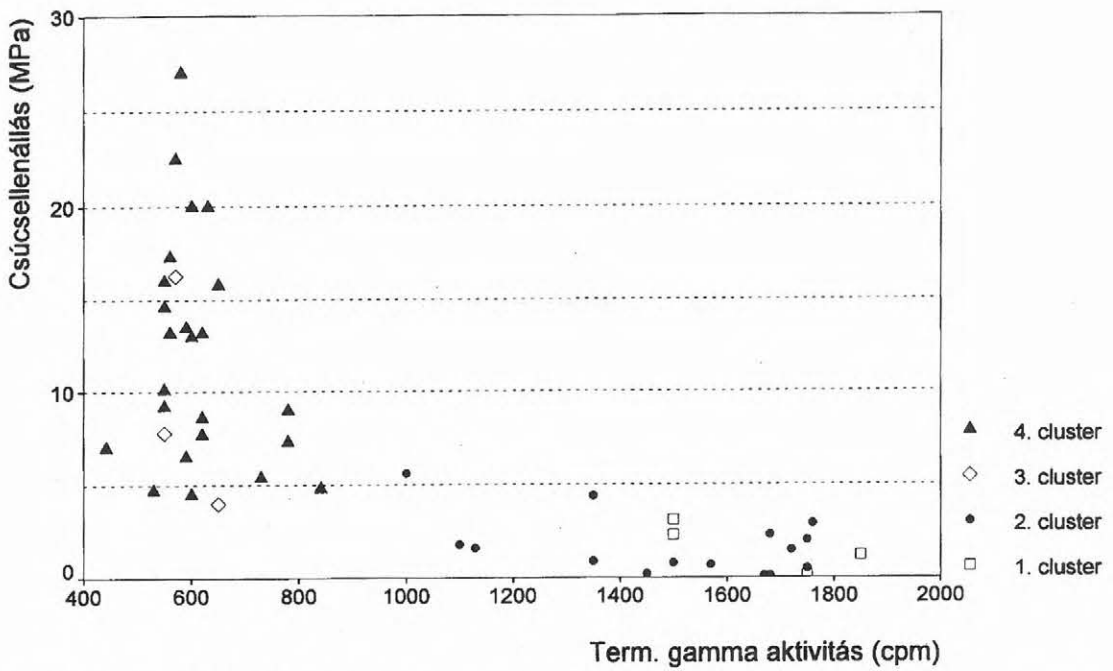
18. ábra. Szedimentológiai minőségítés és hatékony szemcseátmérő adatok összehasonlítása (1—agyag; 2—kőzetliszt; 3—homok; 4—kavics)

Fig. 18. Sedimentological classification and effective grain size data (1—clay; 2—silt; 3—sand; 4—gravel)

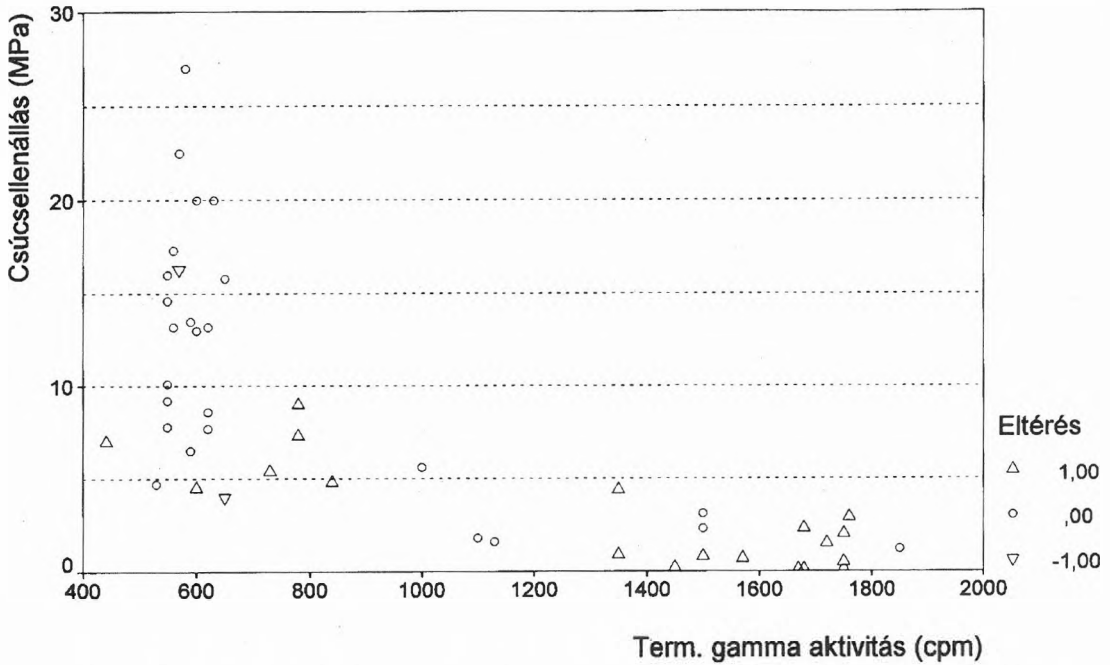
A 19. ábrán a minősített mintaelemek szerepelnek cp és TG függvényében. A vízzárónak, ill. gyengén vízzárónak minősített adatok jól elkülönülnek a rossz

vízvezetőnek, ill. a vízvezetőnek minősítettektől, a két fő csoporton belül az elkülönítés bizonytalanabb.

A geofizikai paraméterek által meghatározott besorolás és a hidrogeológiai besorolás közötti eltérést



19. ábra. Minősített adatok a TG és a cp függvényében (1—vízzáró; 2—félig átteresztő; 3—rossz vízvezető; 4—vízvezető)
 Fig. 19. Qualified data vs NG and cp (1—impermeable; 2—semi-impermeable; 3—poorly permeable; 4—permeable)

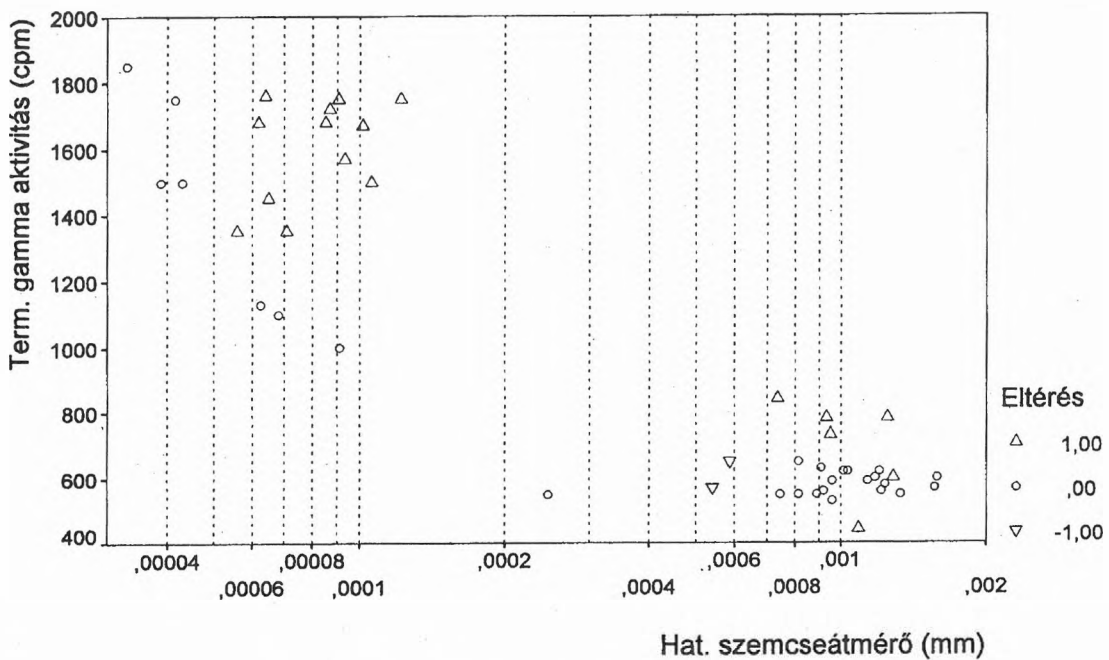


20. ábra. A hidrogeológiai minősítés és a geofizikai besorolás eltérése a TG és a cp függvényében
 Fig. 20. Deviation of hydrogeological and geophysical classification as a function of NG and cp

mutatja a 20. ábra. A kis csúcshellenállású és magas természetes gamma aktivitású adatoknál található a legtöbb hibás minősítés. A 16., 17. és 21. ábra (eltérések $d_h - TG$ függvényében) összevetésével jól látható, hogy a geofizikai adatok terében elkülönített egyes számú klaszter gyengén vízzárónak minősített

adatokat is tartalmaz, azaz csak részben feleltethető meg az 1. (vízzáró) minősítésnek.

Összegezve: a geofizikai adatok alapján meghatározott felosztás és a hidrogeológiai minősítés az esetek 60%-ában megegyezik, az eltérések abszolút értékének átlaga 0,4, durva hibájú besorolás (vz-



21. ábra. A kétféle minősítés eltérése d_h és TG függvényében

Fig. 21. The deviation of two classification vs d_h and NG

záró/gyengén vízzáró, ill. vízvezető/rossz vízvezető főcsoportok közötti átsorolás) nem található.

A nem hierarchikus módszerek kiindulási adata a kezdő magpontok megadása. Ahhoz, hogy egyes változók azonos súllyal szerepeljenek, a paraméterek standardizált alakját kell használni a kiindulásnál (1. táblázat).

A négycsoportos felosztás eredménye a 22. ábrán látható. A besorolás két mintaelem kivételével meg- egyezik a hierarchikus módszer eredményeivel (az 1-ből a 2-be, ill. a 4-ből a 3-ba való átsorolások).

4.2. A békési terület mérési eredményeinek értelmezése (agyag, kőzetliszt, homok)

4.2.1. A regressziós vizsgálatok eredményei (meny- nyiségi értelmezés)

Az elemzéshez közetparaméterként a hatékony szemcseátmérő reciprokát használtam, mivel ez job- ban korrelált a mért természetes gamma aktivitással, mint az $\lg d_h$, ld. az 5. és 23. ábrán.

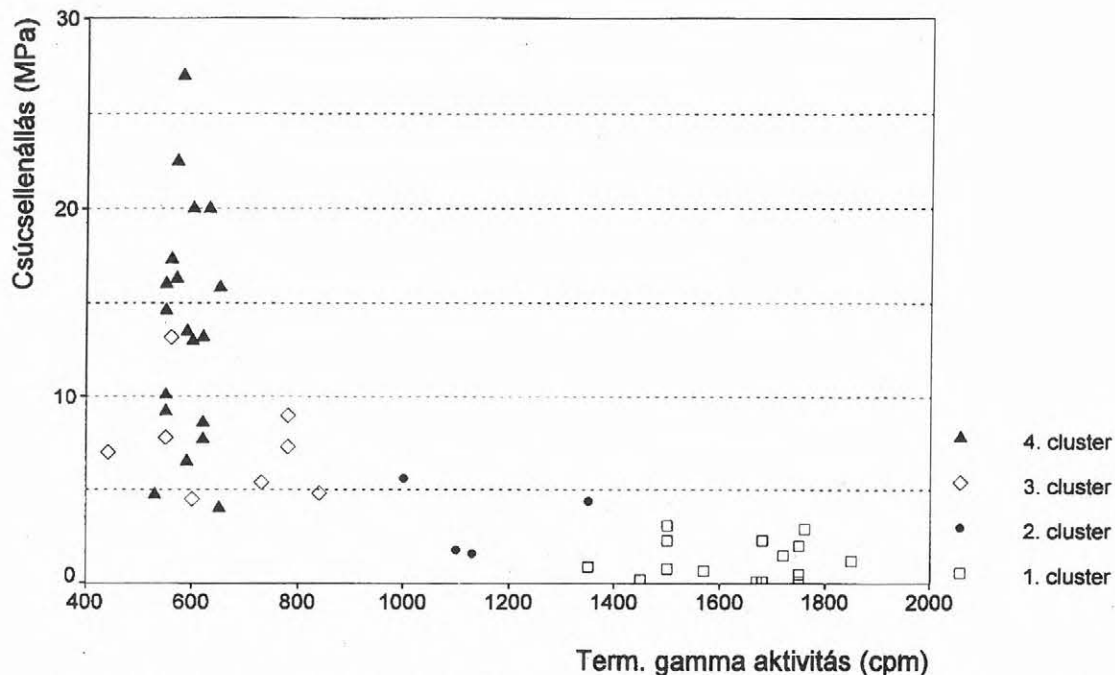
A csúcseellenállás adatok gyenge korrelációt mu- tatnak az $1/d_h$ adatokkal (24. ábra), a 90% va- lószínűségű konfidencia intervallum gyakorlatilag a teljes paramétersíkot befedi.

A számított porozitás adatok a 36–45% tarto- mányban váltakoznak, ez a hibahatáron (2. pont) belüli érték, így ezen adatok nem szerepelnek a vizsgálatokban.

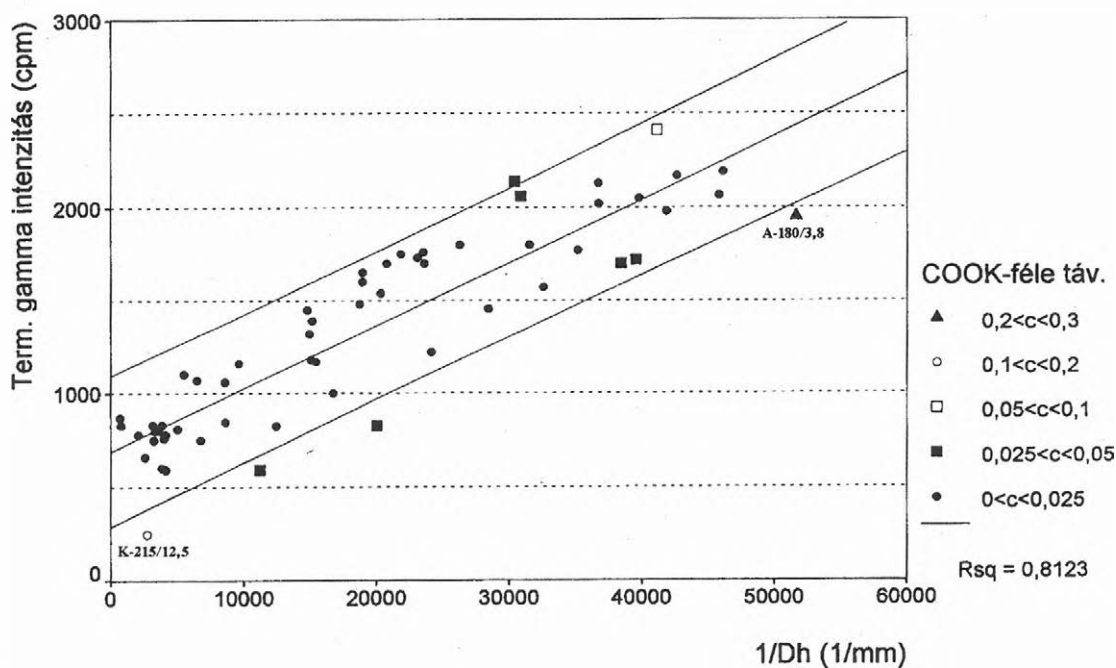
csoportok	természetes gamma aktivitás		csúcseellenállás		porozitás	
	normál	standard	normál	standard	normál	standard
1.	1600	1,25	1	-1,10	0,47	1,0
2.	1100	0,25	2	-0,75	0,44	0,75
3.	650	-0,70	6	-0,30	0,40	0,2
4.	600	-0,80	15	1,00	0,23	-1

1. táblázat. Kezdő magpontok a nem hierarchikus klaszter analízishez

Table 1. Initial cluster centers for non-hierarchical cluster analysis



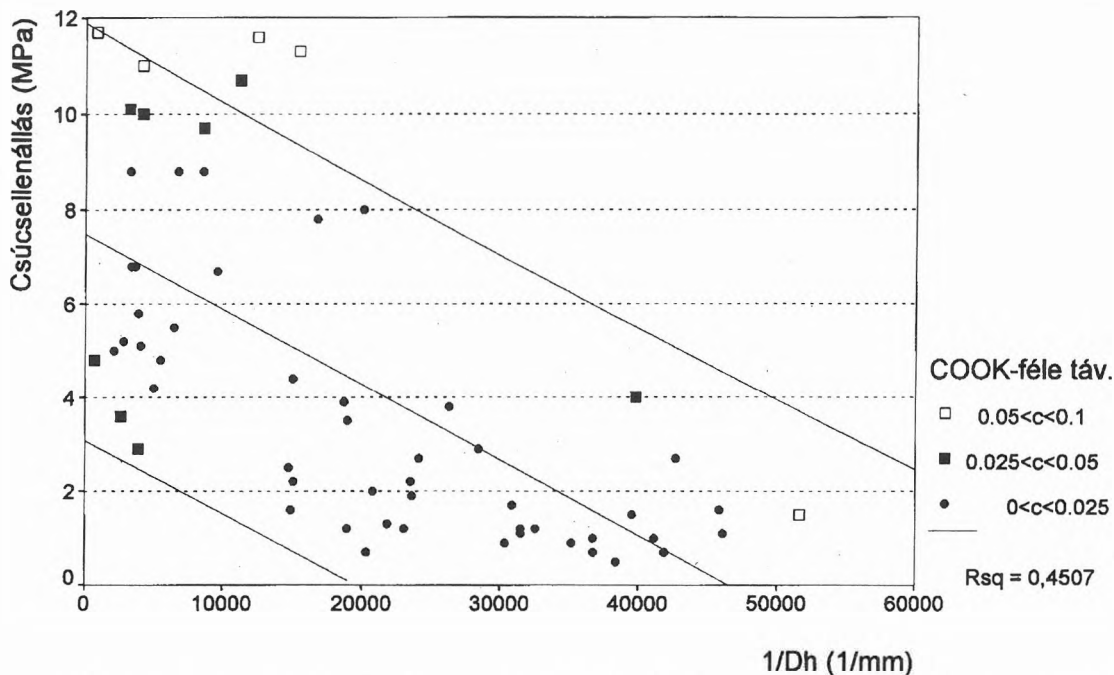
22. ábra. 4-klaszteres felosztás a mért geofizikai eredmények (TG , cp , Φ) alapján (nemhierarchikus módszer)
 Fig. 22. 4-cluster classification with non-hierarchical method from measured geophysical results (NG , cp , Φ)



23. ábra. A hatékony szemcseátmérő reciproka és a természetes gamma aktivitás adatok összefüggése a békési területen, a becslésekhez tartozó 90%-os valószínűségű konfidenciasáv feltüntetésével
 Fig. 23. Connection between reciprocal effective grain size and natural γ activity with 90% confidence band for individual prediction (from Békés country)

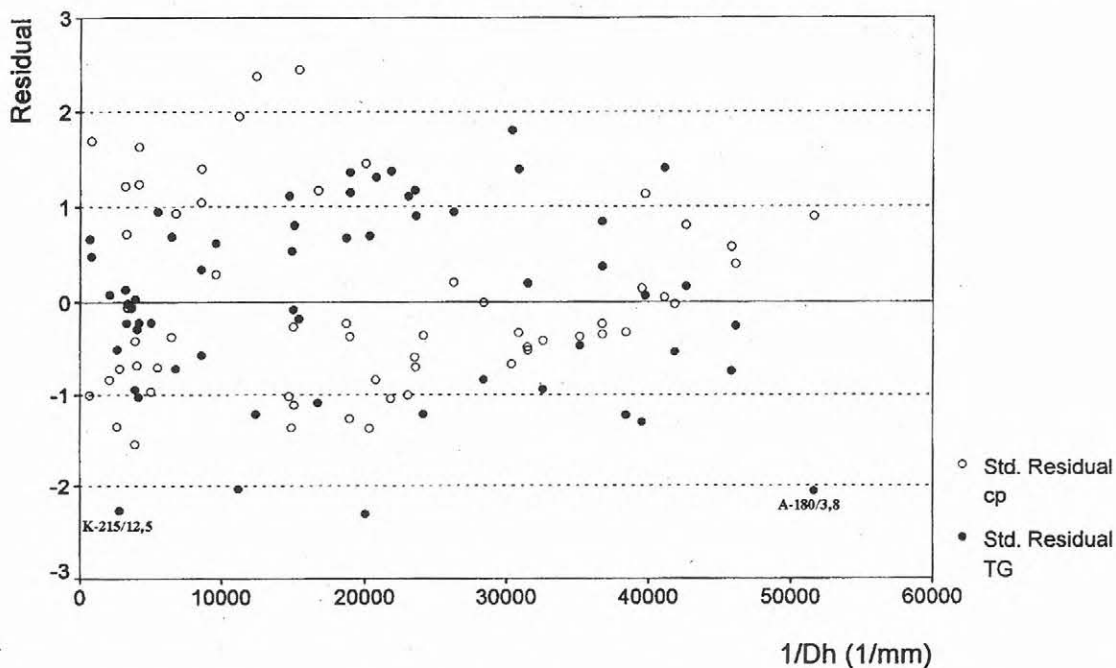
A kiugróan legalacsonyabb természetes gamma aktivitású (K-215/12,5) és a legnagyobb $1/d_h$ értékű (A-180/3,8) pontokhoz magas standard reziduál értékek (25. ábra) és nagy Cook-féle távolságok tartoznak. Az A-180/3,8 egy 11 méter, a K-215/12,5

egy 6 méter vastagságú homogén réteg közepén található, így nem valószínűsíthető a mélységegyeztesből eredő hiba. Mivel egyéb, utólag rekonstruálható mérési hiba (kalibrációs és labor hiba) nem



24. ábra. A hatékony szemcseátmérő reciproka és a csúcscellenállás adatok összefüggése a békési területen, a becslésekhez tartozó 90%-os valószínűségű konfidenciasáv feltüntetésével

Fig. 24. Connection between reciprocal effective grain size and cone resistance with 90% confidence band for individual prediction (from Békés country)



25. ábra. A természetes gamma aktivitás és a csúcscellenállás adatok, $TG-1/d_h$ és $cp-1/d_h$ regressziós függvényekhez tartozó reziduál értékei a hatékony szemcseátmérő reciprokának függvényében

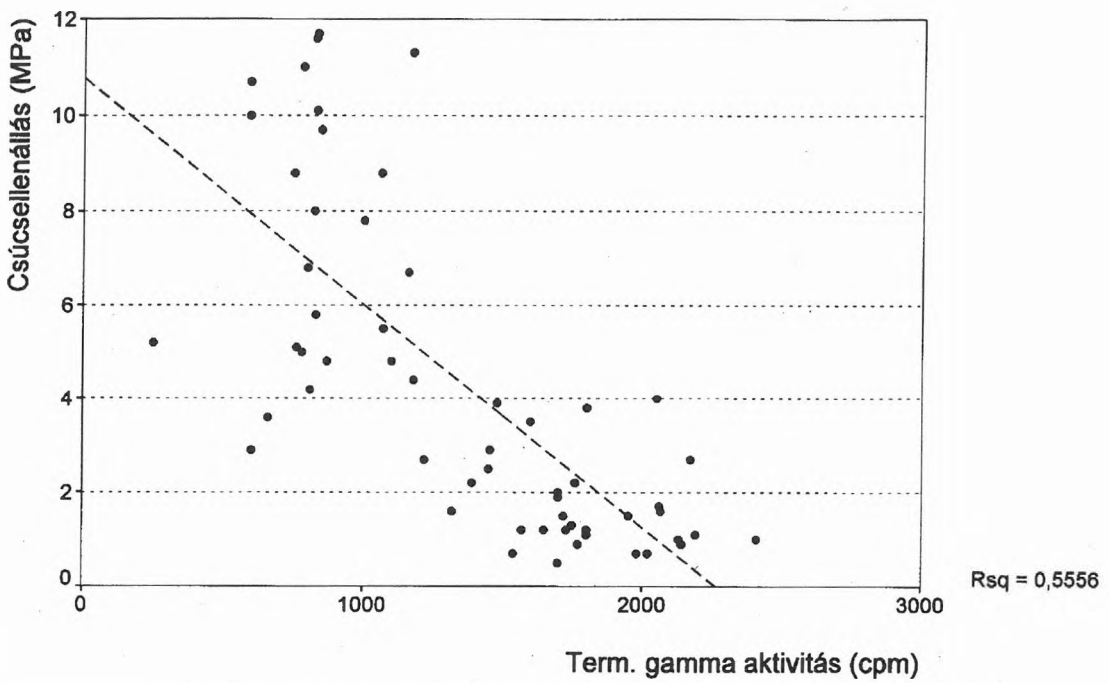
Fig. 25. The residuals of natural γ activity and cone resistance of $NG-1/d_h$ and $cp-1/d_h$ regression function vs effective grain size

található, a két mintaelem nem tekinthető durva hibájú adatnak.

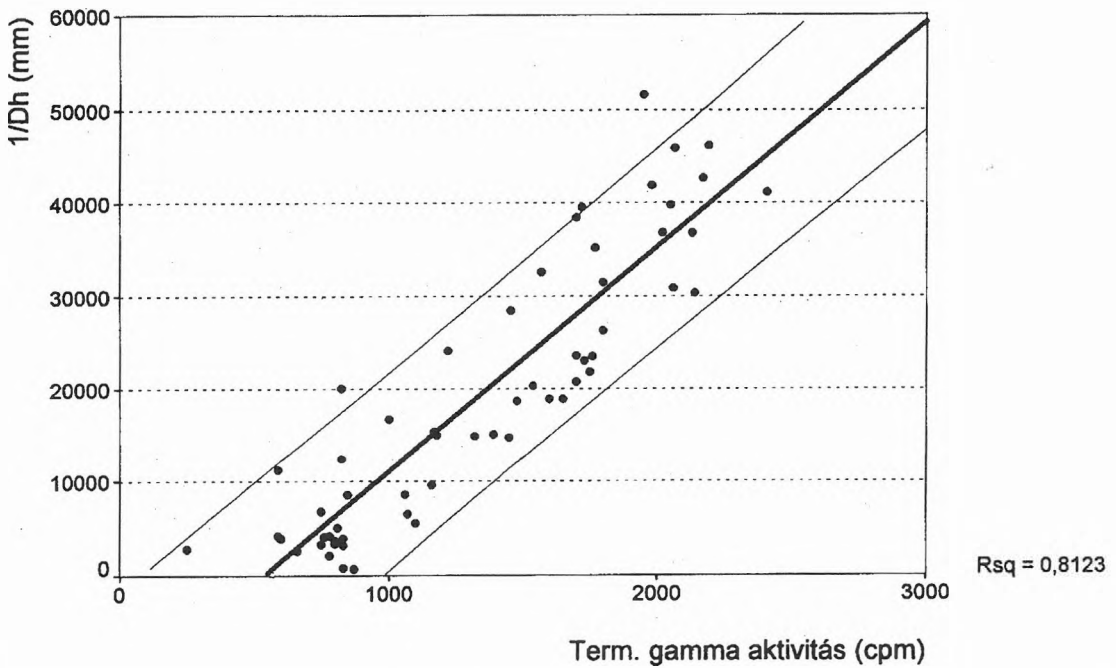
A természetes gamma aktivitás és a cp adatok között erősebb a korrelációs kapcsolat (26. ábra), mint a cp és a $1/d_h$ között, így a hatékony szemcseát-

mérő becslése előtt szükséges a TG , cp , $1/d_h$ adatok parciális korrelációinak vizsgálata.

A cp adatok hatását eltávolítva a parciális korrelációs együttható:



26. ábra. A természetes gamma aktivitás és a csúcseleállás adatok összefüggése
 Fig. 26. Connection of natural γ activity and cone resistance



27. ábra. $TG-1/d_h$ összefüggés a becsült $1/d_h$ adatok (vastag vonal), és a hozzá tartozó konfidenciasávok feltüntetésével
 Fig. 27. The relationship of $NG-1/d_h$ with $1/d_h$ data (bold line) and the confidence intervals

$$\Pr(TG, 1/d_h) = 0,811$$

a TG adatok hatását eltávolítva pedig

$$\Pr(cp, 1/d_h) = 0,0015.$$

Ez utóbbi érték korrelálatlanságot jelez, azaz a cp (gyenge) korrelációját az $1/d_h$ adatokkal teljes egészében a TG -vel való kapcsolata okozza, következésképpen a cp adatok nem használhatók fel a hatékony szemcseátmérő becslésére.

A 27. ábrán a hatékony szemcseátmérő természetes gamma adatok alapján való becslése látható.

Az ábra alapján a természetes gamma adatokból becsült hatékony szemcseátmérő reciproka értékek 90%-os valószínűséggel a

$$\frac{1}{\hat{d}_h} \pm 10000$$

intervallumban fognak elhelyezkedni.

A laboratóriumi ásványos összetétel meghatározás eredményeként a békési mintákban hétféle ásvány mutatható ki: földpátok, kálicit, illit, kalcit, klorit, kvarc, montmorillonit.

Fontos kérdés annak tisztázása, hogy van-e az egyes összetevőknek közvetlen hatása az urán, a

tórium és a kálium dúsulására (azaz a természetes γ aktivitás alakulására), illetve ez a hatás csak közvetetten a fajlagos felületen keresztül (hatékony szemcseátmérő) érvényesül-e.

A 2. táblázatban a TG és az $1/d_h$, illetve az ásványos összetevők közötti totális korrelációs tényezők szerepelnek.

Az illit és a klorit gyenge korrelációja ellentmond az előzetes várakozásoknak, miszerint az elsődlegesen az agyagfrakcióban dúsuló montmorillonit, klorit, illit esetében várható szoros kapcsolat az említett paraméterekkel. A gyenge korreláció magyarázata lehet, hogy a klorit és az illit szűk határok között változik (3. táblázat, 28. ábra).

ásványos összetevők	természetes gamma aktivitás	$1/d_h$
földpát	-0,545	-0,607
illit	0,235	0,267
kalcit	0,554	0,497
kálicit	-0,275	-0,189
klorit	-0,363	0,372
montmorillonit	0,865	0,947

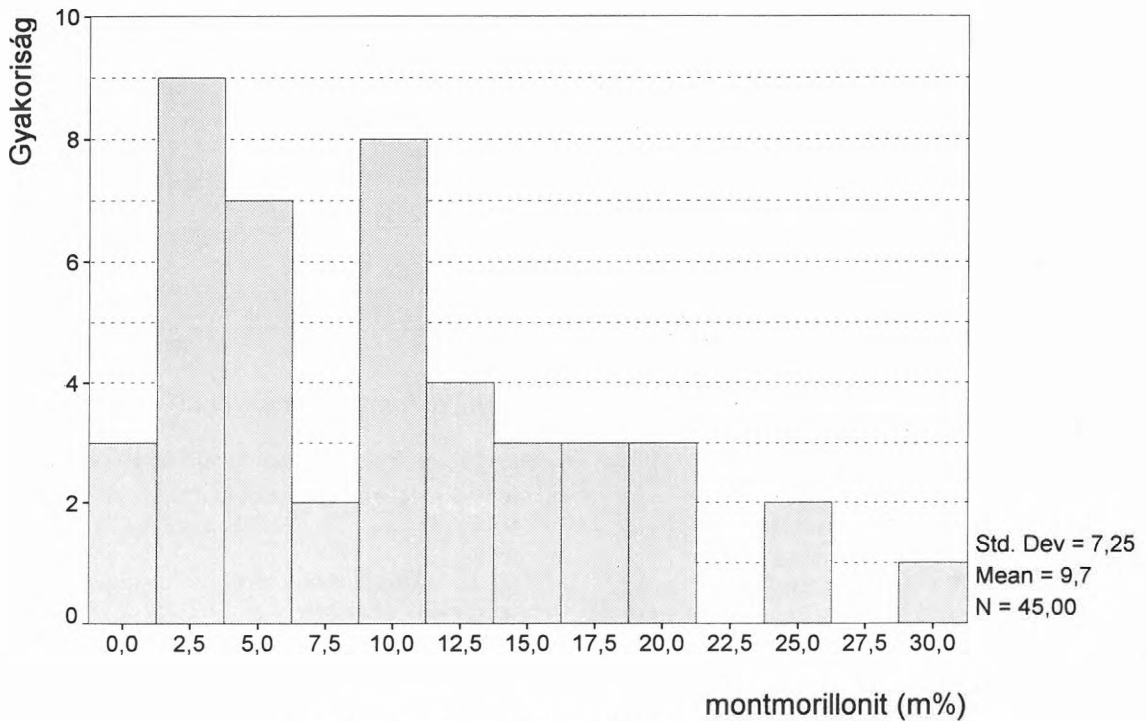
ásványos összetevők	átlag	standard szórás
földpát	17,1	3,9
illit	4,0	3,9
kalcit	9,3	5,5
kálicit	5,1	2,5
klorit	8,2	3,4
montmorillonit	9,7	7,3

2. táblázat. Totális korrelációs együtthatók az ásványos összetevők, valamint a TG és $1/d_h$ adatok között

Table 2. Total correlation coefficients between mineral components and NG, $1/d_h$ data

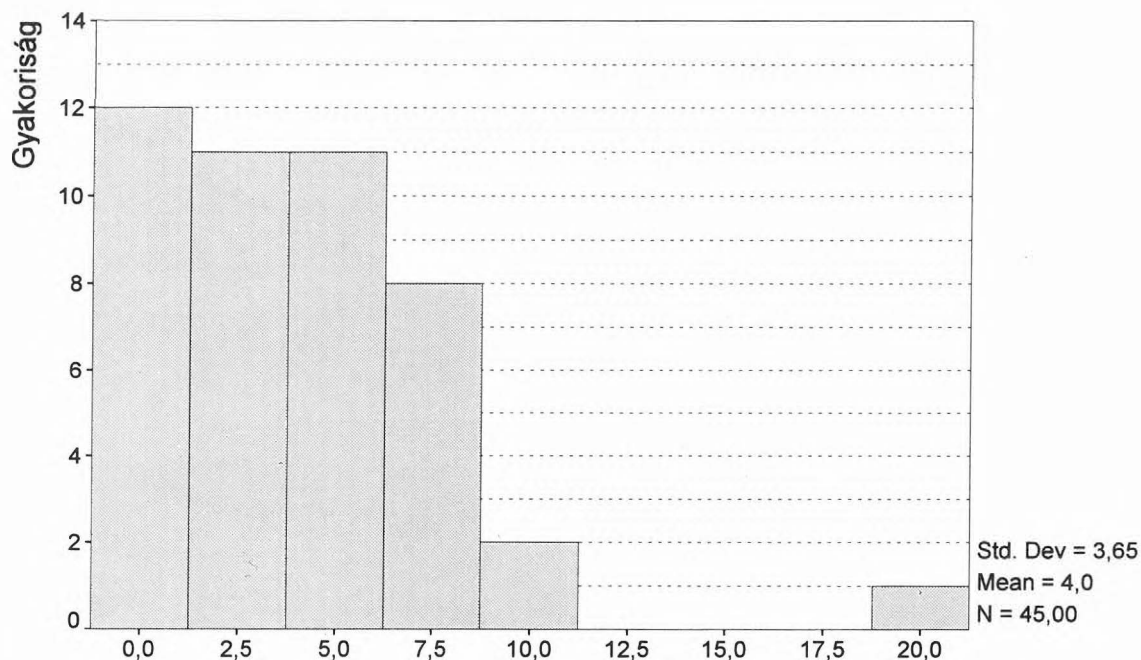
3. táblázat. Egyes ásványos összetevők átlagértéke és standard szórása

Table 3. Means and standard deviations of mineral components



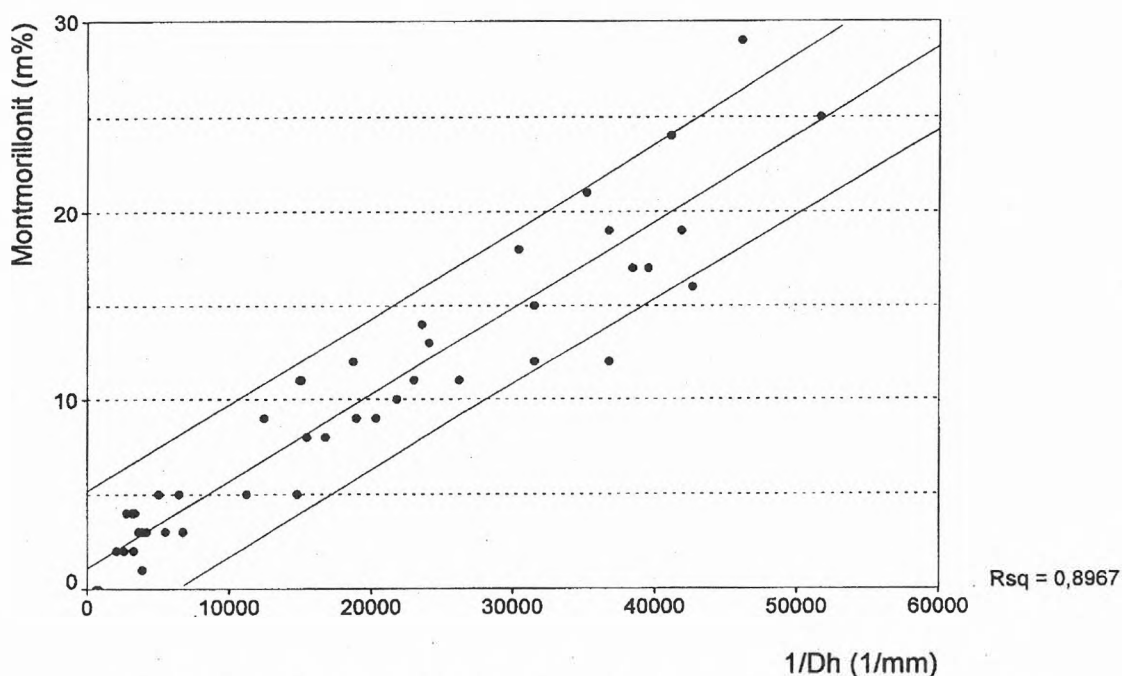
28. ábra. A montmorillonit adatok hisztogramja

Fig. 28. The histogram of montmorillonite



29. ábra. Az illit adatok hisztogramja

Fig. 29. The histogram of illite



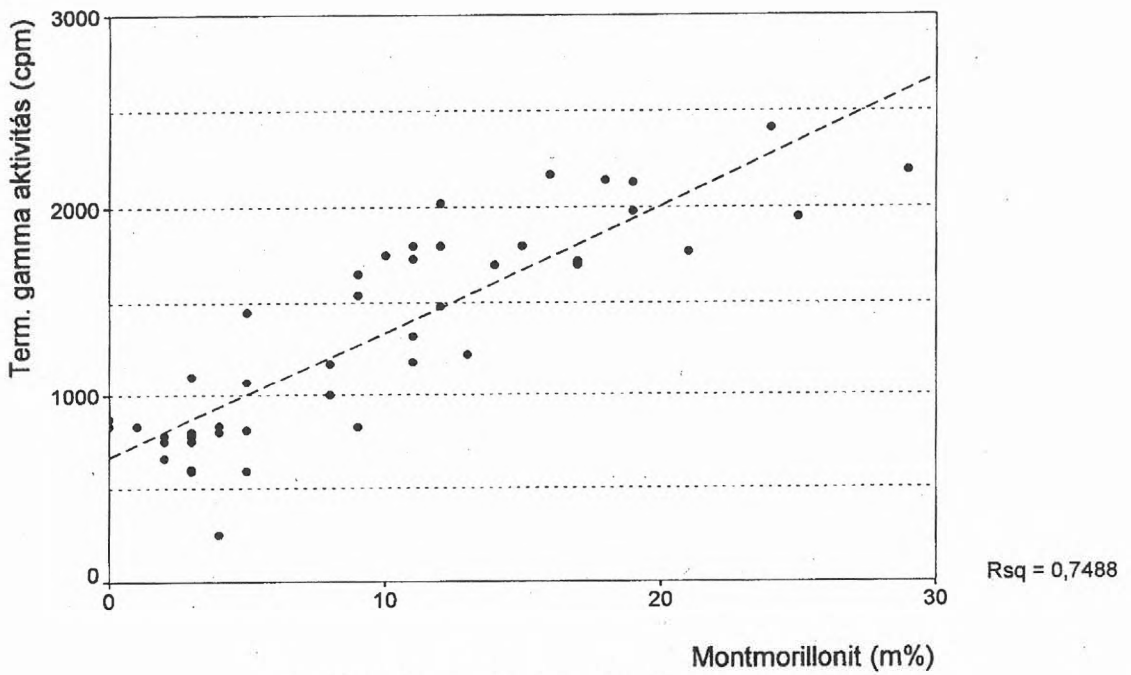
30. ábra. A hatékony szemcseátmérő reciproka és a montmorillonit adatok összefüggése

Fig. 30. Relationship between the reciprocal effective grain size and the montmorillonite content

A montmorillonit (29. ábra) igen jó korrelációt mutat mind az $1/d_h$ (30. ábra), mind a TG (31. ábra) adatokkal. A TG, $1/d_h$ és montmorillonit adatokkal végzett parciális korrelációs vizsgálatok eredményei:

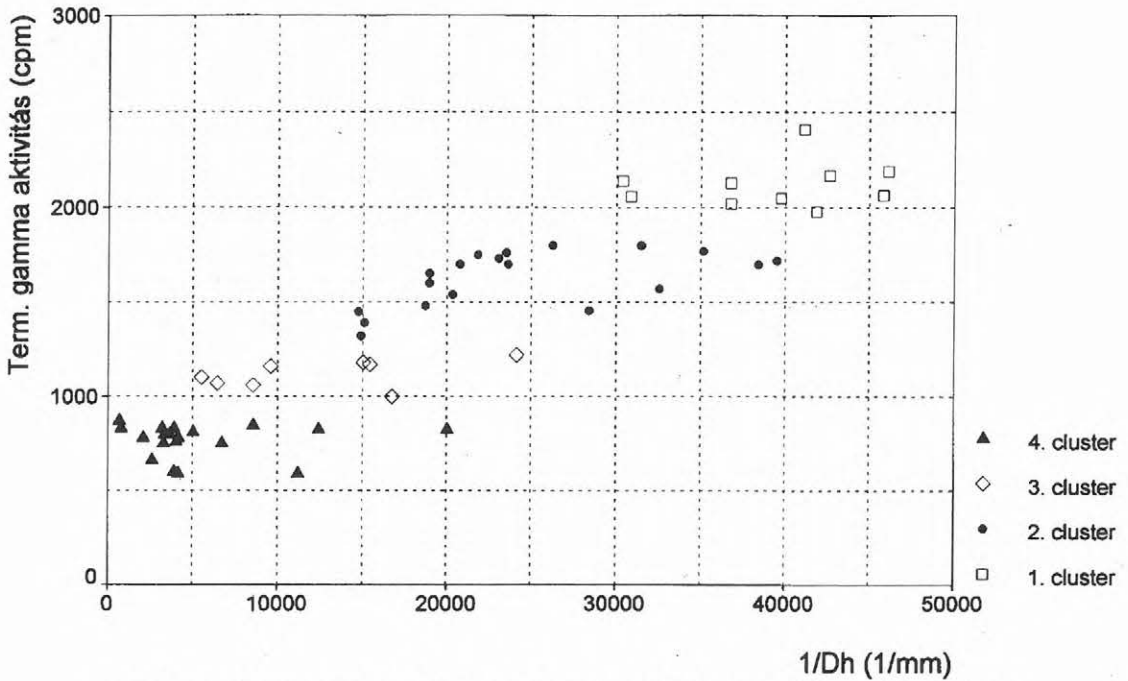
— a montmorillonit hatását eltávolítva
 $Pr(TG, 1/d_h) = 0,582$

— a hatékony szemcseátmérő hatását eltávolítva
 $Pr(TG, montm.) = 0,005$
 — a TG hatását eltávolítva
 $Pr(montm, 1/d_h) = 0,767,$



31. ábra. A montmorillonit és a TG adatok összefüggése

Fig. 31. Relationship between the natural γ activity and the montmorillonite content



32. ábra. A békési adatok négyklasteres felosztása a TG alapján, $TG-1/d_h$ síkon ábrázolva

Fig. 32. 4-cluster classification from NG data vs NG and $1/d_h$ (from Békés country)

azaz a TG és a montmorillonit közötti magas totális korrelációs együttható magyarázata a szoros $1/d_h$ –*montm.* és $1/d_h$ –TG kapcsolat, így a montmorillonitnak a vizsgált területen nincs közvetlen befolyása a természetes gamma aktivitás adatok alakulására.

4.2.2. A klaszter analízis eredményei (mennyiségi értelmezés)

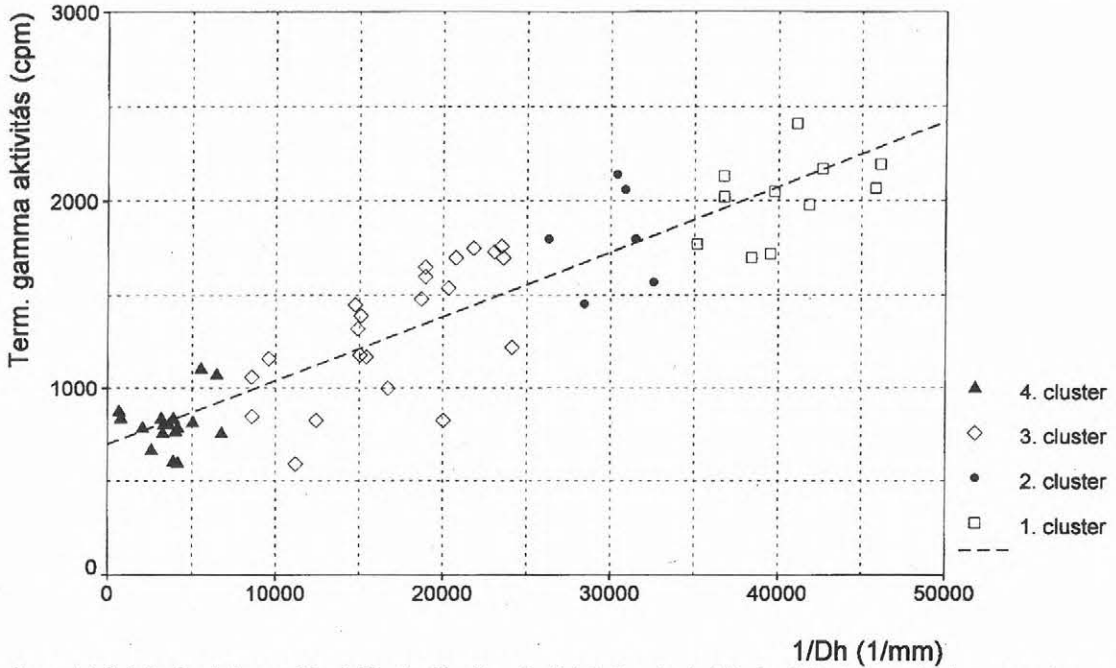
A mennyiségi értelmezés során csak a természetes gamma aktivitás adatok bizonyultak megfelelőnek a hatékony szemcseátmérő becslésére, így a minőségi értelmezésbe is csak a TG adatokat vontuk be.

A négycsoportos felosztás eredményét (hierarchikus elemzés, centroid módszer) a 32. ábra mutatja. A hatékony szemcseátmérő reciproka alapján elkülönített (33. ábra) csoportokhoz tartozó hidrogeológiai kategóriák (a 4.1.2. pontban leírtak figyelembevételével): 1—vízzáró I, 2—vízzáró II,

3—gyengén vízzáró, 4—rossz vízvezető és vízvezető.

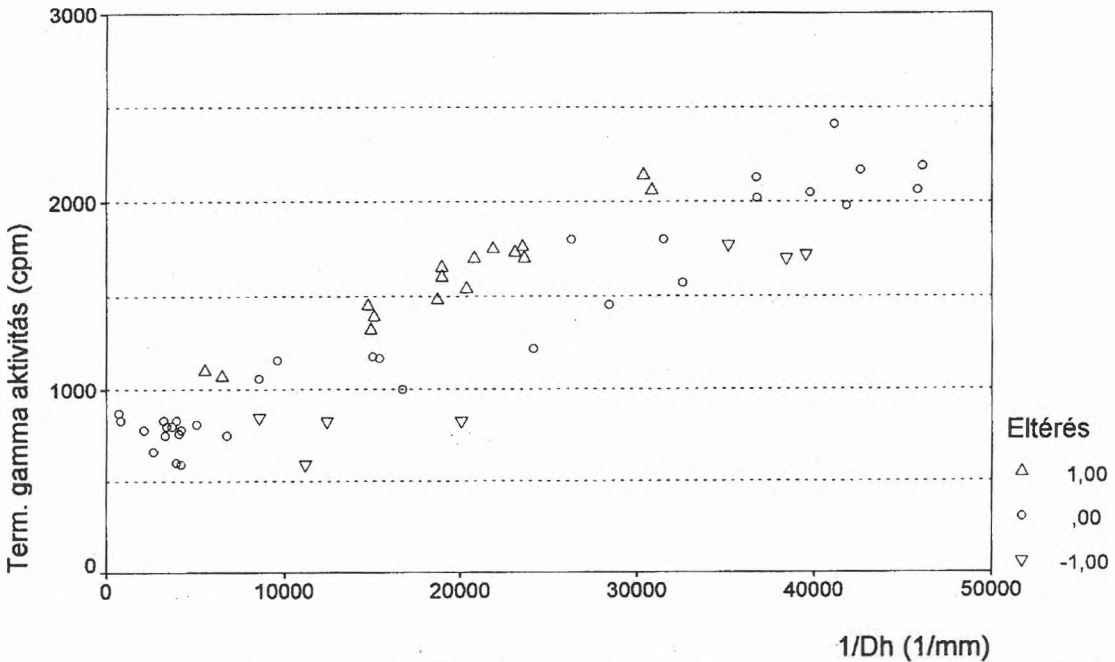
A két felosztás közötti eltérések a 34. ábrán láthatók.

A TG adatok alapján számított csoportváltozók az esetek 60%-ban megegyeznek a hidrogeológiai



33. ábra. A békési adatok besorolása $1/d_h$ alapján (1—vízzáró I; 2—vízzáró II; 3—félíg átteresztő; 4—rossz vízvezető és vízvezető), a TG— $1/d_h$ síkon ábrázolva

Fig. 33. Hydrogeological classification from reciprocal effective grain size data (1—impermeable I; 2—impermeable II; 3—semi-impermeable; 4—poorly permeable and permeable) vs NG and $1/d_h$



34. ábra. A hidrogeológiai besorolás és a TG alapján számított besorolás eltérése (eltérés = $Clu(d_h) - Clu(TG)$)

Fig. 34. Deviation of hydrogeological and geophysical classification based on natural γ activity (deviation = $Clu(d_h) - Clu(NG)$)

minősítésnek, az eltérések abszolút értékének átlaga 0,4, durva hibájú besorolás nem található.

Összefoglalás

A mért geofizikai adatok és a kőzetparaméterek kapcsolatának leírására általánosan érvényes összefüggés nem adható, az eltérő felépítésű területeken különböző függvények alkalmazhatók. A függvénykapcsolatok meghatározásának hatékony módszere lehet a bemutatott statisztikai analízis.

A statisztikai módszerekkel eldönthető, melyek azok a kőzetfizikai jellemzők amelyek lényegesen befolyásolják a geofizikai paramétereket, ez alapján meghatározható, melyek azok a geofizikai adatok, amelyek alkalmasak a kőzetjellemzők becslésére.

A statisztikai módszerek alkalmazásának másik lényeges eredménye, hogy a paraméterbecslések megbízhatósága számítható, azaz minőségük ellenőrizhető.

A jelen tanulmány *A matematikai statisztika és a geostatisztika alkalmazása a geofizikában és a Geofizikai eredmények hasznosítása a talajmechanikai kutatásokban* című OTKA (T014447 sz.) kutatási programok keretében készült.

Hivatkozások

- ANDERBERG H. R. 1973: Cluster analysis for application. New York, Academic Press
- COOK R. D. 1977: Detection of influential observation in linear regression. *Technometrics* 19, 15–18
- CSALAGOVITS I., DRASKOVITS P., OCSENÁS P. 1993: Kismélységű vízbázisok veszélyeztetettségének értékelése az Újkígyósi Vízmű körzetében komplex módszerekkel végzett kutatások során. Budapest, ELGI jelentés
- DRAPER N. R., SMITH H. 1981: Applied regression analysis. New York, John Wiley and Sons
- FEJES I. 1996: Talajmechanikai paraméterek meghatározása mérnökgeofizikai szondázások alapján. *Közúti közlekedési és mélyépítési szemle XLVI*, 11, különlenyomat, 440–449
- MAGUMI K., MAMURO T. 1977: Concentration of Uranium Series Nuclides in Soil Particles in

Relation to their Size. *J. Geophysics Res.* 82, 2, 353–356

- MARION D., NUR A., YIN H., HAN D. 1992: Compressional Velocity and Porosity in Sand-clay Mixtures. *Geophysics* 57, 4, 554–563
- OCSENÁS P. 1994: Tanulmány a Cikolasziget és Ásványráró környezetében végzett geofizikai mérésekről. Budapest, ELGI jelentés
- ROMESBURG H. C. 1984: Cluster analysis for researchers. Belmont, Calif.: Lifetime Learning Publications
- ZAMARIN J. A. 1954: Projektirovanyije gidrotehniceszkih szooruzsenyij. Moszkva

Függelék

$$S_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (1)$$

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

$$S_b = \frac{\text{Res}}{n-2} \frac{S_x}{\sqrt{n-1}} \quad (3)$$

$$S_{y_i} = \frac{\text{Res}}{n-2} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)S_x^2}} \quad (4)$$

$$S_{\bar{y}_i} = \frac{\text{Res}}{n-2} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)S_x^2}} \quad (5)$$

$$b_i \pm t_{\alpha/2, n-p-1} \sqrt{\frac{y' y - b' S^* b}{(n-2)(S^{*-1})_{jj}}} \quad (6)$$

$$\bar{y}_i \pm t_{\alpha/2, n-p-1} \sqrt{\frac{(y' y - b' S^* b)(x_i' S^{*-1} x_i)}{n-2}} \quad (7)$$

$$R_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j)}{(n-1)S_i S_j} \quad (8)$$

P-SV hullámok diszperziós relációja és elmozdulásfüggvényei lassan változó rétegvastagságú hullámvezetőben¹

FANCSIK TAMÁS²

A dolgozatban a WKB módszert alkalmazva megadjuk homogén, de változó rétegvastagságú szerkezetben terjedő P-SV csatornahullámok diszperziós összefüggéseit és elmozdulásfüggvényeit. A diszperziós egyenlet numerikus elemzésével a rétegvastagság-változás hatását és kimutathatóságát vizsgáljuk, továbbá felhívjuk a figyelmet egy ekvivalencia jelenségre és feloldhatóságára.

T. FANCSIK: Dispersions and displace functions of P-SV waves propagating in channel with variable thickness

Using the WKB method dispersions and displace functions are given for P-SV waves propagating in channel with variable thickness. By means of numeric solutions of the derived dispersion equation coupling effect, phase velocity — place function and the detectability of thickness — variations.

Bevezetés

A felületi és vezetett hullámokkal történő mérési eljárások szerepe a geofizikában, ill. szeizmikában általában alárendelt a reflexiós és refrakciós módszerek mellett. Leginkább a bányageofizikai alkalmazások során kerültek előtérbe, az utóbbi időben pedig a környezetvédelmi és mérnökgeofizikai problémák megoldása kapcsán növekszik jelentőségük. Ez utóbbihoz kapcsolódó mérési metodikák a bányabeli kutatások során — a csatornahullámokra vonatkozóan — elért eredményekre támaszkodhatnak.

A csatornahullámok elméletében EIVISON [1955] és KREY [1963] megalapozó vizsgálatait követően BUCHANAN [1978] tanulmányozta az SH hullámok csillapodását a konstans Q modell segítségével háromréteges összletben, DOBRÓKA, ORMOS [1983] pedig a Poynting-Thomson-teszt alkalmazásával. P-SV hullámokra DRESEN et al. [1985] közölt diszperziós görbéket.

A sokréteges esetek modellezését SH hullámokra RÄDER et al. [1985], SH és P-SV hullámokra pedig BUCHANAN [1987] eredményei tették lehetővé.

A vezetett hullámok tulajdonságainak véges differenciás módszerrel történő elemzésében KERNER,

DRESEN [1985], BODOKY, BODOKY [1983], KORN, STÖCKL [1982] munkái jelentették a kezdeti lépéseket.

Az inhomogén közegben való hullámterjedés WKB módszerrel történő analitikus leírását DOBRÓKA [1987] adta meg először, a homogén, de lassan változó telepvastagság esetében pedig szintén DOBRÓKA [1988] publikált megoldást. E két említett eredmény SH vagy Love típusú telephullámokra és disszipatív közegre vonatkozott.

Rayleigh típusú vagy másképpen P-SV hullámok inhomogén, sokréteges közegben való terjedését FANCSIK [1995] írta le ugyancsak a WKB approximációt alkalmazva.

Jelen dolgozatban — e vizsgálatort teljessé téve — homogén, de lassan változó telepvastagságú összlet feltételezése mellett továbbra is a WKB módszer segítségével határozzuk meg a P-SV hullámok diszperziós relációját és elmozdulásfüggvényeit.

Analitikus összefüggések

A hullámvezető modellje az 1. ábrán látható. Jelölések:

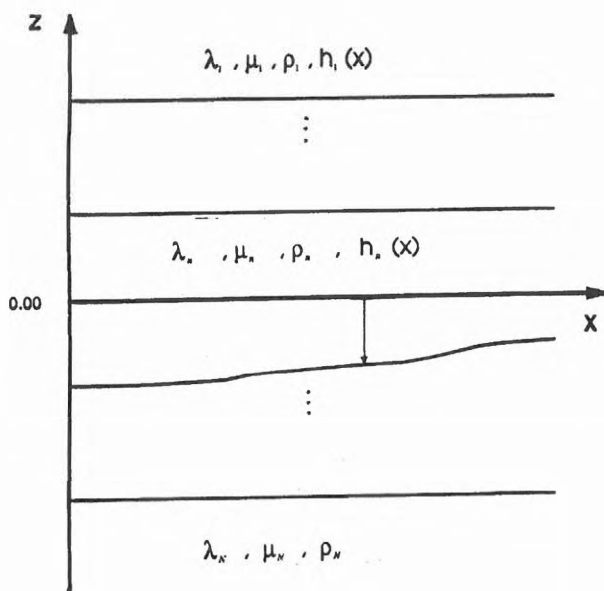
λ_n, μ_n : Lamé-állandók az n -ik rétegben,

ρ_n : az n -ik réteg sűrűsége,

$h(x)$: az (x, y) sík és az n -ik réteg aljának távolsága az x koordináta függvényében.

¹ Beérkezett: 1997. január 30-án

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



1. ábra. A rétegsor geometriája
Fig. 1. Geometry of layers

A közeget homogén, izotróp Hook-testekből felépülőnek tételezzük fel, a probléma megoldása során ezért a mozgásegyenletből indulhatunk ki (az indexezéseket az áttekinthetőség kedvéért elhagyjuk):

$$\rho \frac{\partial^2 \vec{s}}{\partial t^2} = \mu \Delta \vec{s} + (\lambda + 2\mu) \text{grad div } \vec{s} \quad (1)$$

A hullámterjedés az (x, z) síkban történik, tehát az elmozdulásvektornak csak két, egy x irányú u_x és egy z irányú u_z komponense van. Ismeretes, hogy (1) megoldását a φ és $\vec{\psi} = (0, \psi, 0)$ elmozduláspotenciálok segítségével kereshetjük meg a legegyszerűbben [ÁDÁM 1987]. Ekkor $e^{i\omega t}$ időfüggés esetén a

$$\Delta \varphi + k_\alpha^2 \varphi = 0 \quad (2a)$$

$$\Delta \psi + k_\beta^2 \psi = 0 \quad (2b)$$

Helmholtz-egyenleteket kell megoldanunk, ahol $k_\alpha = \omega/\alpha$ és $k_\beta = \omega/\beta$. Tekintsük először a (2a) összefüggést. Mivel a réteghatár az x koordinátától függően lassan változik, $\varphi(x, z)$ a függvény amplitúdóért felelős része a z koordinátán kívül a rétegvastagságtól is — bár gyengén — kell, hogy függjön, amit úgy érhetünk el, hogy φ -t az alábbi szorzat alakjában vesszük fel [DOBRÓKA 1988a]:

$$\varphi = u(z, h(x))v(x) \quad (3)$$

A (3) egyenlet (2a)-ba törtéző helyettesítése, a kijelölt műveletek elvégzése, továbbá a d^2h/dx^2 -tel és a $(dh/dx)^2$ -tel arányos tagok elhanyagolása után (2a) az u -ra és v -re nézve szeparálhatóvá válik — amennyiben teljesül a következő feltétel:

$$\eta_\alpha = \left| \frac{2}{u} \frac{du}{dh} \frac{dv}{dx} \frac{dh}{dx} \right| \ll \left| \frac{d^2v}{dx^2} \right| \quad (4)$$

Ezt az egyenlőtlenséget a rétegvastagság-változások mértékére kiróható feltételként fogadhatjuk el. (4) érvényessége esetén a szeparált egyenletrendszer:

$$\frac{d^2u}{dz^2} + (k_\alpha^2 - k^2(x))u = 0$$

$$\frac{d^2v}{dx^2} + k^2(x)v = 0$$

ahol $k(x)$ az x -től gyengén függő szeparációs paraméter, ami nem más, mint a vezetett hullám hullámszáma. Az ilyen típusú egyenletek WKB megoldása [DOBRÓKA 1995, FANCSIK 1995]:

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{k}} \left(A e^{-i\sqrt{k_\alpha^2 - k^2}z} + B e^{i\sqrt{k_\alpha^2 - k^2}z} \right) e^{i \int_0^x k(\xi) d\xi} \quad (5)$$

ahol felhasználtuk (3) összefüggést. A (2a) és (2b) egyenletek analógiájából következik, hogy ψ -t ugyanezen lépések alkalmazásával kapjuk meg. A számításokat nem részletezve az eredmény:

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{k}} \left(C e^{-i\sqrt{k_\beta^2 - k^2}z} + D e^{i\sqrt{k_\beta^2 - k^2}z} \right) e^{i \int_0^x k(\xi) d\xi} \quad (6)$$

A szeparációs feltétel ekkor

$$\eta_\beta = \left| \frac{2}{\tilde{u}} \frac{d\tilde{u}}{dh} \frac{d\tilde{v}}{dx} \frac{dh}{dx} \right| \ll \left| \frac{d^2\tilde{v}}{dx^2} \right| \quad (7)$$

Az \tilde{u} és \tilde{v} a (3)-mal analóg felbontásnak megfelelő függvények. A potenciálokról az u_x x irányú és u_z z irányú elmozdulásfüggvényekre áttérve az eredmény:

$$u_x = \frac{1}{\sqrt{k}} (ikAe^{-pz} + qCe^{-qz} + ikBe^{pz} - qDe^{qz}) e^{i \int_0^x k(\xi) d\xi}$$

$$u_z = \frac{1}{\sqrt{k}} (-pAe^{-pz} + ikCe^{-qz} + pBe^{pz} - ikDe^{qz}) e^{i \int_0^x k(\xi) d\xi}$$

és

$$p = \sqrt{k^2 - k_\alpha^2}, \quad q = \sqrt{k^2 - k_\beta^2}.$$

A diszperziós relációt csatornahullámok esetén úgy kapjuk, hogy a réteghatárok mentén az alábbi feltételek teljesülését követeljük meg:

- a normálirányú feszültségek folytonosak, mely esetünkben a z irányú deriválttal közelíthető [DOBRÓKA 1995];
- az elmozduláskomponensek folytonosak;
- az amplitúdók $z \rightarrow \pm\infty$ esetben is végesek maradnak.

Ha e feltételi egyenleteket például az n -ik rétegre felírjuk, egy homogén lineáris egyenletrendszert kapunk, melyet az alábbi mátrixegyenlettel alakíthatunk [BUCHANAN 1987, FANCSIK 1995]:

$$\underline{\underline{\Lambda}}_{n+1}(h_n) \underline{\underline{Q}}_{n+1} \bar{b}_{n+1} = \underline{\underline{\Lambda}}_n(h_n) \underline{\underline{Q}}_n \bar{b}_n \quad (8)$$

ahol

$$\bar{b}_n = (A_n \ C_n \ B_n \ D_n)^T$$

$$\underline{\underline{Q}}_n = \begin{pmatrix} ik & q_n & ik & -q_n \\ -p_n & ik & p_n & ik \\ -ikp_n\mu_n & -\mu_n(k^2 + q_n^2) & ikp_n\mu_n & -\mu_n(k^2 + q_n^2) \\ p_n^2\xi_n - k^2\lambda_n & -2ik\mu_nq_n & p_n^2\xi_n - k^2\lambda_n & -2ik\mu_nq_n \end{pmatrix}$$

$$\underline{\underline{\Lambda}}_n(h_n) = \text{diag}(e^{-p_n h_n(x)} \ e^{-q_n h_n(x)} \ e^{p_n h_n(x)} \ e^{q_n h_n(x)})$$

$$\text{és } \xi_n = \lambda_n + 2\mu_n.$$

Minden egyes n réteghatárra felírva a (8) egyenletet, egy rekurziós kifejezés adható meg az alsó és a felső féltér integrációs állandói között, amely a mátrixműveletek elvégzése után a következő alakot ölti [BUCHANAN 1987]:

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ B_n \\ D_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \underline{\underline{M}}_{11} & \underline{\underline{M}}_{12} \\ \underline{\underline{M}}_{21} & \underline{\underline{M}}_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A_1 \\ C_1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

ahol $\underline{\underline{M}}_{ij}$ -k (2x2)-es almátrixokat jelentenek. Ebből következően a diszperziós reláció:

$$\det(\underline{\underline{M}}_{11}) = 0 \quad (9).$$

A kapott összefüggésekből kiolvasható, hogy a homogén, de lassan változó rétegvastagságú összletben terjedő P-SV hullámok diszperziós relációja a különböző x távolságokhoz tartozó lokálisan homogén szerkezeteknek megfelelő diszperziós relációk sorozatával közelíthető.

A következő pontban ennek egy alkalmazási lehetőségét vizsgáljuk meg.

Numerikus eredmények

A rétegvastagság-változás és a diszperziós reláció kapcsolatát egy egyszerű, háromréteges, szimmetrikus összleten végzett vizsgálat alapján mutatjuk be, mely összlet paraméterei megegyeznek FANCSIK [1995] publikációjában közölt modellparaméterekkel. Ennek az az oka, hogy lehetőségünk nyílik ezáltal a sebesség-inhomogenitások és a rétegvastagság-változás okozta effektusok összehasonlítására, ami a gyakorlati mérések szempontjából érdekes tanulságokkal szolgálhat. A modellparamétereket és a vastagságfüggvényt az 1. táblázat tartalmazza.

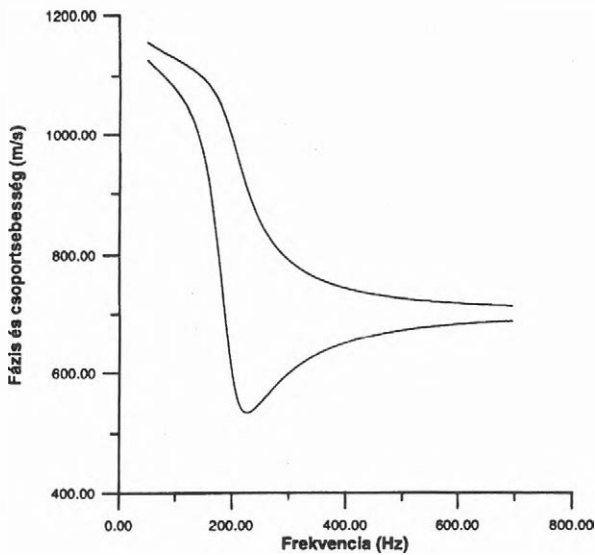
α (m/s)	β (m/s)	ρ (kg/m ³)	H_0 (m)
3000	1200	2100	—
2000	700	1400	3
3000	1200	2100	—

vastagságfüggvény: $H(x) = H_0 \left(0,7 + 0,3e^{-\left(\frac{x}{10H_0}\right)^2} \right)$

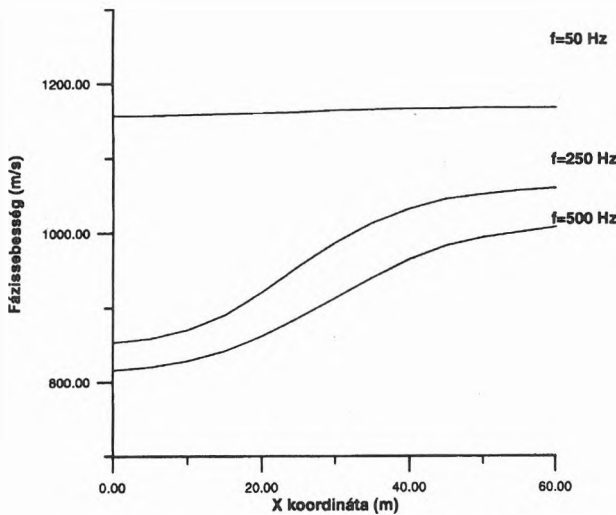
1. táblázat. A háromréteges modell paraméterei és a rétegvastagság-változást leíró függvény, ahol α a longitudinális, β a transzverzális testhullámsebesség, ρ a sűrűség, H_0 az $x = 0$ helyen vett rétegvastagság

Table 1. Parameters of three-layered model and function of inhomogeneity, where α , β is a longitudinal and shear velocity, ρ is a density, H_0 is a thickness at $x = 0$

A 2. ábrán az $x=0$ m távolságban számított fázis- és csoportsebesség görbe van feltüntetve. Az offset-hatás tanulmányozása céljából ábrázoljuk az x koordináta és a fázissebesség kapcsolatát egy-egy konkrét frekvencián (3. ábra). Az ábráról leolvasható, hogy az Airy-fázis körüli (250 Hz) frekvenciatartományban a fázissebesség változás mértéke meghaladja a vastagságváltozás mértékét. Ez a jelenség a testhullámsebesség helyfüggése esetén is fennáll [FANCSIK 1995], tehát megállapíthatjuk: a lassan elvéko-



2. ábra. Fázis és csoportsebesség az $x = 0$ pontban
 Fig. 2. Phase and group velocity at $x = 0$



3. ábra. Fázissebesség a hely függvényében rögzített frekvenciák esetén
 Fig. 3. Phase velocity in function of x coordinate at the fixed frequencies

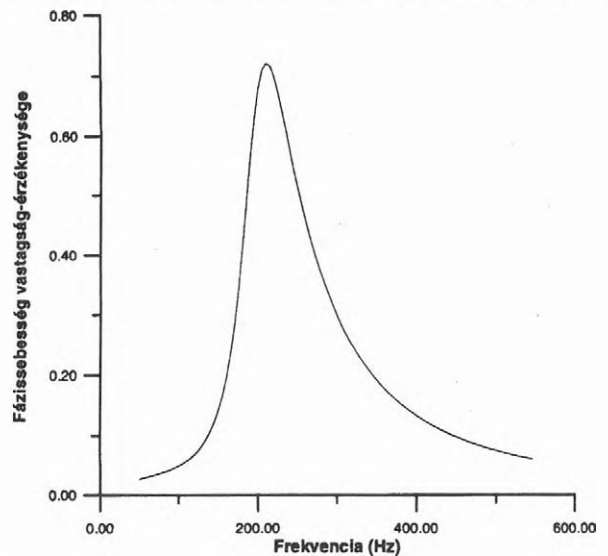
nyodó telep, ill. a lassan növekvő transzverzális testhullámsebesség az Airy-frekvencia közelében módosítja legnagyobb mértékben a fázissebességet, és e módosulás a hely és frekvencia függvényében szinte ugyanolyan irányú és nagyságú mindkét esetben. A problémát most már csak az jelenti, hogy a két hatást egymástól ebben a frekvenciaintervallumban nem lehet egymástól elkülöníteni. Pontosan fogalmazva: ekvivalencia jelenséggel állunk szemben,

ami SH hullámok esetén is létezik — erre először DOBRÓKA [1988b] hívta fel a figyelmet.

Az idézett dolgozatban bevezetett vastagságérzékenység függvényt jelen problémánkra is definiálhatjuk:

$$\varphi_c = \frac{d \ln c(H)}{d \ln H}$$

ahol c a fázissebesség, H a rétegvastagság. φ_c -t különböző frekvenciákra meghatározva és ábrázolva előállíthatjuk a fázissebesség-érzékenység görbét, melyet — a példamodellünkre alkalmazva — a 4. ábra tartalmaz. A görbe alacsony frekvenciáknál nullától indul és az Airy-fázis környezetében éri el a maximumát. Ez nyilvánvaló, hiszen a kis frekvenciák nagy hullámhosszokat jelentenek, olyan nagyokat, amelyekhez képest a véges csatornavastagság elhanyagolható hatású. A frekvencia növekedésével csökkenő hullámhossz az Airy-fázis közelében esik a rétegvastagság nagyságrendjébe, ezt jelenti a maximum („rezonancia”). Az egyre csökkenő hullámhosszú hullámok a csatornát már mint „egyre inkább végtelen teret érzékelik”, vagyis a vastagságváltozás hatása megint egyre kevésbé jelentős, ezért tart a görbe $f \rightarrow \infty$ esetén nullához. Ezen eredményeket a fázissebesség-érzékenység görbékkel [FANCSIK 1995] összevetve világossá válik az ekvivalencia és annak feloldhatósága. A két görbe teljesen hasonló lefutású az Airy-fázishoz közeli frekvenciáig (növekedés, maximum), azonban az ettől nagyobb frekvenciák irányában a fázissebesség-érzékenység 1-hez, míg a vastagságérzékenység 0-hoz



4. ábra. A fázissebesség vastagság-érzékenysége
 Fig. 4. Sensitivity of phase velocity to layer thickness

tart. Vagyis túl az Airy-frekvencián elsősorban a sebesség-inhomogenitások jelentkeznek nagy súllyal, tehát lehetőségünk van — legalábbis elméletileg — leválasztani ezt a hatást, s ennek ismeretében a réteghatár változásaira visszakövetkeztetni.

Összefoglalás

Láttuk, hogy homogén, de változó vastagságú közegben haladó P-SV hullámok diszperziós összefüggését a különböző x távolságokhoz tartozó lokálisan homogén szerkezetek diszperziós egyenleteivel közelíthetjük, amennyiben teljesülnek a (4) és (7) szeparációs feltételek. Modellszámítás alapján megvizsgáltuk a csatornavastagság változásának hatását a diszperziós egyenletre, s azt találtuk, hogy a fázissebességet az Airy-frekvencia közelében perturbálja a legnagyobb mértékben. Modellszámításainkat egy másik dolgozat transzverzális testhullámsebesség inhomogenitásokra vonatkozó eredményeivel összevetve egy ekvivalencia jelenséget ismerhetünk fel. Az érzékenységgörbe vizsgálatok azonban lehetőséget teremtettek az ekvivalencia feloldására.

A bevezetőben már említettük, hogy a csatornahullámok elméletében elért eredmények minden további nélkül általánosíthatók felületi hullámok esetére, tehát az itt leírtak lényegében a környezetvédelmi és mérnökgeofizikai gyakorlatban előforduló hasonló jellegű problémákra is érvényesek maradnak.

HIVATKOZÁSOK

ÁDÁM O. 1987 : Szeizmikus kutatás I. Tankönyvkiadó, Budapest
 BODOKY A., BODOKY T. 1983: Preliminary result of numerical modelling of 'Seam-waves'. *Geophysical Transactions* **29**, 2, 129–140
 BUCHANAN D. J. 1978: The propagation of attenuated SH channel waves. *Geophysical Prospecting* **26**, 26–28
 BUCHANAN D. J. 1987: Dispersion calculation for SH and P-SV waves in multilayered coal seams. *Geophysical Prospecting* **35**, 62–70

DANILOV V. N., DOBRÓKA M., YAMSHIKOV V. S. 1990: The propagation of channel waves in a coal seam with horizontal and vertical inhomogeneities. *Geophysical Transactions* **35**, 199–208
 DOBRÓKA M., ORMOS T. 1983: Absorption-dispersion relation for Love channel waves. *Geophysical Transactions* **29**, 2, 117–128
 DOBRÓKA M. 1987: Love seam waves in a horizontally inhomogeneous three-layered medium. *Geophysical Prospecting* **35**, 502–516
 DOBRÓKA M. 1988a: On the absorption-dispersion characteristics of channel waves propagating in coal seams of varying thickness. *Geophysical Prospecting* **36**, 318–331
 DOBRÓKA M. 1988b: Love típusú telephullámok elmozdulásfüggvényei és adszorpciós-diszperziós tulajdonságai III. *Magyar Geofizika* **XXIX**, 1–2
 DOBRÓKA M. 1995: Laterálisan inhomogén hullámvezetőben terjedő Love típusú hullámok adszorpciós-diszperziós jellemzőinek joint inverziója. *Magyar Geofizika* **36**, 1
 DRESEN L., KERNER C., KÜHBACH B. 1985: The influence of an asymmetry in the sequence 'rock-coal-rock' on the propagation of Rayleigh seam-wave. *Geophysical Prospecting* **33**, 519–539
 EIVISON F. F. 1955: A coal seam as a guide for seismic energy. *Nature* **176** (4495), 1224–1225
 FANCSIK T. 1995 : Laterálisan gyengén inhomogén közegben terjedő P-SV hullámok diszperziós relációja és elmozdulásfüggvényei. *Magyar Geofizika* **36**, 3, 215–221
 KERNER C., DRESEN L. 1985: The influence of dirt bands and faults on the propagation of Love seam waves. *Journal of Geophysics* **57**, 77–79
 KORN M., STÖCKL H. 1982: Reflection and Transmission of Love Channel Waves at Coal Seam Discontinuities Computed with a Finite Difference Method. *Journal of Geophysics* **50**, 171–176
 KREY Th. 1963: Channel waves as a tool of applied geophysics in coal mining. *Geophysics* **28**, 701–704
 RÄDER R., SCHOTT W., DRESEN L., RÜTHER H. 1985: Calculation of dispersion curves and amplitude-depth distribution of Love channel waves in horizontally layered media. *Geophysical Prospecting* **33**, 800–816

HÍREK, BESZÁMOLÓK

KÓOLAJ- ÉS FÖLDGÁZBÁNYÁSZATI KOMMUNIKÁCIÓ '96 ANKÉT Szolnok, 1996. december 5—6.

Az anketra 1996. december 5—6-án Szolnokon a Technika Házában került sor 119 fő regisztrált és 8-10 fő érdeklődő részvételével (133 fő jelentkezett). Mottója: *Az élet lényege a kommunikáció!*, témája pedig *Beszéljünk meg: szokások, szabályok az olajipar kutatás-termelési ágazatában*. Dr. SZALÓKI István, a Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportjának társelnöke a következőképpen nyitotta meg az ankétot:

„Hölgyeim és Uraim! Kedves Vendégeink!

Tisztelettel köszöntök minden jelenlévőt a MGE Alföldi Csoportjának elnöke, dr. KISS Bertalan úr és a Csoport vezetősége, továbbá az ankét megszervezésében közreműködő szakmai társegyesületek, így

- az OMBKE Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály elnöke, ŐSZ Árpád úr,
- a MHFT Alföldi Területi Szervezet elnöke, PAP Sándor úr és
- a MGE Szénhidrogén Szakosztály elnöke, dr. FERENCZY László úr nevében is.

Köszönöm, hogy jelenléttükkel megtisztelték rendezvényünket. Külön köszöntöm meghívottainkat, akik megjelenésükkel emelik a rendezvényünk rangját! Köszönöm, hogy a MGE Felszíni Szakosztálya, az SPWLA Budapest Chapter és az Észak-magyarországi Csoportja elvi támogatásáról, egyetértéséről biztosította a rendezőket.

Vezetőségünk ez év tavaszán határozta el, hogy megszervezi a jelen ankétot, mely témakörének aktualitását a különböző szakterületeken dolgozó számos szakember hosszú ideje érezte.

Az Egyesület az ankét megszervezésére képtelen lett volna szponzorok nélkül. Ezért köszönet jár mindazon gazdálkodó szervezeteknek és vezetőiknek, amelyek, illetve akik a realizálás lehetőségét biztosították.

Köszönettel tartozunk

- a MOL Magyar Olaj- és Gázipari Részvénytársaságnak, személy szerint KUGLER Flórián humánpolitikai vezérigazgató-helyettes úrnak és

munkatársainak, kiemelten BARTFAI István főosztályvezető és SZENTIRMAI Gábor osztályvezető úrnak,

- dr. MAGYARI Dániel ágazatvezető vezérigazgató-helyettes úrnak,
- a GEOINFORM Mélyfúrás Információ Szolgáltató Kft.-nek, illetve vezetőjének, BALLA Kálmán ügyvezető igazgató úrnak,
- a GES Geofizikai Szolgáltató Kft.-nek, illetve ZELEI András ügyvezető igazgató úrnak.

Köszönjük a már említett társegyesületek közreműködését, elvi támogatását, mellyel alátámasztották az ankét témaköre megvitatásának aktualitását. Ezzel egyben tovább erősítették az egyesületek között kialakult jó kapcsolatokat.

Az MGE Alföldi Csoportja részéről ugyancsak nagyra értékeljük az említett vállalatoknak az egyesületek munkáját, erkölcsileg-anyagi támogatását. A kedvező kapcsolatok mozgató ereje a MOL-on belül kereshető és található meg.

A kapcsolatokkal nem élünk vissza: kölcsönösen ismerjük egymás funkcióit, érdekeit és — az illetékességi területünkön, az egyesületi keretek között — igyekszünk tenni a közös érdekekért. Ez mind a MOL Rt., mind a Kft.-k értékét, gazdasági eredményeit feltétlenül javítja, hiszen az egyik legfontosabb erőforrás a humán erőforrás, azaz a magasan kvalifikált munkavállalók szakmai sikerességét mozditja elő. Ez — természetesen — kedvező a szakembereknek egyénileg is, az még inkább a munkáltatók holnapi gazdasági fejlődésének záloga.

Megfelelő vezetési és szervezeti keretek esetén a különböző szakterületek és szakemberek között szorosabbá fűződő szálak segítik láttatni azt is, hogy az egyén boldogulása szervesen kötődik a munkáltatója eredményességéhez.

Az egyes szakterületek művelőinek rálátással kell bírniuk egymás munkájára is. Látniuk kell az egészen belül a részek kapcsolódásait, értelmét, értékét, mert amit nem ismerünk, azt hajlandók vagyunk el sem ismerni, s egy idő után kirekeszteni. Ez nemcsak érzelmi, de jelentős gazdasági hátrányokkal is jár-

hat. Megmondhatatlan, hogy mikor lehetne az eredménytelen eredményes, vagy a gazdaságilag kedvező még kedvezőbb, ilyen „apróságok” miatt.

Bármely szakember csupán akkor tett szert ténylegesen széles látókörre, ha tudja, mikor, hol tud közreműködni mások szakmai problémái megoldásában, s tudja, honnan várhat támogató közreműködést saját problémái megoldásához. A szűkebb szakmai részleteket vitassák meg egymás között a specialisták, ugyanakkor az átfogó kérdések megismerésével véleményezési feladata legyen a kölajbányászat széles szakmai spektrumot felölelő valamennyi szakemberének.

Mindezek mellett figyelembe kell venni a környezeti hatásokat munkánk eredményesebbé tétele végett.

Mérsékelni, majd meg kell szüntetni az előző évtizedekben kialakult indokolatlan, káros szeparálódásokat, az eltérő vállalati, ezen belül szakmai kultúrák egymást gyengítő hatását.

A közeli szakmáknak gyakran, a távolabbiaknak ritkábban, de „kommunikálniuk” kell! Ehhez a feltételek jelen esetben szerencsésen adottak: valamennyi érintett szakterület jelen van a MOL-ban és vállalatainál. Remélhetőleg az üzletágak — mint szervezeti egységek — nem bírnak elkülönítő szereppel.

Az elhangzottakon túl az Ankét aktualitása a következőkben foglalható össze;

Ötéves a MOL Rt.

- szakemberei különböző vállalatoknál, megosztva, kellően nem összehangoltan dolgoztak; a több mint 50 éves olajbányászati múlt mély nyomokat hagyott;
- a szakmailag azonos területen dolgozók is eltérő fogalmakat, más tartalmú paramétereiket használták (használnak?), így fontos döntések alapjai (pl. a telepek készletei) eltérőek lehetnek;
- egyes szakterületek korszerű módszerei nem ismertek a társszakmák szakemberei körében;
- a szakemberek nem ismerik kellően egymást a különböző szakterületeken.

A MOL Kutatás-Termelési Ágazata öt éve a nemzetközi porondra lépett, ahol

- bizonyos szokások, szabályok érvényesülnek, melyek alakítják a résztvevő cégek image-ét;
- a környezethez (szokások, szabályok) alkalmazkodó cégek előnyt élveznek;

- egy vállalat szakembereinek azonos szakmai nyelven, tartalommal kell beszélniük, ezért a szabványosítás, a minőségellenőrzés megoldása, szabványok alkalmazása alapvetően szükséges a profitcentrumként létrehozott Ágazat, rajta keresztül a MOL Rt. egésze számára.

A nemzetközi gyakorlathoz hasonlóan a munkavégzés

- projekt szemléletű, ahol jól definiált feladatokkal, határidőkkel, gazdasági és kockázatelemzésekkel, felelősökkel, hasonló műszaki-gazdasági tartalmú jelentésekkel;
- integrált, — a kommunikatív, feldolgozó rendszereken túl — egyenrangú autonóm szakterületekkel (geológia, geofizika, kőzetfizika, művelés, termelés, gazdálkodás) történik;
- adatbázisokkal, információs rendszerekkel támogatott, ahol az információáramlás nem egyirányú, megtörténik a visszacsatolás, ittrált adatok, információk előállítására kerül sor, egyértelműek és egységesek a fogalmak és jelölések, áttekinthetők, könnyen kezelhetők a hasonló felépítésű dokumentációk, jelentések.

A cél

- elindítani azt a folyamatot, mely során a problémák megbeszélése, a feladatok kitűzése és megoldása lehetővé válik;
- elkülöníteni a vállalati és egyesületi kompetenciákat;
- igény esetén kijelölni a következő egyesületi rendezvény tárgyát, időpontját.

Az ankét megszervezéséhez a felsorolt indokok többségének aktualitása vezette a rendezőket, elősegítendő az olajbányászati szakterületek egymás által történő kölcsönös megismerését, az együttgondolkodást, azaz az Együtt, egymásért! elv megvalósítását.

E gondolatok jegyében nyitom meg az ankétot, és kívánom minden résztvevőnek, hogy szaktudása gyarapodjon, tegyen szert új szakmai sikerekre, élményekre! ”

Az ankét kiemelt témakörei az alábbiak voltak:

- fő szakmai folyamatok és modellek,
- a projekt szemlélet, a szakmai integrációk és információs rendszereik,
- a projekt jelentések (műszaki-gazdasági) tartalma,

- az egységes fogalom (definíció), kód (jelölési) rendszer („szótár”),
- célszerű szervezeti formák.

Az ankét *szervezői*: a Magyar Geofizikusok Egyesülete több csoportja és szakosztálya, a Magyarhoni Földtani Társulat Alföldi Szervezete, Az Országos Magyar és Kohászati Egyesület Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztálya, a Magyar Geofizikusok Egyesülete Szénhidrogén Szakosztálya. Támogatta a MOL Rt., a MOL Rt. KTÁ, a GEOINFORM Kft. és a GES Kft.

A rendezvény, a nagyszámú aktív résztvevőn túlmenően, a beérkezett kiértékelő lapok alapján is *sikerese*nek mondható. Elhangzott 9 db átfogó jellegű plenáris és 8 db poszter előadás, valamint 16 db előadás a szakmai (geológiai, geofizikai, kőzetfizikai, művelési, termelési) blokkokban (szekciókban). A baráti találkozó beszélgetésekre és eszmecserekre adott módot. Résztvevői *javasolják* a cégeknek (a MOL Rt.-nek és a MOL tulajdonú szakmai szolgáltató Kft.-knek) az előzetesen elkészített anyag és az átfogó jellegű előadások további tanulmányozását, részletesebb megvitatását, esetleg oktatását, „betanulását”, különös tekintettel az 1997. évi projektek céljaira, feladataira, részfeladataira és végrehajtásának módszereire, a „cégszabványok” (standardok) szükségességére és elkészítésére, valamint a szakmai szótár szerkesztőbizottságának létrehozására és a szerkesztés alapelveire.

Az ankét *résztvevői* igényelnék a stratégiai, a gazdasági, a pénzügyi, a szervezési szakterületek tájékoztatását azért, hogy jobban megértsék a döntések hátterét, és ajánlásokat fogalmaztak meg a külön meghívandók körére is (a MOL Rt. és a MOL tulajdonú Kft.-k csúcsvezetői és vezetői, nyugdíjas

olajipari szaktekintélyek, a fő szakterületek szakembereit képző egyetemek, intézetek vezetői). Kifejezték óhajukat az ankét folytatását illetően, és hogy ez az integrációval foglalkozzon.

A rendezők

- felkérjük az előadókat, hogy előadásukat írásban is bocsássák a rendezők rendelkezésére (esetleg floppy lemezen is),
- kéri az ankét levezető elnökeit, hogy írják meg véleményüket az ankét egészéről, bevezetőjüket a blokkokhoz (szekciókhoz), valamint a folytatásra vonatkozó javaslatukat,
- az előzetes és a beérkezett írásos anyagok (előadások, elnöki beszámolók) alapján megszerkeszteni az ankét szakmai anyagát azért, hogy azt további felhasználás, esetleg megjelentetés céljából megküldjék támogatóinknak (illetve hogy sorsáról dönteni lehessen);
- úgy gondolják, hogy az előbbiekre érdemes jelentős energiákat áldozni, hiszen ezek szakmai kultúrát takarnak, amelyeket nem elég ismerni, ezeket gyakorolni, használni kell, mert *a kultúra meghonosítása igen áldozatos munkát igényel és a meghonosított magas szintű szakmai kultúra javítja a MOL Rt. image-ét és növeli piaci értékét.*

Az ankét résztvevőinek óhaját, kívánságát is megismételve: viszontlátásra 1997. november 27–28-án a *Kőolaj- és Földgázbányászati Integráció '97* című ankéton!

*Kiss Bertalan,
az MGE ACS elnöke
Ósz Árpád,
az OMBKE KFVSZ elnöke*

A 66. SEG-KONFERENCIA

Móttó: „*Nem a konferencia lett más,
csak mások vettek részt rajta.*”

Időjárás

A Magyar-Amerikai Tudományos és Technikai Közös Alap egyik projektjének lezárásaként két hetet töltöttünk VARGA Géza kollégámmal az Egyesült Államokban és mivel partnerünk a United States Geological Survey geofizikusa volt és így Denverbe kellett mennünk, részt vettünk az ott rendezett SEG-konferencián is. Beszámolóinkban szó esik majd mindkét tevékenységünkről.

Minden valamire való úti beszámoló ezzel kezdődik. Denver sík területen fekszik, de egy mérföld magasan. Ezt a Capitolium lépcsőjébe vert szög is jelzi. Számunkra a magashegységi éghajlat meglehetősen ismeretlen, de ez a november eleje-közepe mégis meglepetést okozott. A konferencia ideje alatt még hazai szemmel is napos, majdnem „átlagos” időjárás volt, a zárást követő napon, pénteken azon-

ban köd, majd hóesés következett. Szombaton éjszaka már $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt (ez nem Fahrenheit–Celsius átszámítási hiba, Celsius fokokat mutató hőmérőről olvastuk le). Keddre a hó teljesen eltűnt és még késő délután is ingujjban lehetett üldögelni és napozni a szabadban. Azt, hogy a karácsony ott is fehér volt-e, nem tudjuk.

Tanulj, BKV!

Szállodánk nem Denverben, hanem Lakewoodban volt, a USGS közelében. A városba azzal az expresszbusszal jártunk, amelynek másik végállomása a nemzetközi repülőtér, belvárosi megállója pedig egy olyan buszpályaudvar, ahol a föld alatti csarnokban sok más autóbusznak is volt megállója. A csarnokban a várakozó utasokon kívül mindig üldögélt biztonsági őrként egy feltehetőleg fegyvert is viselő úriember. Mikor először utaztam a belvárosból Lakewoodba, a busz pontosan megérkezett a megfelelő számú kijáráshoz, néhány utas leszállt róla. Fel akartam szállni, a buszvezető — egy középkorú hölgy — szólt, hogy várjak, mindjárt jön vissza és ezzel bezárta az ajtót és a busz elment. Vártam néhány percig, aztán arra gondoltam, hogy valamit félreértettem és felmentem a mozgólépcsőn, a pályaudvar elől telefonálni próbáltam. Nem jutottam el a tárcsázás végéig, mikor a kijáratban megjelent a buszvezető és integetett, hogy menjek. Az történt ugyanis, hogy a buszon volt néhány japán turista, akik át akartak szállni egy másik buszra, de nem tudták, hol a megálló. Erre a vezető a busszal elvitte őket a közeli megállóhoz, majd visszajött értem. Mikor nem talált ott, megkérdezte a biztonsági embert, hova tűntem, majd feljött értem. Nem tudom, hogy a busztársaság előírásai között szerepel-e az elanyátlanodott turisták gyámolítása és az utasok utáni futás, nekem mindenesetre nagyon jólesett. Főként azért, mert a busz csak óránként járt és így — bár kulturált körülmények között — nem kellett megvárnom a következő járatot.

A „nigériai trükk”

Bizonyára sokan hallottak már a Nigériából érkező ajánlatokról, vagy talán kaptak is már ilyent. A lényege ezeknek a bizalmas leveleknek az, hogy több tíz millió dollár 20–30%-át ajánlják fel megbízható intézményeknek, ha megadják a pontos intézmény nevet, a pontos címet, fax- és telefonszámot és az intézmény bankszámlájának adatait, természetesen azért, hogy a pénzt oda átutalhassák (az újság közöl egy ilyen levelet, ebben 35,5 millió dollár 25%-át ígéri a közreműködésért. Az ELGI-nek küldött

egyik ilyen levél kevésbé nagylelkű, Uthman Tafida 18,3 millió dollárnak csak 20%-át ajánlotta fel.). Legtöbben ennél tovább már nem jutnak, a The Denver Business Journal szerint azonban coloradói üzletemberek megtették a következő lépést is, azaz a több millió dollár reményében mintegy félmillió dollárt utaltak át a nigériaiaknak, előzetes költségre. Ennek a pénznek nyoma veszett, a milliók pedig nem akartak megérkezni. Az FBI szerint korábban utahi üzletemberek jártak ugyanígy, hasonló összeget veszítettek. Számomra ebben csak az volt a meglepő, hogy tapasztalt amerikai üzletemberek bedőlnek egy ilyen ócska trükknek. Nem hiszem, hogy a nigériai kormány és központi bank ellen ezekben az ügyekben indított per eredménnyel járna.

Akár komolyan is lehet venni

Ugyanez az újság megadja egy vállalat jó vagy rossz működésének külső jeleit is. Minden rendben van, ha

- a tulajdonosok és a vezetőség rendszeresen szabadságra mennek;
- a tulajdonosoknak, a vezetőknek és az alkalmazottaknak is a tényleges helyzetnek megfelelő névjegyei vannak;
- a vállalat egy üzleti vagy ipari szervezethez tartozik.

Ez a dolog komoly fele, ezt egészítették ki a nem megfelelő működés öt jelével:

- A vezetőség új céges papírt rendel, amelyen a vállalat neve hibásan van írva, de ez senkit sem zavar;
- a tulajdonos kedvenc dobermannját úgy hívják, mint a humánpolitikáért felelős alelnököt;
- a másológép elromlik és a vezetés megoldásként egy csomó indigót rendel;
- a vezetőségnek az az elképzelése a hatékony vezetésről, hogy szabálytalan időközönként kikiabál a sarokszobából: „Hé, hagyjátok abba!”;
- hátborzongató a hasonlóság a vállalatnál történő dolgok és a Dilbert című képregényben leírtak között (ez egy Scott Adams nevű szerző The Dilbert principle című művére utal, amely felületes ismereteim szerint a vállalatvezetés Murphy-törvényeit foglalja össze).

Egyik-másik jel a sokkal elmaradottabb hazai viszonyok között is ismerősnek tűnhet.

Nemzetközi kiállítás és hatvanhatodik éves összefoglaló

Ez a Society of Exploration Geophysicists kongresszusának hivatalos megnevezése. Az európai

szervezet hasonló rendezvényét többen ismerik, így a különbségeket könnyű észrevenni. Az ismertetés előtt azonban némi rosszmájúsággal megjegyzem, hogy regisztrálásunk egy teljes napot vett igénybe. Ismeretlen okok miatt a regisztrálást végző számítógép rendszer sem kollégám, sem saját jelentkezésemet nem volt hajlandó elfogadni és a gépeknél ülő nyugdíjas hölgyek teljesen tanácstalanná váltak. Állítólag a kongresszus ideje alatt az is megtörtént, hogy az egyik teremben kihirdették, szükség lenne egy számítógép hálózathoz értő szakember segítségére, ha van ilyen, jelentkezzenek.

A kongresszus november 10-től 15-ig, azaz vasárnaptól péntekig tartott, de már az előző szombaton is volt tanfolyam, vasárnap pedig munkamegbeszélések (workshop). A „jégtörés” vasárnap este volt a kiállítás területén. Itt mindenkinek alkalma volt találkozni az SEG vezetőivel, akik szintén „ki voltak állítva”. Lehet, hogy az alkoholtilalom egy késői maradványa, hogy még a szódavízért vagy az üdítőért is fizetni kellett, csak az étel ára foglaltatott benne a regisztrálási díjban.

Az előadások

Az igazi megnyitó, helyesebben a Presidential Session hétfőn délelőtt volt. Ennek jelentős részét a különböző díjak átadása tette ki (ha valakit közelebbről érdekelnek a kitüntetettek, a 32 oldalas, életrajzokat is tartalmazó ismertető az ELGI könyvtárában megtalálható). Az ünnepi előadást pedig Torrence V. JOHNSON tartotta a Galileo űrszondáról, a Jupiter és holdjai kutatásában elért eredményekről. Nemcsak soha nem látott képeket mutatott be, de hallhattuk a szférák zenéjét, azaz az űrbéli elektromágneses sugárzás felvételét is. Az előadó arról is nevezetes, hogy az „Asteroid #2614” az ő nevét viseli.

A szóbeli és poszter előadások hétfőn délután kezdődtek, a szekciók száma a következő volt:

Hétfő	Kedd	Szerda	Csütörtök	Összesen
4 poszter	4 poszter	4 poszter	4 poszter	12 poszter
10 szóbeli	20 szóbeli	20 szóbeli	10 szóbeli	60 szóbeli

A táblázatból látható, hogy csütörtökön csak délelőtt voltak előadások, pénteken pedig már csak munkamegbeszéléseket tartottak (összesen 14 volt), szombatra pedig — ez volt a havas, hideg nap — kirándulásokat hirdettek. A kiállításról még lesz szó, itt csak annyit, hogy kissé meglepő módon már szerdán este bezárt.

Tanulságos lehet a szekciók részletes felsorolása is, bár némely esetben nem egyértelmű, mit is takar a cím.

Hétfő délután

poszter

- Általános EM modellezés
- Migráció
- Tározó és közet jellemzés 1.
- Szeizmikus adatgyűjtés

szóbeli

- Lyukgeofizika 1: Szeizmika
- Elektromágnesség 1: Új eredmények és alkalmazások
- Értelmezés 1: Sztratigráfiai esettanulmányok
- Migráció 1: Algoritmusok I.
- Felszínközeli 1: Régészet
- Adatfeldolgozás 1: Zajcsökkentés és a felbontás javítása
- Szeizmikus litológia 1: AVO elmélet és módszerek
- Speciális szekció 1: Új eredmények és az előttünk álló út
- Speciális szekció 2: Munkaállomás bemutatók I.
- Tomográfia elmélet

Kedd

poszter

- Migráció és inverzió
- Ércgeofizika és potenciáalterek
- Szeizmikus adatfeldolgozás
- Elméleti geofizika

délelőtt

szóbeli

- Adatgyűjtés 1: Tengeri adatgyűjtés
- Értelmezés 2: Szerkezeti esettanulmányok
- Migráció 2: Algoritmusok II.
- Ércgeofizika 1: Kutatás
- Modellezés 1: Hullámegyenletes modellezés
- Többkomponenses szeizmika
- Felszínközeli 2: Földradar
- Adatfeldolgozás 2: Interpolációs mintavételei/torzítási kérdések
- Szeizmikus litológia 2: AVO alkalmazás
- Speciális szekció 3: Munkaállomás bemutatók II.

délután

szóbeli

- Lyukgeofizika 2: Akusztikus szelvényezés és közzet tulajdonságok
- Elektromágnesség 2: Modellezés és inverzió
- Migráció 3: Sebesség
- Modellezés 2: Hullámút modellezés/modell-építés
- Felszínközeli 3: Sekélytengeri geofizika
- Potenciáalterek 1: Értelmezési eszközök/eset-tanulmányok
- Adatfeldolgozás 3: Anizotróp sebesség becslés
- Szeizmikus litológia 3: Tározó jellemzés
- Speciális szekció 4: Az AAPG-től átvett elő-adások
- Speciális szekció 5: Munkaállomás bemu-tatók III.

Szerda

poszter

- Értelmezés
- Ércgeofizika és EM
- Felszínközeli
- Tározó és kőzet jellemzés 2

délelőtt

szóbeli

- Adatgyűjtés 2: 3-D adatgyűjtés tervezés és kép-modellezés
- Lyukgeofizika 3: Akusztikus szelvényezés
- Migráció 4: A mélységmigráció eszközei
- Modellezés 3: Intervallum sebesség modell felépítése
- Felszínközeli 4: Szeizmika
- Potenciáalterek 2: Modellezés/új megközelítések
- Adatfeldolgozás 4: Többszörösök elnyomása
- Szeizmikus litológia 4: Anizotrópia I.
- Speciális szekció 6: Az SPE-től (Society of Petroleum Engineers) átvett előadások
- Speciális szekció 7: Munkaállomás bemutató IV.

délután

szóbeli

- Lyukgeofizika 4: Függőleges szeizmikus szel-vényezés
- Elektromágnesség 3: Felszín alatti lekép-zés/esettanulmányok
- Migráció 5: Esettanulmányok I.

- Felszínközeli 5: Víznyelők és lyuk-lyuk
- Adatfeldolgozás 5: Többkomponenses feldol-gozás
- Adatfeldolgozás 6: Dekonvolúció
- Szeizmikus litológia 5: Anizotrópia II.
- Szeizmikus litológia 6: A McElroy tározó jellemzésének projektje
- Elméleti geofizika 1
- Speciális szekció 8: Munkaállomás bemutató V.

Csütörtök délelőtt

szóbeli

- Adatgyűjtés 3: Szárazföldi adatgyűjtés
- Értelmezés 3: Értelmezési módszerek
- Értelmezés 4: A Waulsortian-domb esetta-nulmányai
- Migráció 6: Esettanulmányok III.
- Ércgeofizika 2: Ércetest lehatárolás
- Felszínközeli 6: EM és elektromos
- Adatfeldolgozás 7: Wavel-transzformáció és adatsűrítés
- Adatfeldolgozás 8: Sebesség és sztatikus
- Kőzetfizika: Kísérleti
- Elméleti geofizika 2

Érdeklődési körünknek megfelelően az elektro-mos-elektromágneses szekciókon vettünk részt. Szakmai összefoglalást ezekről is nehéz lenne adni, viszont mind nyomtatott formában, mind CD-n megtalálhatók az előadás kivonatok az ELGI könyvtárában, így ez a felsorolás inkább csak útmutató, milyen témákról találhat részletesebb anyagot is az érdeklődő (az SEG előírásai szerint a kivonat hoszszabb, mint amit az EAGE megkíván). Két olyan jellegzetesség, amely lehetett véletlen is: azokban a szekciókban, ahol ott voltunk, egyetlen előadás sem maradt el (sok poszter helye viszont üresen maradt) és érdekes volt az előadók megoszlása. A kedd délutáni elektromágneses szekcióban hét előadás hangzott el. Valamennyi előadó neve mellett egyesült államokbeli, illetve kanadai munkahely volt megadva, de négyen igen erős kínai akcentussal beszéltek, egynél felismerhető volt az orosz anyanyelv, egynél inkább csak a név utalt az indiai eredetre, végül volt egy akcentus nélküli angolt beszélő kanadai is.

Feltűnő, hogy egyidejűleg volt például szeizmikus feldolgozással foglalkozó szekció. Részletesebben megnézve a programot, az ilyen ütközések elkerülhetők lettek volna, ezért csak az a magyarázat marad, hogy a specializálódás már ezen a felosztáson is túllépett, a feldolgozáson belül is csak egy-egy rész-

területtel lehet foglalkozni (ennek veszélyét azért nem szabad elfelejteni, érdemes emlékezni a szakértő azon definíciójára, amely szerint ez az emberfajta már mindent tud a semmiről).

Az előadások értékelése

Természetesen amerikai kollégáink is értékelik az elhangzott előadásokat, hogy megtalálják a legjobbat. Tanulságos lehet megismerkedni értékelési szempontjaikkal, még az eredeti kérdőív közvetlenségét nehezen közvetítő magyar fordításban is:

ELŐADÁS

Tedd fel magadnak a következő kérdéseket, hogy eldöntsd, milyen osztályzatot adsz:

- Világos és logikus volt az előadásmód?
- Jó kapcsolatot teremtett az előadó a hallgatósággal?
- Az előadás jól elő volt készítve?
- Akadályozta a jegyzetek használata a gördülékeny előadást?
- Az előadó a vetítövászonnak, az elnökségnek vagy a hallgatóságnak beszélt?
- Az előadás egyaránt volt szórakoztató és tanulságos?
- Szeretnél hallani egy másik előadást ugyanettől a szerzőtől?
- Megfelelően válaszolt az előadó a hallgatóság kérdéseire?

ANYAG

Tedd fel magadnak a következő kérdéseket:

- Új volt a bemutatott anyag vagy csupán egy régi felmelegítése?
- (Ha egy esettanulmányról van szó, a megítélés alapja a tárgyalás teljessége és a megközelítés eredetisége.)
- A tárgyat teljes egészében érintette vagy számos lyuk volt a logikai levezetésben?
- Viszel magaddal új tudást vagy ötletet?
- Az anyag bizonyította az innovatív vagy újszerű gondolkodást?

DIÁK

Kérdezd meg magadtól:

- Jól láttad a vetített képeket? (Gondolj a hátsó sorokban ülőkre is.)
- Érthetőek voltak?
- Támogatták a képek az előadást?
- A vetített képek sok magyarázatot igényeltek?

- Több időt fordítottál az ábrák kibogarászására, mint az előadás hallgatására?
(Erre a három kérdéscsoportra 0 és 10 pont közötti osztályzat adható, azaz összesen 30 pont.)

ÁLTALÁNOS

Kérdezd meg magadtól:

- Véleményed szerint szóba jöhet ez az előadás mint a konferencia legjobb előadása?
(Ha nem, akkor 0 pont, ha igen, akkor 3 pont.)
Az idő túllépését egy külön erre a feladatra felkért személy figyeli és büntetőpontokat ad.
Végül 0 és 5 pont közötti osztályzattal lehet javasolni az előadást a Geophysics-ben vagy a Leading Edge-ben való megjelenésre.
Ez a rendszer kicsit bonyolultabb, mint az EAGE-é, viszont részletesebben adja meg az értékelési szempontokat. Ezekből egyben tanulni is lehet, mire kell vigyázni előadás közben.

A kiállítás

A kiállítás helyszíne egyetlen hatalmas csarnok volt a Denver Convention Centerben (természetesen az előadóterem és a poszterkiállítás is itt volt). A kiállítók száma mintegy 340 volt, pontosabb számot azért nem tudok mondani, mert a katalógusban szereplők mellett volt néhány be nem jegyzett kiállító is. Számomra annyi újdonság volt a kiállítás elrendezésében, hogy külön csoportban voltak a külföldi kiállítók — Európából orosz, bolgár, litván, lengyel, ukrán intézmények — és volt egy külön ércgeofizikai kiállítás is. Itt csak ausztrál és észak-amerikai cégek szerepeltek. Nemcsak a kiállításon, de az előadásokon, munkamegbeszéléseken is a szokásosnál nagyobb szerepet játszott az érckutatás, ezt nyilvánvalóan a helyszín is elősegítette (a jelenlegi Denver területén is találtak aranyat és a környező hegyekben rengeteg az elhagyott bánya). Külön voltak felsorolva az új kiállítók, közel negyven cég.

Két helyen volt a magyar a második, vagy talán az első nyelv. Az egyik a CompuSeis cég kiállítása volt, ahol a hazai pálya előnyeit kihasználva nemcsak NÉMETH Géza elnök úr, hanem számos ifjú, részben magyar munkatársa megjelent. A másik pedig egy új kiállító, a Liberty, amellyel az ELGI-nek Amszterdamban közös kiállítása volt. KERÉKES Albin és felesége várta itt az érdeklődőket.

Az úgynevezett társadalmi események

A jégtörésről már esett szó. A hivatalos programnak része volt még egy koncert, melyet a denveri szimfonikus zenekar adott, előtte és a szünetben

étellel-itallal. Az EAGE-kongresszuson megszokott ünnepi vacsora helyett itt egy SEG-klubban szórakozhattak a résztvevők minden este, a Marriott szállodában. Erről, sajnos, nem tudunk beszámolni, nem volt időnk elmenni oda. Ezekén felül számos cég kisebb-nagyobb fogadása és munkareggelik, munkabédek tarkították a programot.

A United States Geological Survey

Még egy viszonylag hosszú, két hetes látogatás sem elegendő ahhoz, hogy véleményt alkothassunk egy ilyen nagy szervezet működéséről, néhány jellemző dolgot, kommentár nélkül, megemlítünk. Ismerőseink az elmúlt évben elköltöztek a korábban bérelt, nagyon szép környezetben lévő irodából és részben a Denver Federal Center modern, de ablak nélküli szobáiba, részben pedig a goldeni Colorado School of Mines épületeibe kerültek. 1995 októ-

berében a USGS alkalmazottainak mintegy 30%-át elbocsátották, a denveri részlegről 167 főt. A nagytekintélyű és nagy múltú Bureau of Mines megszűnt, feladatait részben a USGS vette át. Mindehhez azonban nyugodtan hozzá lehet tenni, hogy a magyar állami geofizikai intézmények boldogok lennének, ha ilyen „sanyarú” körülmények között kellene dolgozniuk.

Befejezésül egy személyes közlemény, amely azonban közérdekű. Magánhasználatra megvásároltam a GEOROM IV című kiadványt, amely CD-n tartalmazza a Geophysics, a Leading Edge és a Sheriff-féle értelmező szótár teljes anyagát. Így ugyanis olcsóbb volt. Szintén magánhasználatra azonban bárkinek rendelkezésére bocsáthatom az ELGI-ben.

Verő László

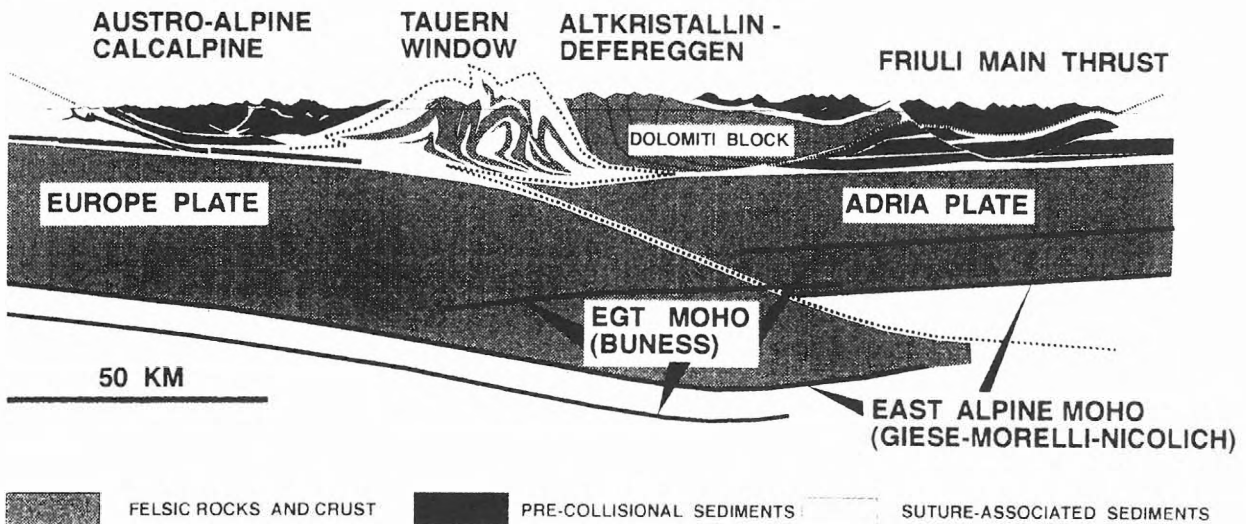
BESZÁMOLÓ A CENTRAL EUROPEAN PROFILE ELŐKÉSZÍTŐ MEG-BESZÉLÉSÉRŐL

München, 1996. október 17–18.

A Himaláját, az Urál hegységet és az Andokat keresztvező új mélyszeizmikus szelvények mind-egyike nemzetközi összefogásban valósult meg. A Keleti-Alpokat München-Innsbruck-Velence irányban átszelő mélyszeizmikus szelvény tervezésén több éve dolgoznak olasz, osztrák és német kutatók, mely az egyetlen hasonló méretű vállalkozás jelenleg Európában.

A Bajor Geológiai Szolgálat müncheni központjába 1996 októberére összehívták a feladatban ér-

dekelte német, osztrák, olasz és svájci szakembereket, az ülésre meghívást kaptak az ELGI képviselői is. A megbeszélés célja a program összehangolása és a finanszírozás alapelveinek tisztázása volt. A feladatot a csatlakozó országok kutatóintézetei és olajvállalatok által alkotott nemzetközi konzorcium valósítja meg. A kontinens-kontinens kollízió mélybeli folyamatainak vizsgálatára 370 km hosszúságú vibroszeiz és robbantásos jelgerjesztésű mélyszeizmikus szelvényt terveznek, melynek terepi kivitelezési



költségei meghaladják a 700 millió forintot. A négy évre tervezett kiegészítő geofizikai és geológiai vizsgálatok költségei szintén hasonló nagyságúak. A szervezők deklarálták, hogy a program nyitott további résztvevők számára is, saját finanszírozás mellett. A *Swiss National Science Foundation* (a svájci „OTKA”) támogatását bírva, zürichi kollégák már bejelentették csatlakozási szándékukat, mely hoz-

záférhetővé teszi számukra is az összes mélyszeizmikus mérési adatot.

A tektonikai vázlat a szelvény Tauern környéki szakaszát ábrázolja, mely összeköttetést teremt a német DEKORP és az olasz CROP mélyszeizmikus vonalhálózat között.

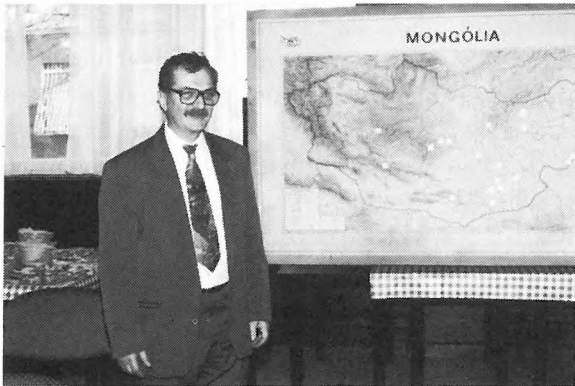
Hegedűs Endre

FOTÓKIÁLLÍTÁS MONGÓLIÁRÓL AZ ELGI-BEN

FEJES Imre *Mongólia* című fotókiállítását az ELGI igazgatója nyitotta meg 1996. november 9-én az Intézet konferenciatermében. Az eseményen a barátokon és munkatársakon kívül jelen volt a magyar tudomány néhány jeles személyisége is, elsősorban olyan szakterületek képviselőiben (régészet, nyelvészet, földrajz, biológia), amelyek valamilyen szakmai szempont szerint kötődnek e távoli országhoz. Eljöttek olyan diplomaták is, akik különböző beosztásokban hosszú évekig képviselték ott kis hazánkat, és baráti szálakkal kötődnek a sorstárs „geósok”-hoz.

Évtizeddel ezelőtt. Egykori tábori játszótársak ismeretlenként mutatkoztak be egymásnak felnőtt fejjel, és elevenítettek fel rég elfelejtett pillanatokot. Többen később, a kiállítás nyitvatartásának hétköznapjait használták fel arra, hogy a képeket alaposabban is szemügyre vegyék, mert a találkozás élménye ezen a napon minden mást elhomályosított.

Nagy sikere volt KOVÁCSVÖLGYI Sándor mongol legendáriumának, *Az ELGI-sek Titkos Története* című humoros írásának, és az ILLÉS Dezső által „hazamentett” egykori tablónak. Mindkettő az előtérben volt közszemlére téve.



A nosztalgizáló szerző Mongólia térképe előtt



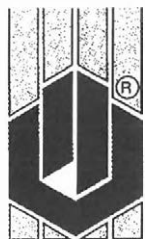
A látogatók egy csoportja

A délelőtti, ünnepélyes külsőségeket magán viselő esemény fokozatosan váltott át délutánra egy felejthetetlen hangulatú, kötetlen baráti találkozóvá. Nem egy esetben olyan egykori jurtaszomszédok méregettek egymást megdöbbenve, vagy borultak egymás nyakába, akik utoljára ott találkoztak, esetleg több

Sokan — néha egészen elérzékenyült hangulatban — fogalmazták meg azt a kívánságot, hogy máskor is, a kiállítástól függetlenül is, legyen ilyen találkozó. Jelen írás szerzője ennek megszervezését önként és örömmel magára vállalta.

Fejes Imre

LÁTOGATÁS A PAKSI ATOMERŐMŰBEN



Szerkesztőségünk meghívást kapott a *Magyar Tudományos, Üzemi és Szaklapok Újságíróinak Egyesületétől*: látogatást szerveznek Paksra, az atomerőmű meglátogatására. A meghívást köszönettel elfogadtuk, és Szerkesztőségünk képviselőjében e sorok írója vett részt az eseménydús nap programjában.

A résztvevőket — valamennyien az MTESZ-szaklapok munkatársai — a *Paksi Atomerőmű Rt. Tájékoztatói és Látogatóközpontjában* a látogatóközpont igazgatója, KOVÁTS Balázs főmérnök és munkatársa, PUKLI László fogadta.

Bevezetésképpen ismertették az erőmű történetét, röviden érintették elvi működését, majd az energiatermelés adataival és a biztonságra vonatkozó számadatok sokaságából hallottunk egy maréknyit. A szóbeli tájékoztatás után elfogyasztott közönséges üzemi ebéd (életemben rosszabbat sose kelljen ennem!) után megtekintettük a látogatóközpont kiállítását, amelynek fő feladata az atomenergia hazai és nemzetközi súlyának bemutatása, valamint — legalább ilyen kiemelten — az atomenergia környezeti hatásainak szemléltetése.

A kiállítás kezdetén régi képeken láthatjuk az egykori kis halászfalut, Paksot, majd a század eleji paksi villanytelep relikviái és a villamos energiáról szóló általános ismertető után következik mindaz, amiért az egész kiállítás készült: dokumentumok és tárló a Paksi Atomerőmű építéséről, az erőmű termelési adatai, tablók, maketten és számítógépen a radioaktivitásról, a háttérsugárzásról és a környezet-

ellenőrzésről. Bemutatják a reaktor egységet, beszélnek a radioaktív hulladék elhelyezésének feladatáról. És ha a látogató jól figyelt, kipróbálhatja frissen szerzett tudását egy számítógépes vizsgáztató blokkon, és ha jó tanuló volt, nyerhet egy erőmű-embémás kulcstartót vagy ifjúságának kedves játékát, egy jójót.

Rövid pihenő után következett a lényeg, a reaktor meglátogatása: némi személyi igazolványos névsorolvasás és biztonsági ellenőrzés után, fegyveres kísérettel és a szakavatott vezetővel beléphettünk az üzemi területre. A messziről nem igazán érzékelhető méreteket közlőről lehet csak igazán csodálni. A csarnok épülete 560 m hosszú, és mire a látogató felér a 33 m magas szintre, módjában áll kimelegedni (pláne ha száz kilónál nehezebb, és a téli ruhában fölfelé menet meglátogatják a turbina-generátor egységek termét is, ahol kb. 50 fok meleg van). Az erre a célra épített üvegezett folyosókról láthatók a reaktorok és a vezérlőterem. Közben vezetőnk végtelen türelemmel válaszol még a „legcivilebb” kérdésekre is. Valaki megjegyzi: jé, hát a reaktornál dolgozók nem szkafanderben vannak?

Az üzemi terület elhagyásakor megint átestünk egy biztonsági ellenőrzésen. Ezúttal ez egy sugármérő ellenőrzés volt. Megnyugodva láttuk, hogy az örömtől sugárzó arcunkon kívül más sugárzást nem találtak.

A látogatás befejezése után fáradtan, de élményekkel tele ültünk be autóbuszunkba, hogy néhány pernyi buszozás után kiszálljunk, és megtekintsük Paks másik, talán kevésbé ismert hírességét, a MA-KOVECZ Imre által épített templomot.



Úgy gondolom, hogy egy atomerőmű-látogatásról ma még nehéz állásfoglalás nélkül beszélni (még akkor is, ha valaki minden lobbítól távol áll). Száz éve még abban kellett állást foglalni, hogy hiszek-e a villanyáramban. Azt se látom (éppen úgy, mint a radioaktív sugárzást), bár élvezem előnyeit — világít, melegít, hűt, fűt stb. (de félni kell tőle, mert megráz). Az ember bizalmatlan volt vele, mert újdonság volt. Az átlagemberek többsége talán ma se tudná szakszerűen elmagyarázni, hogyan hűt a hűtőszekrény (hogy a TV lelki világáról már ne is beszéljünk). Ma még az *atom*tól sok helyen sikk félni, sikk szidni. Az ország energiaszükségletének 40–44%-át adó *egyetlen* célpontra koncentrálni és annak esetleges veszélyeiről beszélni könnyebb, mint a füstölő kémények ezreit vagy a kipufogócsövek millióit környezetbaráttá (pardon: *emberbaráttá*) tenni. Ha ez utóbbiak (és a elszívott cigaretták

milliárdjainak) egészségkárosító hatását is ugyanúgy vizsgálnák, mint az atomerőműveket, talán kevésbé kellene aggódnunk utódaink jövőjéért. Nem az energiahordozó fajtája a veszélyes, hanem a hozzá nem értés — akár atomenergiáról, akár olajról vagy másról van szó.

(Végül még egy érdekesség: a paksi erőművet szovjet tervezők tervezték, a gazdaságossági szempontokat akkoriban sok esetben figyelmen kívül hagyó túlméretezési megoldásokkal. Ennek mai eredménye, hogy a többszörös biztonsági tényezők alkalmazása hatalmas, máshol nem szokásos biztonsági tartalékokat eredményezett.)

A program kitűnő és gördülékeny megszervezéséért köszönet illeti a szakújságírói egyesület ügyvezető igazgatóját, KOMORNIK Ferencet, valamint munkatársait.

Tóth Lajos

EVEREST-SHOW AZ ELGI-BEN

1996 márciusában 17 főnyi expedíció indult el Magyarországról a Föld legmagasabb csúcsának, a 8848 m magas Csomolungmának meghódítására. Újsághírek alapján nyomon követhettük útjukat, értesülhettünk sikertelenségükről, és a csapat osztrák tagjának, Reinhard WLASICHnak tragikus haláláról. Ennek ellenére az ELTE „Lóczy-termében” decemberben tartott élménybeszámolóra összegyűlt közönség létszáma messze felülmúlta a terem befogadóképességét. Így sok ELGI-s munkatárs is lemaradt

a vetítéssel egybekötött előadásról. Ez adta az ötletet: Hívjuk meg az előadókat az ELGI konferenciatermébe.

BALOGH Géza és SZENDRŐ Szabolcs el is fogadta az invitálást, és január 23-án délután „telt ház” előtt újból megtartotta az „Everest-show”-t. Miközben két vetítőtől egyidejűen vetítették válogatott színes felvételeiket — több mint háromszázat — BALOGH Géza élvezetes előadói stílusban vezette végig a nézőket Indián, Nepálon, Tibeten és a Rongbuk



A Csomolungma az előretolt alaptáborból (6400 m). Ebből a „békaperspektívából” a csúcsra vezető gerinc egyik kiszögellése látszik a legmagasabbnak. Maga a csúcs szerényen meghúzódik a kép jobb szélén

gleccseren át a 7100 méter magasságú Északi nyeregig, amely szinte karnyújtásnyira van a csúcstól, „mint ide a Bosnyák tér”.

A technikailag is, és esztétikailag is igen magas színvonalú képek közvetítésével leginkább a tájak festői szépségét, a *HEGY* méltóságát ismerhettük meg, de a vetítés után a késő estébe nyúló beszélgetés közben ízelítőt kaptunk a vállalkozás embert próbáló nehézségeiről, és a magyar sportembert — a szó szoros értelmében — sanyargató finansziális gondokról is. Különösen érdekes volt az a kérdés, hogyan lehet egyáltalán létezni — élni, gondolkodni, döntéseket hozni — abban a nem embernek való magasságban.

SZENDRŐ Szabolcs fiatal korában egy vasúti baleset nyomán elveszítette egyik lábát térdtől lefelé.

Azon már nem csodálkoztunk, hogy ő múltábal jutott el ilyen tiszteletreméltón nagy magasságba, hiszen a híradásokból ezt már korábban is tudtuk. Azon viszont meglepődöttünk, hogy — miközben ott jött-ment közöttünk és szerényen élményeiről beszélt — nem nagyon tudtuk eldönteni, vajon a kettő közül melyik lába nem az igazi.

Két nagyszerű ember volt a vendégünk ezen a napon, a találkozás hatása alól napokig nem tudtunk szabadulni. Bízhatunk benne, hogy amíg lesznek ilyen emberek, előbb-utóbb egyikük felviszi a magyar zászlót oda, „aminél semmi sincs magasabban ezen a Földön”. Majd őket is meghívjuk az ELGI-be.

Fejes Imre

In Memoriam:

STEGENA LAJOS

1921–1997



1997. február 24-én kísértük utolsó útjára a korszerű magyar földtudomány egyik megalapozóját és kutatóját, a Magyar Geofizikusok Egyesületének alapító, majd tiszteleti tagját, az Eötvös Loránd Emlékérem tulajdonosát: STEGENA Lajost.

STEGENA Lajos 1921. november 10-én született Keszegfalván. Szülei pedagógusok voltak. Tanulmányait Budapesten végezte. Az Újpesti Könyves Kálmán Reálgimnáziumban érettségizett 1938-ban, majd 1942-ben a M. Kir. József Nádor Műegyetemen szerzett mérnöki oklevelet. 1941–46 között a Magyar Állami Földtani Intézetben segédkutatóként talajtannal foglalkozott.

1946 és 1962 között az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben volt kutató, majd 1953-tól tudományos osztályvezetőként szeizmikus, geotermikus és geokémiai kutatásokat irányított. Először az egyik Pogány-féle hatszornás műszeren észlelt, majd néhány társával egy új szeizmikus műszer létrehozásán dolgozott. Az új geofon megtervezését bízta rá. Ezt a feladatot találmányi szinten oldotta meg (1953). Geofonja több tíz ezer példányban került gyártásba és értékesítésre.

Az első magyar 24-cszornás műszer is mind itthon, mind külföldön a nyersanyagkutatásban jól használhatónak bizonyult. Jó érzékenységének köszönhetően a Föld kérgének kutatásában világra szóló eredményt hozott. GÁLFI János és STEGENA Lajos Európában először publikált olyan reflexiókat a kéreg-köpeny határról, melyeket fúrt lyukban keltett rengésekkel észleltek (1955). Felismerték azt is, hogy a kéreg a Kárpát-medencében különlegesen vékony.

1953-tól az Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszékén is dolgozott tanársegédként (1953–54), adjunktusként (1954–58), docensként (1958–62), majd egyetemi tanárként. A Térkép-tudományi Tanszék vezetője volt 1966-tól 1987-ig.

Kutatási eredményei döntően hozzájárultak a Pannon-medence kialakulásának, szerkezetének megismeréséhez. A Pannon-medence mélységi és múltbeli

geotermikus viszonyainak tisztázásában, a lemeztektonika, a medenceanalízis és más modern kutatások hazai bevezetésében elévülhetetlen érdemeket szerzett.

Kutatási eredményeit elismerték. 1957-től kandidátus, 1960-tól egyetemi doktor és 1963-tól a tudományok doktora. A Munka Érdemrend ezüst fokozatával, a prágai Károly Egyetem és a clauthali Műegyetem emlékérmével, az Eötvös Loránd Tudományegyetem aranyérmével tüntették ki.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete 1983-ban Eötvös Loránd Emlékéremmel ismerte el tudományos tevékenységét, 1995-ben pedig a Magyar Tudományos Akadémia elnöksége kiemelkedő tudományos életműve elismeréséül az Eötvös József koszorút adományozta neki.

Egyesületünkön kívül is számos hazai és külföldi bizottságban tevékenykedett. A Geodéziai és Kartográfiai Egyesületben elnökségi tag volt, a Magyar Tudományos Akadémia Geofizikai Tudományos Bizottságának és Geonómiai Bizottságának meghatározó egyénisége volt. Jelentős tevékenységet fejtett ki a Kárpát-Balkáni Földtani Asszociációban, az International Union of Geodesy and Geophysicsben, a Nemzetközi Térképészeti Társulásban. Az International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior-ban az International Heat Flow Committee elnöke, továbbá a European Geophysical Society Governing Council-jának tagja volt. Az European Geophysical Society és a European Seismological Commission együttes budapesti kongresszusának fő szervezője volt.

Tudományos eredményeit számos könyvben, gyűjteményes kötetben és cikkben közölte magyar, angol, német, francia, olasz, orosz és kínai nyelven.

Kedves barátja és kollégája, GÁLFI János, akivel együtt és egyszerre írták be nevüket a litoszféra-kutatás történetébe, nevezte el őt nagynak és bölcsnek.

Nagy és bölcs Lajos, nyugodjál békében!

Posgay Károly

Több mint harminc éve történt, hogy egy nagydarab, mosolygó arcú, bajszos ember lépett be a Geofizikai Tanszék tantermébe és beszélni kezdett a földi nehézségi erőterről. Azonnal felkeltette mindnyájunk érdeklődését és hatása alá kerültünk. Ennek titka igen egyszerű volt: nem előadott, hanem egyéni stílusban magyarázott. Tette ezt úgy, hogy elhitette velünk: minden fontos következtetést ott és akkor talál ki, mégpedig a hallgatóság aktív segítségével. A „hogyan is van ez gyerekek, ki tud segíteni?” kérdésekkel elérte, hogy együtt gondolkozzunk vele és élvezzük a megoldás örömét is. Üzenete egyszerű és szívmelegítő volt: ez egy szép és hasznos tudomány, amelynek alkotó művelésére Te is képes vagy! Sugárzott belőle a magabiztosság és a hit. Hitt önmagában, a szakmában és tanítványjaiban. Később közös olaszországi útjaink során, amelyeken ott volt kedves felesége, Éva is, reneszánsz műemlékek és templomok bemutatása közben értettem meg hitének igazi gyökereit.

Igazi tanítómester volt, mert hite széleskörű tudással és felfokozott kutatói ambícióval párosult. Mindig újat és jelentőset akart létrehozni, és erre ösztönzött minket, fiatalabb tanítványait is. Különösen jó képessége volt arra, hogy felismerje a fontos témákat és viharos gyorsasággal szakember legyen a legkülönbözőbb földtudományi diszciplínákban. Azon kevesek közé tartozott, kik nemcsak a hazai mezőnyben voltak tudósok, de világszerte elismertek lettek. Megítélésem szerint *világraszóló* eredményeit három témacsoportba lehet osztani.

Korai tevékenységének (1952—1956) átütő sikere volt a világszerte újdonságnak számító *mélyreflexiós szeizmikus szelvényezés* technikai feltételeinek megteremtése és kísérleti megvalósítása Magyarországon. Elsőként mutatta ki, hogy a Pannon-medencének a kérge nem vastag, hanem vékony, s ezzel az uralkodó geotektonikai koncepció (köztes-tömeg elmélet) bukását alapozta meg.

Második, kiemelkedő sikereket hozó témája a *geotermika* volt. Ez végigkísérte egész életpályáját: első geotermikus cikke 1952-ben, az utolsó 1995-ben jelent meg. Már a kezdeti munkák sem voltak visszahangtalanok. Heves szakmai vitába keveredett BOLDIZSÁR Tibor miskolci professzorral, aki a Pannon-medence magas földi hőáramsűrűségére következtetett korai mérései alapján. STEGENA a mérési módszer több hiányosságát kritizálva ezt a következtetést először megkérdőjelezte, de később, saját

adatok alapján maga is megerősítette. Hamarosan felismerte, hogy a vékony kéreg és a magas hőáram genetikai kapcsolatban áll egymással. Ez elevezetett a Pannon-medence kérgének konvenciók köpenyáramlások segítségével való kivékonyodásának és izosztatikus süllyedésének elméletéhez. Ezután a süllyedő medencékben létrejövő vízáramlási rendszerekkel foglalkozott és meghatározta, hogy milyen mértékben zavarhatják meg ezek a konduktív hőteret. Felismerte, hogy a kompakciós eredetű vízáramlások alapvetően befolyásolják a szénhidrogének másodlagos migrációját. Elsőként végzett hő-történeti modellszámításokat vitrinitreflexiós adatokra támaszkodva. Több mint egy évtizedig vezető tisztséget töltött be a Nemzetközi Hőárambizottságban, s eközben négy évig (1979—83) annak elnöke is volt. Külföldön és itthon egyaránt lelkes híve és szakmai megalapozója volt a geotermikus rezervoárok felkutatásának és hasznosításának.

Harmadik sikertörténete a lemeztektonikai elmélet megszületéséhez kapcsolódik. Bizonyos hazai szakörök vélekedésével szemben ma már tudománytörténeti ténynek tekinthető, hogy ő volt a lemeztektonika első hazai megismerője és alkotó művelője. 1967-ben részt vett a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (IUGG) zürichi világkonferenciáján, ahol az elmélet megalkotói először prezentálták egységében és részleteiben is az elméletet. Ezek olyan meggyőző erővel hatottak rá, hogy azonnal felismerte az elmélet korszakos jelentőségét és a Pannon-medencére való alkalmazásának lehetőségét. Hazatérve napokon-heteken keresztül mesélte-magyarázta nekünk, fiatal munkatársainak az elmélet alaptéziseit. Ezután egyetemi, egyesületi és akadémiai előadások, majd hazai és vezető világlapokban megjelentetett publikációk következtek a Pannon-medence és alpi környezetének lemeztektonikájáról. Szakmai munkásságának legtermékenyebb 15 éve következett el, amelyre a világ talán legrangosabb amerikai egyeteme (Massachusetts Institute of Technology) által kezdeményezett 6 éves tudományos együttműködés tette fel a koronát. A korai nyolcvanas évek (1980—85) Magyarországon egy ilyen, nagytömegű földtani és geofizikai adatot felhasználó projekt megvalósításához nemcsak szakértelemre, hanem STEGENA eltökéltségére, diplomáciai ügyességére és emberi bátorságára is szükség volt.

Emberi értékei közül műveltségét, humorát, segítőkészségét és egyenes jellemét tartottam a legfigyelemreméltóbbnak, ám legnagyobb hatással rám mégis az a sziporkázóan szellemes és erősen kritikus hangnem volt, amellyel a szakmai vitákban részt vett. Ha egy előadáson vagy tudományos vitaülésen jelen volt, tudtuk, hogy nem fogunk unatkozni. Mindig hozzászólt és csodálatos érzékkel tárta fel az érvelés gyengéit, lett légyen az előadó kezdő kutató vagy tömjénezett geocézár. Tudott azonban disztingválni! Emlékszem, együtt ültük végig, talán 1971-ben, a már idős „enfant terrible” SCHMIDT Eligiusz Róbert előadását. Ebben Ligi bácsi utolsó villámait szórta fő ellenlábasa földtágulási elméletére, ugyanakkor a lemeztectonikában saját geomechanikai eszmefuttatásainak bizonyítását vélte felfedezni. Az előadás után azonnal hozzászólásra jelentkező kezemet STEGENA határozottan visszafogta, majd nyomatékosan közölte: „Nem szabad bántani az öreget”! Ezután ő maga állt fel és olyan virágnyelven adta elő kritikáját, hogy Ligi bácsi csak dicséretet hallott ki belőle.

Méltatlan lennék emlékéhez, ha eltagadnám, hogy tudományos sikerek és külhoni hírnév nem hozta meg számára a remélt, méltányos hazai elismerést; az akadémiai tagságot. Bár nem szívesen beszélt róla, tudtuk, hogy szakemberi hiúságát és igazságérzetét súlyosan sértette, hogy erre az elismerésre érdemtelennek találták. Annál nagyobb volt boldogsága, amikor 1995 szeptemberében az MTA elnöksége tudományos kiválóságát Eötvös-koszorúval ismerte el és feljogosította a „Laureatus academiae” cím viselésére. Hasonló örömet láttam az arcán, amikor szeretett egyetemétől megkapta a „Professor emeritus” címet. Tervei és gondolatai voltak, hogy mindezt még sokáig élvezze. Nem így történt!

Tisztelt Professzor Úr, százszor hallott kérdésére — „Van-e valami nóvum?” — üzenem utolsó válasza: *Most azért megmarad a hit, remény, szeretet, e három; ezek közül pedig legnagyobb a szeretet.* (Pál I. 13. 13)

Horváth Ferenc
ELTE Geofizikai Tanszék

KASZNER ERNESZTIN

1936 — 1996



1996. október 18-án, váratlan hirtelenséggel örökre eltávozott körünkől tagtársunk, KASZNER Ernesztin, nyugdíjas geofizikus-mérnök. Aktív szolgálati éveinek befejezése óta sokat küzdött romló egészségével, kitartóan bízva annak javulásában.

Örömmel és reménykedéssel fogadtuk, amikor az elmúlt esztendőkből átélt súlyos műtétek és hosszú kórházi kezelések megpróbáltatásai után, amelyek sokáig távol tartották a Szeniorok Bizottságának rendezvényeitől, újra teljes vitalitással vett részt a szokásos őszi kiránduláson. Váratlan és korai halálát véget vetett a reménykedéseknek.

KASZNER Ernesztin Nyíregyházán született és végzte iskoláit. 1954 szeptemberében Sopronban kezdte meg egyetemi tanulmányait, ahol 1959-ben a Nehézipari Műszaki Egyetem geofizikus-mérnöki szakának utolsó, Sopronban végzett évfolyamán szerezte meg mérnöki oklevelét.

Szakmai pályafutása szorosan összekapcsolódott a hazai szénhidrogén-kutatással és a Geofizikai Kutató Vállalattal. Már ennek jogelődjénél, az OKGT Kőolajipari Szeizmikus Kutató Üzemnél töltötte első egyetemi szakmai gyakorlatát, innen kapott szeizmikus kutatási témát választott diplomatervéül és oklevelét megszerezve, 1959 májusától 33 éven keresztül dolgozott az OKGT, majd 1991-től a MOL Rt. szeizmikus kutatási feladatain, egészen az 1992. évben történt nyugdíjazásáig.

Kezdő mérnökként részt vett szülőföldje térségében, a Nyírségben folyó regionális refrakciós kutatásokban, megszerezve az önálló mérnöki irányító munkához szükséges tapasztalatokat, amit később, mint egy szeizmikus terepi kutatócsoport vezetője hasznosított a Jászság és a Kisalföld térségében végzett reflexiós méréseknél. Több évet töltött ebben a beosztásban, vállalva a terepi munka nem könnyű és sokszor férfiakra is próbára tevő körülményeit és feladatait.

Új feladatokat hozott számára is a kőolajipari szeizmikus méréseknek a hetvenes években bekövetkezett fejlesztése. A Geofizikai Kutató Vállalat szeizmikus számítócentrumának csoportvezetői beosztásában sok ezer kilométer szeizmikus kutató szelvény került ki kezei alól. 1992-ben a MOL Rt.-nél fejezte be aktív pályafutását.

Ezután is kapcsolatban maradt volt kollégáival, egyesületünkkel, érdeklődött annak szakmai rendezvényei és szervezeti élete iránt. Egész életében szerette a természetet, bejárta Európa országait Skandináviától Ibériáig. Utolsó útjára elkísérték barátai, egyetemi évfolyamtársai és volt munkatársai is. Szülőföldjén, a nyíregyházi temetőben helyezték örök nyugalomra 1996. október 29-én.

Emlékét szeretettel őrizzük.

Nagy Zoltán

BARTOS ISTVÁN

1942—1996



Messziről indult, de messzire is jutott. Pedig csendesen végzett mindent, egész életében.

1942. szeptember 13-án született Mendén. Ott végezte az általános iskolát, majd Budapesten az I. László Általános Gimnáziumban érettségizett 1960-ban. Dolgozott és tanult tovább, s első munkahelyén, az Orionban (1962—1964) már rádióműszerész szakmunkás bizonyítvánnyal (1962) rendelkezett.

Az Orionból az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetbe vezetett útja, ahol dolgozott és megint tanult tovább, s így 1970-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán Híradástechnikai szakon megszerezte mérnöki diplomáját. Dolgozott és tanult tovább, s ismét lépett előre jó néhányat, hiszen 1978-ban a Miskolci Egyetemen (akkor Nehézipari Műszaki Egyetem) mélyfúrás geofizikai szakmérnöki oklevelet szerzett. Mindezekre szükség is volt, hiszen az ELGI Mélyfúrás Geofizikai Főosztályának Műszerfejlesztési Osztályán dolgozott, mint fejlesztő mérnök. Csendessége, halkszavúsága, szakmai felkészültsége elismerést váltott ki mind közvetlen munkatársai, mind az intézet mérnökeinek körében. A karotázs felszíni egységek fejlesztésének csoportvezetőjeként jelentős kutatási eredményekkel büszkélkedhetett volna (pl. elsőként fejlesztett ki sűrűségmérő szondákra olyan analóg felszíni egységet, amellyel a térfogatsúly meghatározható volt, amely mind az olajiparban, mind a szilárd hasznos ásvány kutatásban fontos szerepet játszott stb.), de

nem tette, csak csendesen, következetesen dolgozott. Részt vett kifejlesztett eszközeinek fizikai modellezésében, terepi alkalmazásában, hogy minél megbízhatóbb geofizikai műszerek kerüljenek mind a hazai, mind a külföldi szakemberek kezébe.

Tehetsége mellett szorgalmas és kitartó volt. Ez utóbbira később nagy szüksége volt, hiszen a szíve egyre több „vérszjelzést” adott. Négy komoly szív-műtéten esett át. Élni és alkotni akarása, a családja iránt érzett szeretete és felelőssége, kitartása és hite három műtéten — csodával határos módon — segítette.

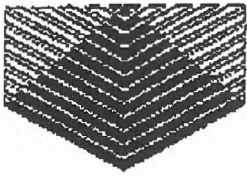
1984-ben kedves munkahelyét, az ELGI-t el kellett hagynia, leszázalékolták. Kapcsolatát nem szakította meg, ha egészségi állapota engedte, akkor szívesen vállalt és kapott munkát az ELGI-től.

A negyedik műtétnél már az Ő hallatlan kitartása és hite sem segített. Pedig úgy tűnt néhány hétig, hogy ismét úrrá lesz a nehézségeken. Nem így történt.

Pista elment. Csendesen. Példamutató élete és munkája nem tűnt el nyomtalanul. A havas, hideg január 6-i napon a temetésén összegyűltek sokasága, köztük nagy számmal volt kollégái kísérték utolsó útjára.

Kedves Pista, nyugodjál békében!

Baráth István



Scott Pickford Group

Production and Reservoir Geoscience Consultancy

Scott Pickford is a leading provider of Geoscience for Integrated Reservoir Management Contracts.

Due to continued expansion we are seeking the following staff for positions throughout the UK and internationally.

GEOSCIENTISTS and ENGINEERS

We are seeking Geologists, Geophysicists, Petrophysicists and Reservoir Engineers to join our multi-disciplinary teams.

Candidates must be numerate and preferably computer literate. Oil industry experience is useful but not essential.

These positions involve a high degree of individual responsibility in a technically challenging and stimulating environment. Successful applicants will be expected to demonstrate initiative and enthusiastically contribute to the team effort. We offer a very competitive salary package and training programme with opportunities for career advancement for satisfactory candidates.

Please apply with full CV to:
Martin Forster, Scott Pickford Group
256 High Street, Croydon CR0 1NF
Tel:+44 181 688 6051
Fax:+44 181 688 2374
Email:martinf@scoplc.com

HU ISSN 0025—0120

Főszerkesztő: dr. Bodoky Tamás

Szerkesztő: Tóth Lajos

Szerkesztőbizottság: dr. Aczél Etelka, dr. Ferenczy László, Kakas Kristóf, dr. Szarka László,
dr. Várhegyi András, Verő László

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

Telefon: 201-9815
