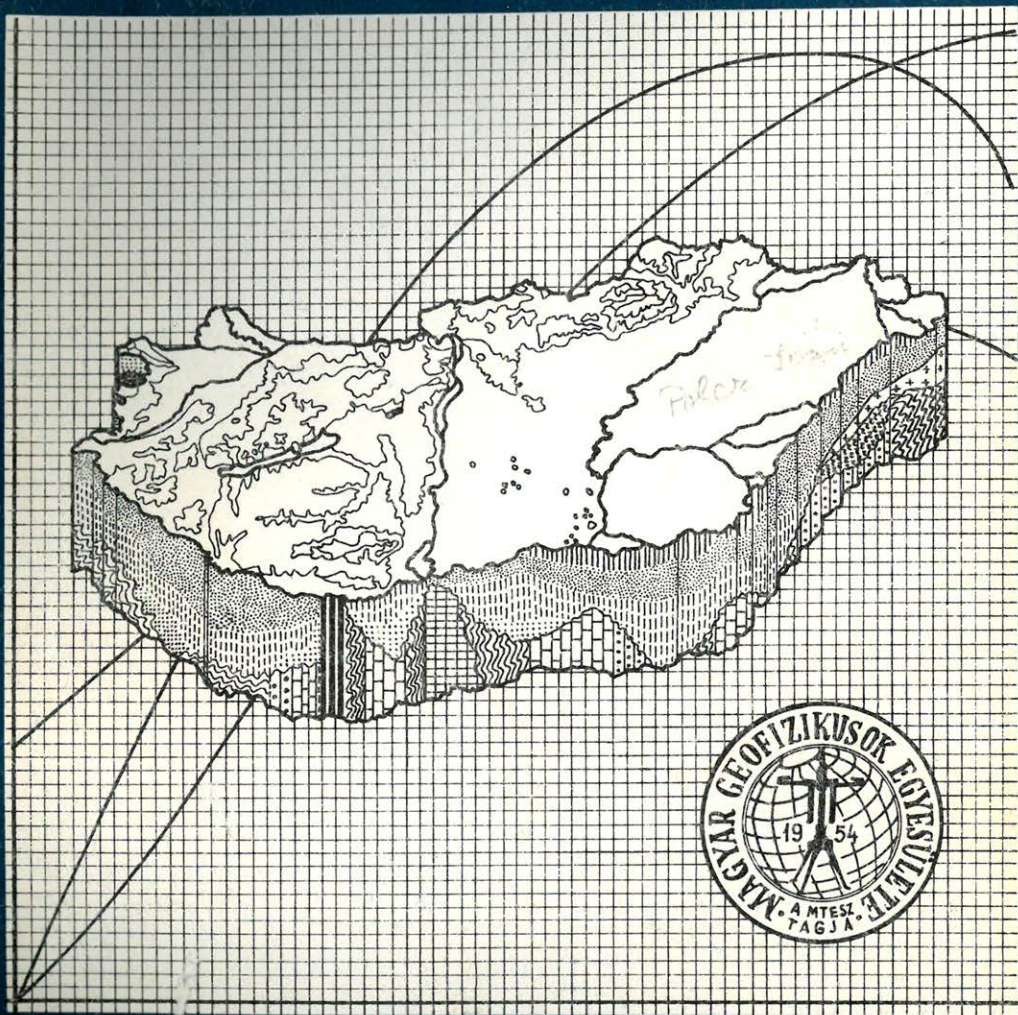


MAGYAR

GEOFIZIKA

4



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1984. XXV. ÉVFOLYAM 4. SZÁM

MAGYAR GEOFIZIKA

a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

XXV. évfolyam

4. szám

HU ISSN 0025 – 0120

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Pusztai S.</i> : A prediktív dekonvolúció tulajdonságai és alkalmazása a szeizmikus gyakorlatban	121
<i>Ádám A. – Duma G. – Gutdeutsch R. – Verő J. – Wallner Á.</i> : A Periadriatikus vonal kutatása az Alpokban MT szondázással	136
<i>Pogácsás Gy.</i> : A Pannon medence neogén mélydepresszióinak szeizmikus sztratigráfiai alapvonásai	151
Könyvismertetés	167
Egyesületi hírek	168

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Zelei András

A szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat. 1073 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 429-350. Levélcím: 1906 Budapest, Pf. 22

Felelős kiadó: Siklósi Norbert vezérigazgató

84.861. Állami Nyomda, Budapest

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507

A prediktív dekonvolúció tulajdonságai és alkalmazása a szeizmikus gyakorlatban

PUSZTA SÁNDOR*

A cikk ismerteti a GKV szeizmikus kutatásban alkalmazott prediktív dekonvolúciós programjának gyakorlati szempontok szerint végzett vizsgálatának eredményeit. Ismerteti a program paramétereit, jóslási távolság, fehérzaj, operátorhossz, mintavételi távolság, valamint ezek hatását a művelet eredményére.

Megállapítja, hogy a jóslási távolság és a fehérzaj növelése a kimenet felbontottságát csökkenti, határesetben a bemenethez hasonlóvá teszi. Az operátortervezés instabilitásának veszélyét az operátorhossz csökkentésével, illetve az operátor átmintavételezésével csökkenthetjük.

Vizsgálja a csatorna instacionaritásának következményeit, majd javasolja hogy a csatornák közelítőleg stationárius szakaszaira külön operátorokat tervezünk, így az adaptív eljárásoknál is jobb eredményt kaphatunk.

A művelet jellemzésére, a szelvények adott tér-idő tartományra számított amplitúdóspektrumának, valamint a csatorna adatok abszolút értékének bemenethez képesti megváltozását használja.

В докладе рассматриваются результаты практических исследований предсказывающей деконволюции в Геофизическом предприятии. Анализируются параметры программы: интервал прогноза, белый шум, длина оператора, шаг дискретизации и их влияние на результаты операции.

Устанавливается, что увеличение интервала прогноза и белого шума снижает разрешимость на выходе и в предельном случае делает подобной входу. Опасность неустойчивости оператора можно сократить, укорачивая длину оператора или изменяя шаг дискретизации оператора.

Описываются последствия нестационарности канала, предлагается выбирать операторы раздельно на приблизительно стационарные части канала, что может дать более хорошие результаты и при адаптивной деконволюции. Для характеристики операции используются профили на входе и выходе, изменение по отношению к данным на входе средней величины амплитудного спектра, вычисленного для данного участка профиля и средней величины абсолютных значений данных канала.

The study reviews the conclusions of the research on the predictive deconvolution program used in the seismic data processing at GKV. In the course of the investigation practical viewpoints were kept in mind. The program parameters e. g. prediction distance, white noise, operator length, sampling rate as well as their impact on the output are described.

It is pointed out that the increase of the prediction distance and of the white noise level decreases the resolution of the output and in marginal case it makes the output become similar to the input. The danger of the instability of the operator can be lessened by its shortening and by resampling of it respectively.

The consequences of the instationarity of the traces are discussed and the division of the traces into stationary parts as well as the design of different operators for each time window are proposed. Doing so we can get better results even than the results of the adaptive methods.

To qualify the effect of the method the relative change of the amplitude spectra computed over a given space-time window of the output comparing to that of the input is used.

A cikk ismerteti a Geofizikai Kutató Vállalat szeizmikus kutatásában alkalmazott prediktív dekonvolúciós program gyakorlati szempontok szerint végzett vizsgálatának eredményeit. Célunk, hogy a dekonvolúciós programok felhasználói számára olyan szemléletet nyújtsunk, amely segít a művelet minél teljesebb megértésében, a művelet eredményének értékelésében és ezáltal a paraméterek helyes megválasztásában. Ez a szemlélet döntően információelméleti statisztikai alapokon nyugszik.

* GKV, Budapest

A cikkben alkalmazott tárgyalásmód heurisztikus, nem törekedve matematikai precizításra mellőztük a képletek használatát. Reméljük, hogy ez nem gátolja, hanem éppen elősegíti a lényeg megértését.

A szeizmikus kutatás során a mesterségesen keltett rezgéshullámot a mélybeli visszaverődések után a felszínen észleljük. A gerjesztési hullámok (wavelet) kiterjedése általában nagyobb, mint a kutatott réteghatárok időbeli távolsága, így e hullámok interferenciáját mérhetjük. A vizsgált geológiai szerkezetről kapott kép bonyolult lesz. Ezért fontos a mért adatokat úgy átalakítani, hogy a kiterjedt gerjesztési hullámok helyett rövidebbek alkossák a csatornát, miáltal a nemkívánatos interferenciák csökkennek. Ezt a célt a dekonvolúció műveletével kívánjuk elérni.

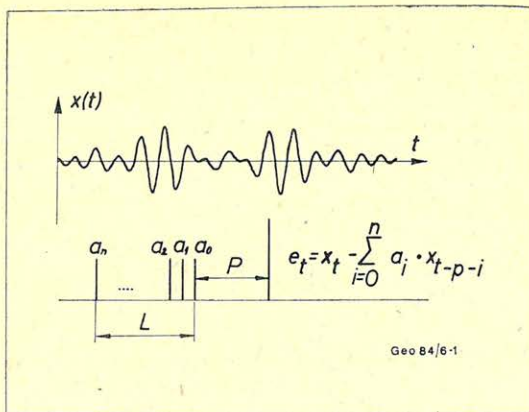
A dekonvolúciót sokféle módszer szerint végezhetjük. A továbbiakban csak a jóslási hiba számításán alapuló egyik eljárást vizsgáljuk. Ennél a módszernél a csatorna adatok x_i lineáris kombinációját képezzük az a_i együtthatósorozattal, melyet úgy választunk, hogy a $-p$ időtávolságban (jóslási távolság) levő adat értékére kapjunk átlagnégyzetes értelemben optimális jóslást. A jóslt értéket kivonjuk a mért adatból, $-e_i$ - vagyis a jóslás hibája lesz a kimenet.

Ha valamely időpontban új jel érkezik a csatornára, azt, mivel korábban nem volt tudomásunk róla, nem is jósolhattuk meg. A kimenet - a jóslás hibája - közelítőleg az új jel értékével lesz egyenlő. Amint mind többet „látunk” a beérkező hullámból, annál biztosabban jósolhatjuk meg a további lefutását. A jóslás pontosabbá válik, a kimeneten ezért egyre kisebb értékek keletkeznek. Az eredmény tehát, a gerjesztési jelalak rövidülése, a szelvény felbontottságának növekedése. Mindez jelentősebb információvesztés nélkül történik. Ugyanis annak az eseménynek, hogy egy adott időpontban adott amplitúdójú jel érkezik a csatornára, bekövetkezési valószínűsége kicsi, az információtartalma nagy. Annak az eseménynek, hogy a jel lecsengése az ismert szabályosság szerint zajlik, a valószínűsége nagy, az információtartalma kicsi. A lecsengés emiatt a csatorna jósolható komponensét alkotja, így eltávolítható. [1], [2], [3].

A prediktív dekonvolúció előbb vázolt működését a TVPDC nevű program felhasználásával vizsgáltuk. A TVPDC szűrőegyütthatóit az optimumszűrőknél ismert egyenletrendszer megoldásával állítja elő [6]. Az optimum feltétele, hogy a jóslási hiba energiája minimális legyen. Először a program azon paramétereivel foglalkozunk, melyek a jósló algoritmust jellemzik. Ezek a következők:

- P (ms): jóslási távolság
- L (ms): operátorhossz
- N (%): fehérzaj
- $DELTA$ (ms): az operátor számításánál alkalmazott mintavételi köz

P és L jelentése az 1. ábra alapján világos. Magyarázatra szorul még N és $DELTA$. Előbbi a csatornából számított autokorrelációs mátrix főátlójában álló elemek N százalékkal történő növelését jelenti. A fehérzaj hozzáadás egyik célja az optimumszűrő egyenlet stabilizálása. A fehérzaj másik - talán még fontosabb - szerepével később foglalkozunk. Ugyancsak a stabilitás feltételeként fogalmazható meg az, hogy a bemeneti energiaspektrum maximális és minimális értékének hányadosa ne legyen nagy szám [4]. A szeizmikus csatornák energiája azonban a magasabb frekvenciák felé rohamosan csökken, így az előbbi elvárásunk nem teljesül. Kompenzálást jelenthet a Nyquist frekvencia csökkentése. Megvalósítása az adatrendszer ritkításával történik, amit a $DELTA$ paraméterrel írhatunk elő. A dekonvolúció eredményére az említett paramétereken kívül az operátor



1. ábra. A dekonvolúció műveletének szemléltetése

Рис. 1. Схема операции деконволюции

Fig. 1. The deconvolution is shown pictorially

tervezéséhez kijelölt időablak választása is hat. A TVPDC lehetővé teszi, hogy különböző ablakokból számítsunk operátort, az ablakon belül egyféle szűrőt alkalmazzunk, az ablakok határánál a szűrési hatást lineárisan interpoláljuk. Az itt közölt kísérleteknél a TVPDC-nek öt darab, egyenként 1000 ms hosszúságú, egymást 200 ms-ban átfedő időablakot jelöltünk ki, melyek közül az első 500 ms-nál kezdődött. A szűrőátmenet az egyik ablakból a másikba 200 ms hosszan történt.

Vizsgálataink során összehasonlítás céljából használtuk a DEKON nevű programot. A DEKON a prediktív dekonvolúciót autoadaptív módon megvalósító program, melyben a jósló operátor mintáról mintára változhat, így alkalmas a szeizmikus jel jellegbeli változásának követésére. [7].

A program paramétereit:

P (ms): jóslási távolság

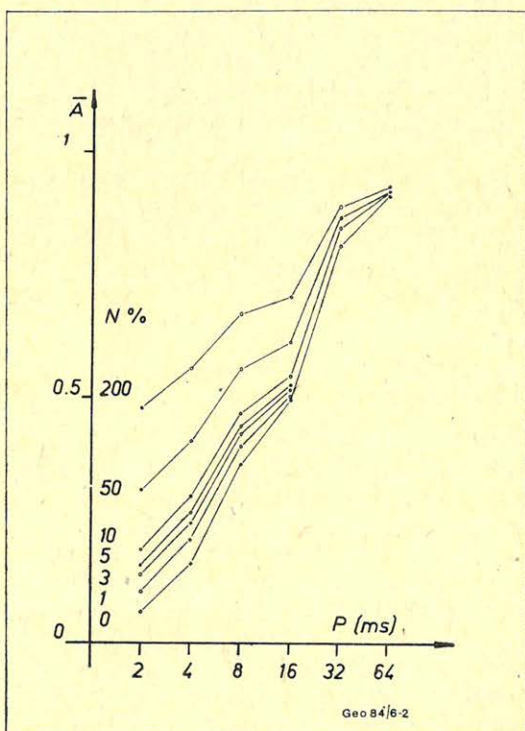
L (ms): operátorhossz

A vizsgálatok körülményeiről:

A TVPDC, a DEKON, valamint a többi nem említett, bár a vizsgálatokhoz nélkülözhetetlen program a Geofizikai Kutató Vállalat RDS – 500 számítógépének, GEOMAX programrendszere alatt működött.

A dekonvolúció bemenetét robbantásos jelgerjesztésű, 2 ms mintavételi közű mérési anyag 24-szeres fedésű stacking szelvénye szolgáltatta. Az összegezés előtti műveletek: gömbi szóródást kompenzáló amplitúdó korrekció, statikus és dinamikus korrekció. Azzal, hogy nem a regisztrált csatornákat, hanem a stacking szelvényt választottuk a vizsgálathoz azt kívántuk elérni, hogy egységesebb legyen a bemenet jel-zaj viszonya. A szelvények megjelenítéséről: mint később látni fogjuk, a különféle paraméterekkel végzett dekonvolúció igen eltérő amplitúdójú szelvényeket eredményezett. A kirajzolás korlátozott dinamikája szükségessé tette, hogy a csatornákat közös átlagos amplitúdóértékre hozzuk. A csatorna adatokat olyan számmal szoroztuk, hogy az átlagos abszolút amplitúdóérték az 500–2500 ms csatornaszakaszon a jól látható megjelenítéshez szükséges érték legyen.

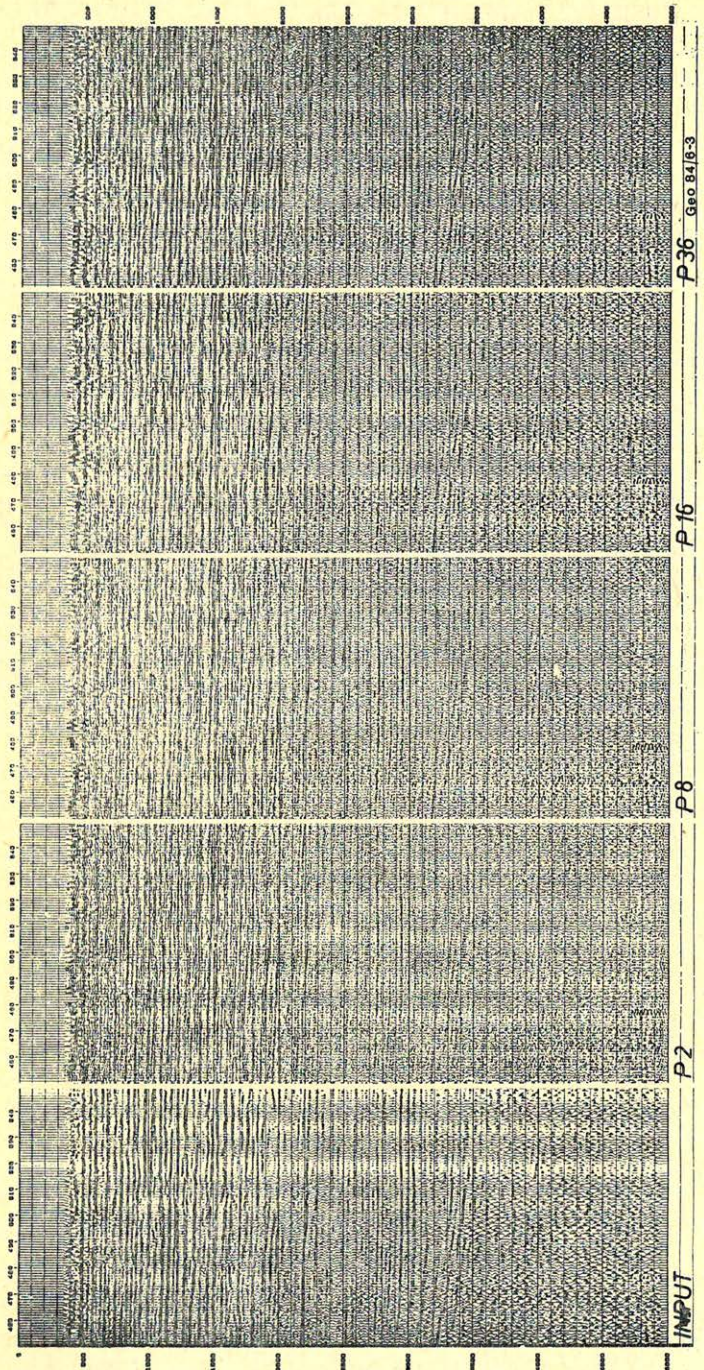
Az előzőekben már említettük, hogy a dekonvolúció közelítőleg változatlanul hagyja a beérkező hullámcsomagok elejét – a jóslhatatlan komponenst, és csupán a lecsengő részt – a jóslható komponenst csökkenti. Szeretnénk, ha a dekonvolúció minél jobban csökkentené az utóbbi és minél kevésbé az előbbi amplitúdóját, hogy az, az egyébként szintén jóslhatatlan zajhátterétől elkülönüljön. Célunk tehát kettős: csökkenteni a gerjesztő jel hosszát, ugyanakkor elkerülni a jel-zaj viszony nagy romlását: Mivel a dekonvolúció során a bemenetből levonjuk a jel egy részét, a kimenet energiája a bemenethez képest csökken. Ez a csökkenés általában a jel rovására történik, ezért a művelet hatására a jel-zaj viszony romlik. A jel-zaj viszony változása így nyomon követhető a bemenet és kimenet energiájának vagy átlag abszolút amplitúdójának vizsgálata révén. A dekonvolúció jel-zaj viszonyra gyakorolt hatásának kvantitatív jellemzésére e dolgozatban a kimenet energiája helyett, annak adott tér-idő ablakon vett abszolút értékeinek átlagát \bar{A} -t hasonlítottuk a bemenet megfelelő értékéhez. Emellett \bar{A} megváltozása nyilván jellemző a jóslás pontosságára, és globálisan jellemzi a művelet csatornára gyakorolt hatásának mértékét. A dekonvolúció jelösszehúzó tulajdonsága a kimenet spektrumának kiszélesedésében mutatkozik. Ezt a hatást a bemenet és kimenet amplitúdóspektrumainak összevetésével értékelhetjük. Hangsúlyozzuk, hogy a „jelösszehúzó hatás” kifejezés által sugallt



2. ábra. \bar{A} függése a jóslási távolságtól és a fehérzajtól

Рис. 2. Зависимость \bar{A} от интервала прогноза и белого шума.

Fig. 2. \bar{A} versus the prediction distance can be seen



3. ábra. A bemeneti stacking szelvény és különböző jósági távolsággal dekonvolvált szelvények P2, P8, P16, P36, N = 1%, L = 200 ms

Рис. 3. Профиль на входе и профили деконволюции с различным интервалом прогноза

Fig. 3. The input stacking section and the deconvolved outputs. Parameters are: P2, P8, P16, P36, N = 1%, L = 200ms.

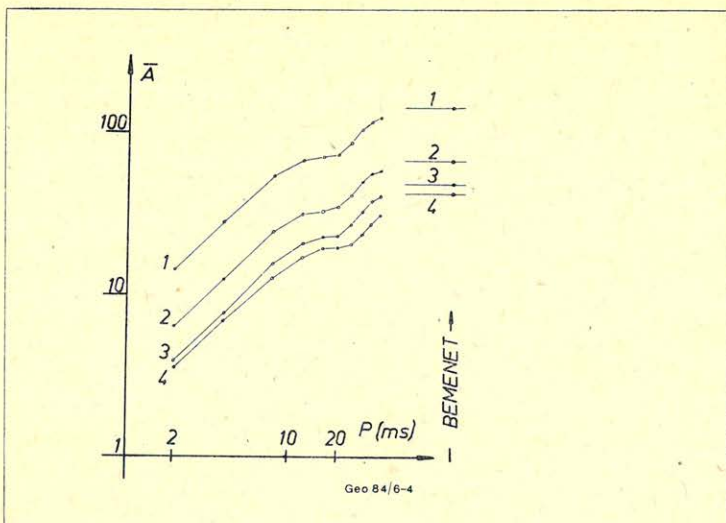
szemlélet téves. A jel rövidülése mindig a jel egy részének levonása útján realizálódik, a probléma éppen az, hogy eldöntsük, mennyit érdemes levonni. Az eredményes dekonvolúciótól azt várjuk, hogy a kimenet spektruma széles legyen.

Különböző jöslási távolság és fehérzaj érték mellett végeztettük a dekonvolúciót a TVPDC programmal. A kapott csatornákból \bar{A} értéket számítottunk. Ennek az említett paramétereiktől való függését mutatja a 2. ábra. Az \bar{A} tengelyt úgy skáláztuk, hogy a bemenet értéke 1 legyen. \bar{A} értékét 99 stacking csatorna 500 – 1500 ms-os ablakából számítottuk. Érdemes észrevenni, hogy \bar{A} értéke mind N , mind P függvényében monoton nő, valamint létezik több olyan fehérzaj – jöslási távolság kombináció, melyek azonos átlag abszolút amplitúdó értéket eredményeznek. Látható az is, hogy különböző paraméterek esetén az \bar{A} értékekben nagyságrendnyi különbségek adódhatnak.

A 3. ábrán balról jobbra a bemenet, majd a 2, 8, 16, 36 ms-os jöslási távolsággal végzett dekonvolúció által kapott szelvények vannak. Itt a fehérzaj 1%, az operátorhossz 200 ms volt. Megfigyelhetjük, hogy míg $P = 2$ ms esetén erősen felbontott magas frekvenciás horizontokat találunk, addig P növekedésével a felbontás csökken, az alacsonyabb frekvenciájú, kiszélesedő szintek követése bizonyos időknél könnyebbé válik. Más időknél épp a csekély felbontás miatt csak zavaros interferenciakép az eredmény. A $P = 36$ ms értékkel végzett dekonvolúciót bemutató szelvény erősen hasonlít a bemenetre. Az említett jellegzeteségek a szelvény mélyebb és magasabb részein egyaránt fellelhetők. Ezt igazolja a 4. ábra. Itt \bar{A} -nak P -től való függése tanulmányozható az amplitúdóvizsgálati ablak helyével paraméterezve. Az 1-től 4-ig számozott ablakok a következők voltak: 500 – 1500, 1500 – 2500, 2500 – 3500, 3500 – 4500 ms. A különböző időablakok a bemeneten különböző jeleket tartalmaznak, a függés jellege mégis minden ablakra azonos. Az 5. ábrán a 0, 5, 10, 50% fehérzaj, valamint $P2$, $L200$ paraméterrel végzett dekonvolúció eredményei láthatók. Ebben az esetben is olyan jelenséget tapasztalunk, mint amilyet a jöslási távolság változásánál láttunk. A fehérzaj növelésével a kimenet egyre inkább hasonlít a bemenetre, bár ez a tendencia most mérsékeltebb mint a jöslási távolság változtatásakor. Ez összhangban van a 2. ábra tartalmával, ami szerint P változása hat erősebben a műveletre. Eddig néhány dekonvolúciós paraméter által kapott időszelvényt tanulmányozhattunk. A 6. ábrán a különböző P és N paraméterrel dekonvolváltszelvény szakasz 500 – 2500 ms időtartományából számított amplitúdóspektrumainak 99 csatornájából származó átlagát mutatja. A rajzok a spektrumok maximális értékeire vannak normálva. Az első sorban a bemenet, a többiben az $N = 0, 1, 3, 4, 5, 10, 50, 200\%$ fehérzaj értékkel végzett dekonvolúció utáni spektrumok vannak. Az egyes oszlopokban balról jobbra a P paraméter változik 2, 4, 8, 16, 32, 64 ms értékkel. A spektrumot tagoló vonalak 20 Hz-es frekvenciaközöket jelölnék. A bemenet a 10 – 40 Hz-es tartományban számottevő, 60 Hz-en felül a kirajzolhatósági határ alatt van. A 6. ábra két véglete: a kis P és N értékhez tartozó spektrum széles (10 – 110 Hz), a nagy P és N értékhez tartozó nagyon hasonlít a bemenetéhez. A spektrumok jellegében tapasztalt változás összhangban van az időszelvények alapján várttal.

Megfigyelhettük ezt az érdekes tendenciát, hogy mind a jöslási távolság, mind a fehér zaj növelése esetén a dekonvolúció kimenete egyre inkább hasonlít a bemenetéhez.

Látszólag az N és P paramétereknek nincs közük egymáshoz, mégis belátható, hogy a két jelenség háttere azonos, mindkét esetben a jöslás feladatának

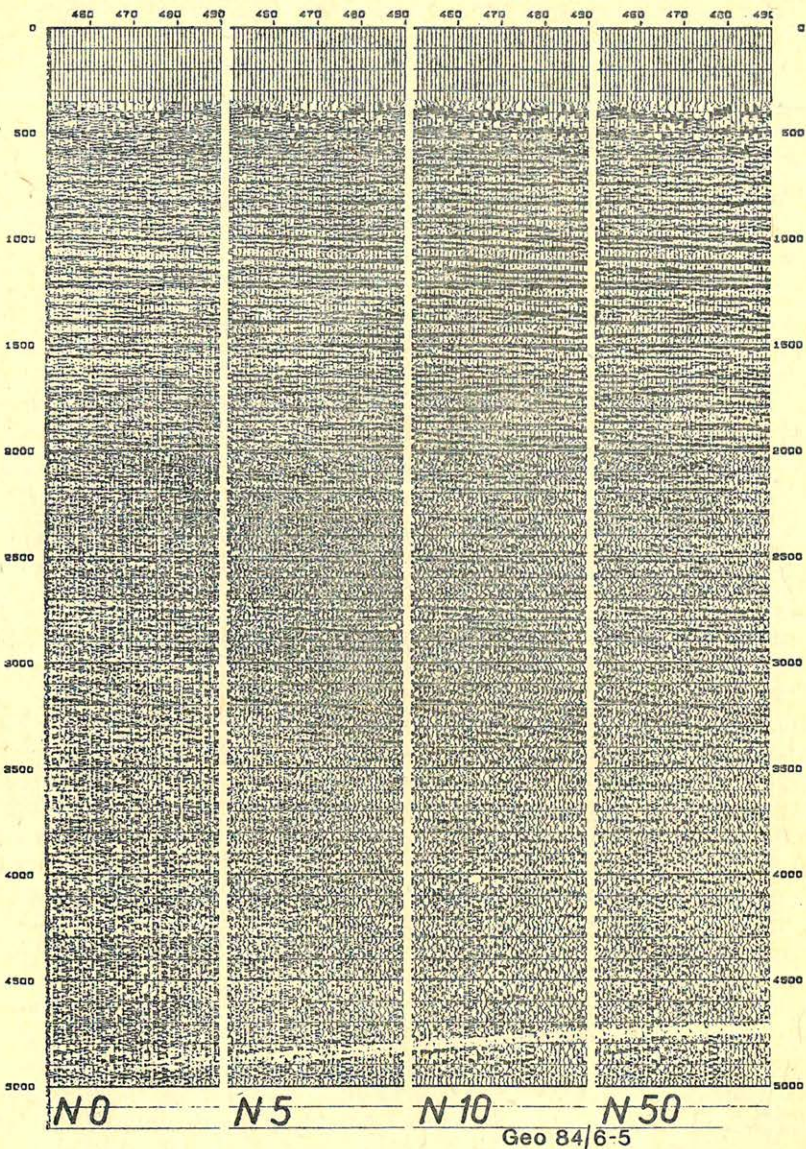


4. ábra. \bar{A} függőse a jóslási távolságtól, különböző időablakokban vizsgálva

Рис. 4. Зависимость \bar{A} от интервала прогноза в различных временных окнах

Fig. 4. \bar{A} as the function of the prediction distance computed in different time-windows.

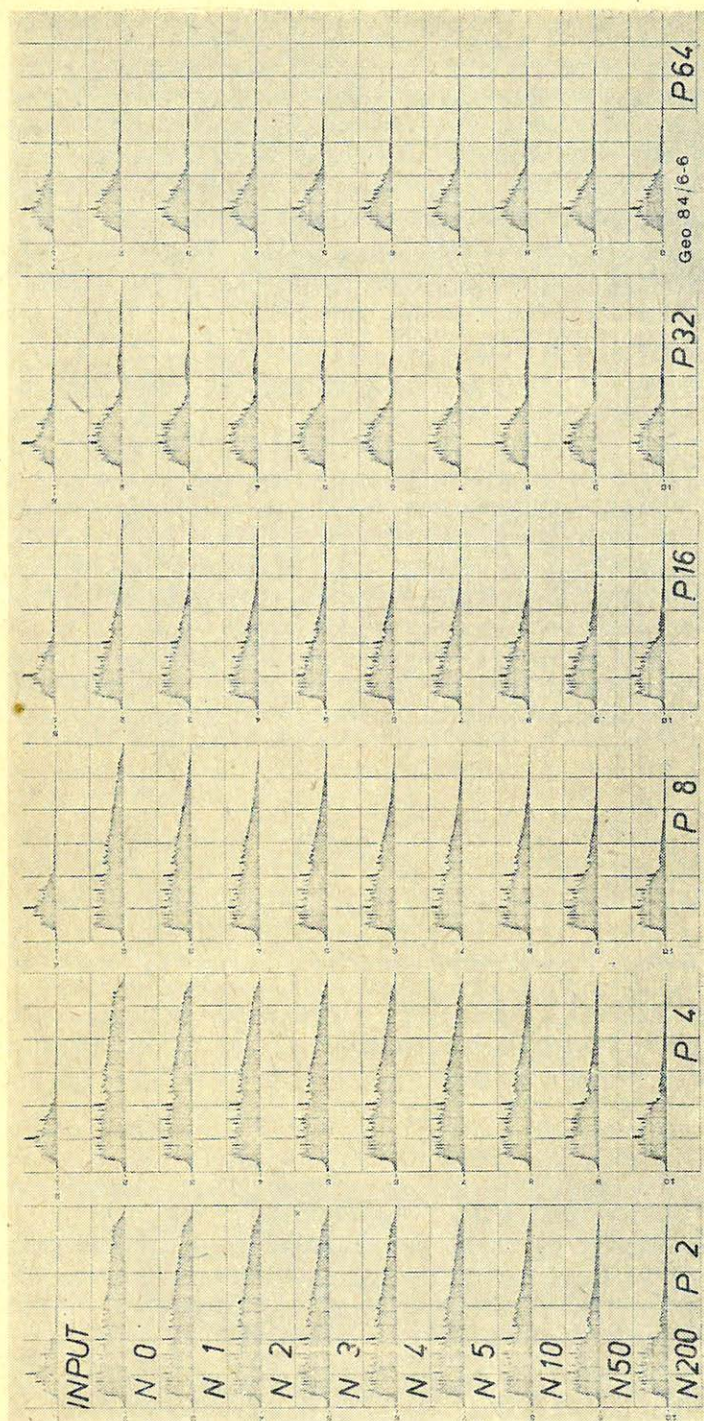
megnevezéséről van szó. P esetében a helyzet viszonylag egyszerű. Világos, hogy messzire jóslni nehezebb, mint közelre, az egymástól távol eső csatornaadatok között egyre kisebb az oksági kapcsolat, a korreláció. Növekvő P esetén a jósláshoz rendelkezésre álló információ csökken, a jósló értékek megbízhatósága egyre kisebb. A fehér zajról szemléletesen a következőt mondhatjuk. E paraméter a jósló algoritmus számára azt jelenti, hogy a csatornaadatokat N százalék korrelálatlan zaj terheli. A csatornaadatok hibája miatt pedig nyilván a belőlük készített jóslás is megbízhatatlanná válik. Növekvő N esetén a jósló algoritmus a csatornaadatoknak egyre kevesebb információtartalmat tulajdonít, és „arra számít”, hogy a jósló értékek megbízhatósága csökken. Első gondolatunk ezek után az lehet, hogy nem lesz-e nagy P vagy N mellett a dekonvolúció instabil a jóslás megbízhatatlansága miatt. Érdekes módon a helyzet éppen fordított. Jósló algoritmusunk ugyanis legkisebb négyzetes értelemben optimális, ezért „óvakodik” attól, hogy kiugróan nagy hibákat kövessen el. Ennek eredményeként minél kevesebb információ alapján készít jóslást (nagy N , vagy P esete), annál „óvatosabb” lesz, és annál kevésbé fognak a jósló értékek eltérni a csatornaadatok átlagától, azaz 0-tól. Az, hogy „óvatos viselkedés” valóban az átlag körüli értékek jóslása, a következő tételből adódik: Egy valószínűségi változó második momentumai közül a várható értékre vonatkozó a legkisebb. Fizikai analógia: Párhuzamos forgástengelyekre vonatkozó tehetetlenségi nyomatékok közül a súlyponton áthaladó tengelyre vonatkozó a legkisebb. Mivel a kimenet egyenlő a bemenet és a jósló értékek különbségével, 0-tól csak kevéssé eltérő jósló értékek esetén a bemenet és a kimenet hasonló lesz. Ilyen értelemben N és P növelésével a dekonvolúció művelete stabilizálható. Megjegyezzük, hogy N most bemutatott stabilizáló hatása sokkal fontosabb, mint az optimumszűrő egyenlet megoldására kifejtett stabilizáló hatás. Egyszerűen belátható, hogy a



5. ábra. Különböző fehérzaj értékekkel dekonvolvált szelvények N0, N5, N10, N50, $P = 2\text{ms}$, $L = 200\text{ms}$

Рис. 5. Профили деконволюции с различной величиной белого шума: N0, N5, N10, N50, $P = 2\text{мс}$, $L = 200\text{мс}$.

Fig. 5. Deconvolved sections. The white noise levels are: N0, N5, N10, N50. The prediction distance $P = 2\text{ms}$, the operator length $L = 200\text{msec}$.



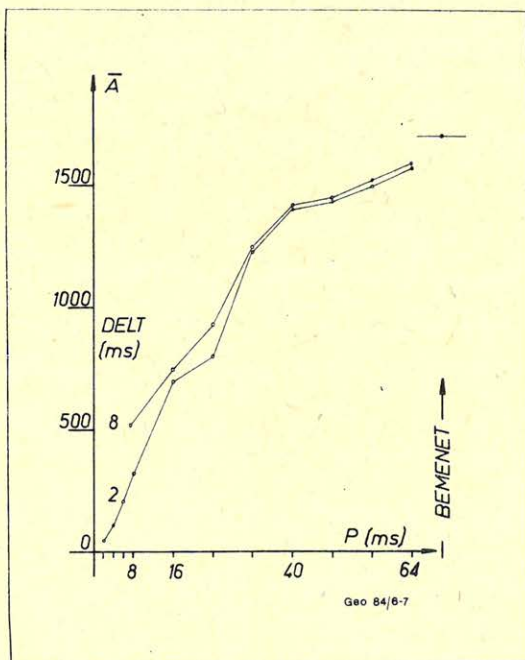
6. ábra. Amplitúdóspektrumok a jósági távolság és fehérzaj függvényében

Рис. 6. Амплитудные спектры в зависимости от интервала прогноза и белого шума

Fig. 6. Amplitude spectra versus the prediction distance as well as the white noise level are shown

kimeneti csatorna energiája kisebb, mint a bemeneté. A jóslás ugyanis átlag-négyzetes értelemben optimális ezért a jóslási hiba négyzetösszege (a kimenet energiája) kisebb, mint a mindig rendelkezésre álló azonosan nulla jóslás hibájának négyzetösszege (a bemenet energiája). Általában ez a reláció a megfelelő csatornák átlag abszolút amplitúdóira is teljesül, sőt a 2. ábra szerint az amplitúdók akár egy nagyságrenddel való csökkenése is előfordulhat. Egységnyinek tekintve a bemenet átlag abszolút amplitúdóját, a kimenet \bar{A} értéke egyben \bar{A} relatív megváltozását is mutatja. Általában tehát teljesül a $0 < \bar{A} < 1$ reláció (a felső korlát nem mindig jó, mert a jósló operátor nem \bar{A} minimuma, hanem az átlagenergia minimuma szerint optimális). Láttuk, hogy \bar{A} -nak 1-hez közeli értékei esetén a bemenet és kimenet alig különbözik, ekkor tehát a művelet hatástalan. \bar{A} kis értékei esetén a kimenet jel-zaj viszonya θ -hoz tart. Mivel nem kedvező, ha a kimenet \bar{A} értéke a zajszint közelébe kerül, célszerű stabilizálni a műveletet N és P beállításával.

A dekonvolúciós paraméterek kiválasztásánál tehát törekedni kell arra, hogy a kimeneti \bar{A} érték a zajszintnél nagyobb, ugyanakkor a spektrum elég széles legyen. Az alkalmas kompromisszumot a kutatási célkitűzés ismeretében a feldolgozást végző geofizikus állapíthatja meg. Eldöntendő még, hogy ezt a kompromisszumot milyen $N-P$ kombinációval érjük el. Az alkalmas $N-P$ kombinációt a 2. és 6. ábra segítségével választhatjuk ki. A 2. ábrán kijelölhetők



7. ábra. \bar{A} függése a mintavételezéstől

Рис. 7. Зависимость \bar{A} от шага дискретизации

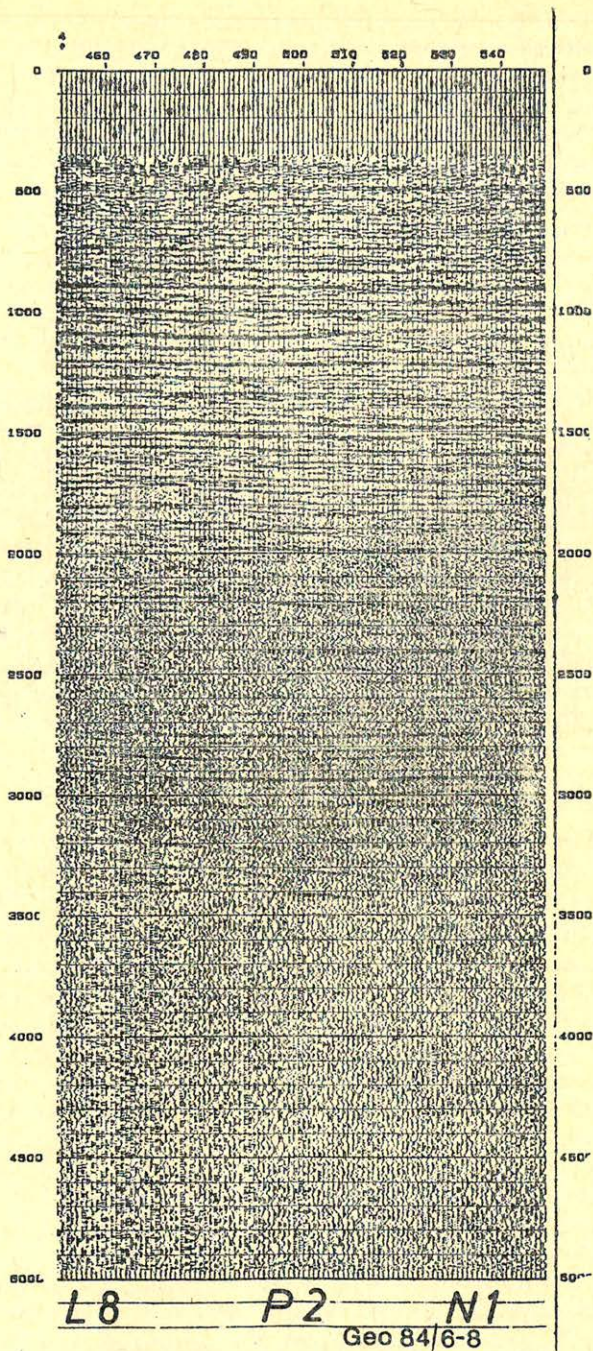
Fig. 7. \bar{A} as a function of the sample rate.

azok az $N-P$ pontok, melyeknél \bar{A} , csökkenése még megengedhető, majd az előbbi $N-P$ pontokhoz tartozó amplitúdóspektrumok összevetésével kiválasztható legkedvezőbb $N-P$ pár.

Az előzőkben már említettük, hogy az operátorszámítási eljárás stabilizálása céljából gyakran alkalmaznak a Nyquist frekvencia csökkentését, amit az operátor mintavételi közének növelésével érhetünk el. Az eddig bemutatott dekonvolvált szelvényeknél a csatorna és az operátortervezés mintavételi köze 2 ms volt. A 7. ábra segítségével \bar{A} -nak P függését tanulmányozhatjuk 2 és 8 ms-os operátor tervezése esetén. Itt a dekonvolúciót megelőzte egy felülvágó szűrési művelet, melyet mindkét esetben 8 ms-os mintavételnek megfelelő határfrekvencia figyelembevételével végeztünk. A két görbe a nagyobb jóslási távolságok esetén együtt halad, a művelet eredményében nincs különbség, eltérést csak kis P értékeknél tapasztaltunk.

Megvizsgáltam az operátorhossz paraméter hatását a dekonvolúcióra. Megállapítottam, hogy 8 és 200 ms értékek között választott, növekvő operátor hosszak esetén az \bar{A} értéke 10%-nál kevesebbet csökken. Ez azt jelenti, hogy igen kis elemszámú operátorral is eredményesen végezhetjük a dekonvolúció műveletét. A 8. ábrán a 8 ms-os operátorhossz, és $P2$, $N1$ paraméterekkel végzett dekonvolúció eredménye látható. Érdekes ezt összehasonlítani a 3. ábra második szelvényével, melynek operátorhossza 200 ms és ugyancsak $P2$ és $N1$ paraméterrel volt megadva. A két szelvény nagyon hasonló. A köztük levő különbségek kisebbek, mint amit a jóslási távolság szélsőséges megváltoztatása létrehoz. Ha az operátorszámító eljárás stabil eredményre vezet, a dekonvolúciós szűrő egyoldalú, minimumfázisú függvénye lesz az időnek. A minimumfázisúság azt jelenti, hogy adott amplitúdóspektrum mellett a lehetséges függvények közül ennek lesz a leggyorsabb az energiafelhalmozódása. Az operátor a nagy első elemek után általában gyorsan csökken. Ez magyarázza azt, hogy az operátorhossz választásra kevésbé érzékeny a művelet.

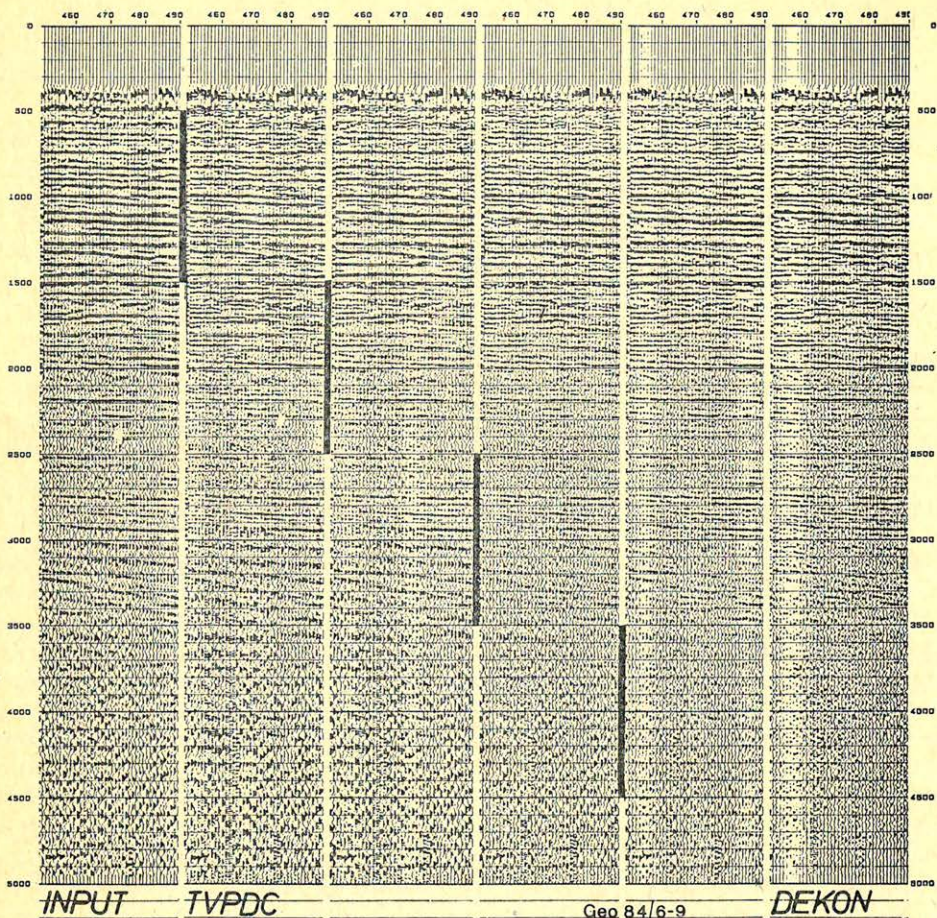
A továbbiakban vizsgálatunk tárgya az lesz, hogy a csatorna időben változó jellege mennyire rontja el a jósló szűrő stacionárius csatornára fennálló optimalitási tulajdonságát. Korábban az \bar{A} átlag abszolút amplitúdó értékeknek a dekonvolúció során történő megváltozását lényegében a jel-zaj viszony megváltozásának mérésére használtuk. Ettől eltérően a következőkben \bar{A} -val azt fogjuk mérni, hogy a jóslószűrő milyen mértékben képes minimalizálni a jóslási hibát instacionárius szeizmikus csatorna esetén. Az operátort a TVPDC a csatornának egy kijelölt időablakából tervezi. Ha a csatorna stacionárius jellegű, akkor közömbös, hogy hová helyezzük az ablakot, illetve előnyös, ha minél hosszabb ablakot választunk. A szeizmikus szelvény időben változó jellegének tanulmányozását segíti a 9. ábra. Itt a bemenetet követő szelvények 24 ms-os jóslási távolsággal futtatott dekonvolúciónak az eredményei. A csoport utolsó szelvénye a DEKON, a többi a TVPDC programmal készült. Ebben az esetben mindegyik TVPDC csak egy időablakot használt, és az onnan számított operátort alkalmazta az egész csatornára. Az időablakok 1000 ms hosszúak, helyük a 9. ábrán a szelvények bal oldalán van jelölve. A dekonvolúciós operátorhossz 60 ms, a fehérzaj 1% volt. Fel tűnik, hogy a magas helyzetű ablak esetén a szelvény mélyebb részein magas és alacsonyfrekvenciás, periodikus, biztosan nem geológiai eredetű jelek vannak. E hatástól akkor mentesülünk, ha a kérdéses időtartományra külön operátort határozunk meg. Úgy tűnik, hogy legjobb eredményt akkor kapnánk, ha több időablakból határoznánk meg operátorokat, melyek az adott jelekhez legjobban



8. ábra. $L = 8$ ms operátorhosszal dekonvolált szelvény, $P = 2$ ms, $N = 1\%$

Рис. 8. Профиль деконволюции с длиной оператора $l = 8$ мс, $P = 2$ мс, $N = 1\%$

Fig. 8. Deconvolved section. $L = 8$ ms, $P = 2$ ms, $N = 1\%$.

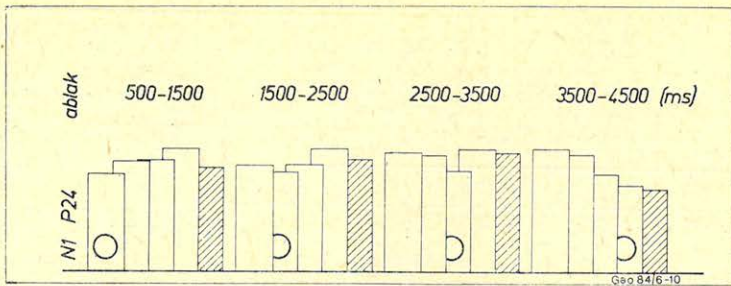


9. ábra. Dekonvolvált szelvények különböző időtartományból számított operátorok esetén

Рис. 9. Профили деконволюции с операторами, вычисленными в различных временных интервалах

Fig. 9. Deconvolved sections. The operators are computed in various time windows.

illeszkednek. Ennek a gondolatnak folytatásaként következne, hogy minden adathoz új operátort számítsunk. Ezt valósítja meg a DEKON. A műveletek jellemzésére ismét \bar{A} különböző ablakból számított értékét használva jutunk a 10. ábrához. Itt az „ablak” azt az időtartományt jelöli, ahonnan \bar{A} -t meghatároztuk. Az egymás után következő négy oszlop a négy egymásra következő TVPDC, az ötödik, a sraffozott, a DEKON eredményéből származó \bar{A} értéket reprezentálja. A műveletek egymással való összehasonlítása érdekében az egy ablakból származó \bar{A} értékek relatív skálán vannak ábrázolva. Látható, hogy a legkisebb \bar{A} értéket abban az esetben kapjuk, amikor az operátor tervezési és alkalmazási helye egybe esik (körrel jelölt oszlop). \bar{A} értéke e két hely távolságának függvényében monoton nő. Ebből arra következtethetünk, hogy a csatorna nem staci-



10. ábra. Az ablakválasztás hatásának vizsgálatához

Рис. 10. Изучение влияния окна

Fig. 10. Illustration for the investigation of the effect of the choice of the window.

onárius. A DEKON eredményét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy általában nem jobb a „jó” TVPDC-nél, teljesül azonban $\bar{A}_{\text{DEKON}} < \bar{A}_{\text{TVPDC max}}$, tehát a DEKON jobb, mint a „legrosszabb” TVPDC. Ez megfelel a DEKON-nal kapcsolatos elvárásainknak. Az autoadaptív eljárás a szűrő közvetlen közelében levő adatokat nagyobb súllyal veszi figyelembe, ezek jóslásának hibája alapján módosítja a szűrőt. A szűrő módosítása, a tanulás, egyben azt jelenti, hogy az operátor „felejt” is. A csatorna jellegének megváltozásakor a szűrő, előző csatornaszakasról szóló ismeretei feleslegesek. A tanulási képessége stacionárius csatornaszakasznál azzal a hátránnyal jár, hogy az adatsor elején még nem ismeri azt a szabályosságot, mellyel az egész szakasz bír. Belátható, hogy kevésbé hasznosítja a stacionárius csatorna információit, mint a TVPDC, mely a kijelölt szakasz egésze alapján tervezi az operátort. Abból a tényből, hogy az 1000 ms-os időablakból tervezett TVPDC operátor kisebb \bar{A} -eredményezett, mint a DEKON, arra következtethetünk, hogy a csatorna jellege csak lassan változik, és ilyen időszakaszokban közelítőleg stacionáriusnak tekinthető. Megállapíthatjuk, hogy különböző időablakokból tervezett jósló operátorok alkalmazásával a TVPDC képes megfelelően figyelembe venni a csatornák instacioaritását. Célszerű lenne a TVPDC-t 5 – 10 időablak kijelölésével is futtatni. Ekkor azonban az időablakok hosszának csökkenése miatt számolnunk kell az operátortervezés instabillá válásával, ha túl sok szűrőegység akarnék egyidejűleg meghatározni túl kevés adat, azaz túl kevés információ alapján. Ilyen jellegű instabilitás fennáll minden adaptív algoritmus esetében is. Az instabilitás ellen úgy védekezhetünk, hogy csökkentjük a jósló operátor hosszát és mintavételezettségét, amivel csökken az egyidejűleg becsülendő paraméterek száma. Ezt az eljárást indokolja korábbi tapasztalatunk, miszerint L és $DELTA$ megváltozásának hatása a kimenetre általában csekély.

Összefoglalás

A legalkalmasabb dekonvolúciós paraméterek kiválasztásához szükséges vizsgálatokat célszerű kutatási területenként elvégezni. E vizsgálatok során a leg-egyszerűbb, de igen hatásos segédeszköz a bemenet és kimenet átlag abszolút amplitúdója (\bar{A}). Egységnyi tekintve a bemenet átlag abszolút amplitúdóját, a kimenet \bar{A} értéke egyben \bar{A} relatív megváltozását is jelenti. Megmutattuk,

hogy általában teljesül a $0 < \bar{A} < 1$ reláció. Kis \bar{A} értékek esetén a kimenet jel-zaj viszonya 0-hoz tart, 1-hez közeli \bar{A} -k esetén viszont a kimenet és a bemenet hasonló lesz, tehát a művelet hatástalan. Ezért először a bemenet zajszintjétől és a kutatási célkitűzéstől függően el kell dönteni, hogy az átlag abszolút amplitúdó mekkora csökkenése engedhető meg (pl. $\bar{A} = 1/3, 1/4$). \bar{A} kívánt értéke a jóslási távolság és a fehér zaj paraméter stabilizáló hatása révén a P és N paraméterekkel beállítható. A szóba jövő $P-N$ párok körül a legmegfelelőbbet a teljes amplitúdóspektrum vizsgálata alapján választhatjuk ki. E téren még további tapasztalatok gyűjtésére van szükség. A szeizmikus csatorna időben változó jellegének a dekonvolúcióra gyakorolt hatását vizsgálva a következő eredményre jutottunk. A TVPDC program képes megfelelően figyelembe venni a csatorna instacionaritását. Ehhez szükséges, hogy a csatornát akkora időablakokra osszuk fel, hogy az egyes ablakokon belüli csatornaszakasz közelítőleg stacionárius legyen. A szűrőtervezésben fellépő – az időablakok rövidege által okozott – instabilitás ellen az operátorhossz (L) csökkentésével, és az operátor átmintavételezésével ($DELTA$) védekezhetünk.

IRODALOM

- [1] *Robinson, E. A.*: Predictive decomposition of time series with application to seismic exploration Geophysics 1976. 3.
- [2] *Meskó Attila*: A digitális szeizmikus feldolgozás alapjai. 1975. Tankönyvkiadó.
- [3] *Claerbout J.*: Fundamentals of geophysical data processing 1976.
- [4] *Késmárky István*: Vegyes fázisú dekonvolúció és jelalak becslés. 1980. GKV jelentés.
- [5] *Vermes Mátyás*: Szeizmikus jelek adaptív dekonvolúciója. Magyar Geofizika 1981. 3.
- [6] *Késmárky István*: A TVPDC program felhasználási leírása. GKV jelentés.
- [7] *Vermes Mátyás*: A DEKON program felhasználási leírása. GKV jelentés.

A Periadriatikus vonal kutatása az Alpokban MT szondázással

ÁDÁM ANTAL*—GERALD DUMA**—RUDOLF
GUTDEUTSCH***—VERŐ JÓZSEF* WALLNER ÁKOS*

A Periadriatikus lineamens (vagy „Insubriai lineamens”) mint fő tektonikai zóna elválasztja a nem metamorfizált Déli Alpokat a metamorfizált Nyugati és Keleti Alpoktól. Egyik folytatása kelet felé a Balaton-vonal.

Három részén — a Gailvölgyben, a Karavanka- és a Balaton-vonal mentén — a mély magneto-tellurikus szondázások a kéregben keskeny jólvezető formációt mutatta ki, amelynek mélysége 7 és 15 km között változik a felszíni hőárammal összhangban. Így, a Periadriatikus lineamens egy mélytörés, amelynek repedései és pórusai hőmérsékletfüggő elektrolittal vannak telítve.

Az értelmezés alap-modelljét, valamint az EM torzulásokat is tárgyalja a cikk.

Периадриатический глубинный разлом как основная тектоническая зона разделяет неметаморфизованные Южные Альпы и метаморфизованные Западные и Восточные Альпы. Одно из его продолжений к востоку — Балатонский разлом.

В трех частях — в долине Гаил, по линиям Караванка и Балатон — глубинные магнетотеллурические зондирования выявили в коре узкую проводящую формацию, глубина которой изменяется от 7 до 15 км согласованно с поверхностным тепловым потоком. Таким образом Периадриатический глубинный разлом является разломом, поры и трещины которого заполнены зависящим от температуры эл. электролитом.

В статье рассматриваются основы интерпретации и искажения EM.

The “Periadriatic lineament” (or “Insubric lineament”) as a main tectonic zone separates the unmetamorphosed Southern Alps from the metamorphosed Western and Eastern Alps. One of its continuations to East is the Balaton-line.

In three parts of it — along the Gail-valley, the Karawanrn- and Balaton lines- deep magneto-telluric soundings have shown a narrow conducting crustal formation in it, depth varies between 7 and 15 km in accordance with the surface heat flow. Thus the Periadriatic line is a deep fracture zone, cracks and pores in it are saturated by temperature dependent electrolytes.

The basic model of the interpretation and the EM distortions are discussed, too.

Bevezetés

1981 és 1983-ban „Geofizikai kutatások az Alpok és a Pannonikum között” téma keretében osztrák—magyar közös magnetotellurikus kutatásokat végeztünk a *Periadriatikus vonal* két szakaszán, a Gailvölgyi és Karavanka lineamens mentén e jelentős tektonikai zavar-zóna geoelektromos sajátosságainak tanulmányozása végett.

A Periadriatikus lineamensről

Az alpi tektonika egyik sokszor misztifikált lineamense a *Periadriatikus lineamens*, vagy „alpi-dinári sebhely” (alpi-dinári határ), amely a Pó-síkság Ny-i részén levő Lanzo-tól a jugoszláviai Pohorje-ig terjedő lineamens-rendszerhez tartozik. Korábban teljesen azonosították az alpi metamorfózist szenvedett Nyugati és Keleti Alpokat az alpi metamorfózistól mentes Déli Alpoktól elvá-

* MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet, Sopron.

** Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.

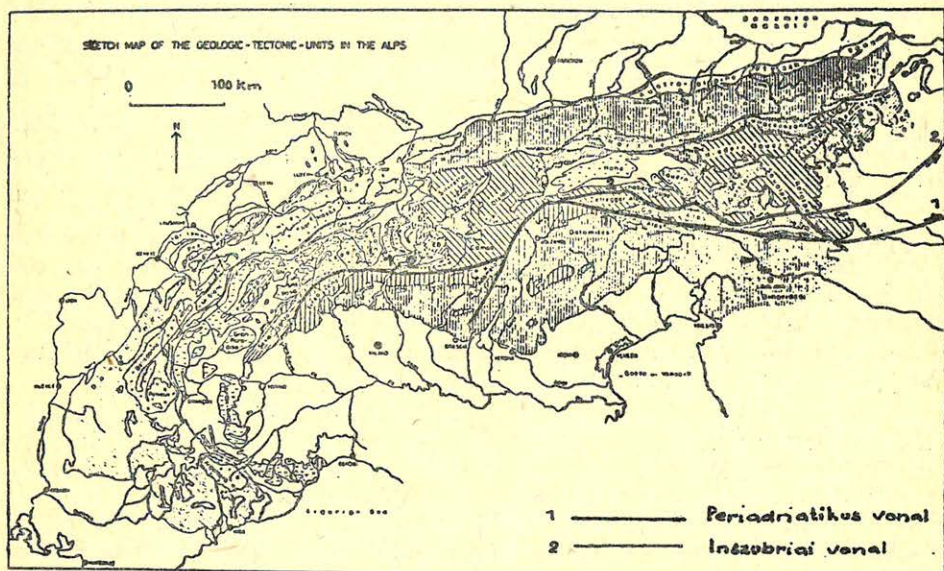
*** Universität Wien.

lasztó *Insubriai-vonallal*. Az újabb vizsgálatok azonban (*Ahrendt, 1980*) kiderítették, hogy az Insubriai-vonal a Tauern-ablak közelében a Periadriai vonaltól elágazik és nem a Pusteria – Gailvölgyi-vonalban, hanem a DAV-ban (Deferegental – Auterselve – Valles) folytatódik. Keleten az ausztróalpi gyökérvonalától közvetlenül délre húzódik és szerepét – az eredeti definíció szerint (*Kovács, 1983*) – a *Rába-vonal* tölti be, amely a pennini, alsó-keletalpi és felső-keletalpi egységeket elválasztja az alpi metamorfózist nem szenvedett és nem tartós szerkezetű déli vergenciájú Dunántúli-középhegységtől. A szűkebb értelemben vett *Periadriatikus lineamens* pedig a *Balaton-vonalban* folytatódik. *Kovács (1983)* szerint valószínű, hogy a Karavanka lineamensben 3–5 km-re szélesedő tektonikai zóna KÉK-felé még inkább kiszélesedik (*1. ábra*) és ilyen értelemben ír egy *Gailvölgy – Balaton-lineamens*ről, vagy keskeny övről. Feltételezi, hogy a periadriatikus magmatitok 800 km-es láncolata folytatódik a hosszan elnyúló, keskeny balaton – velencei késővariszkuszi gránitömbben, valamint a hahót – pusztaszentlászlói, velencei és recski paleogén andezitekben.

Éppen a fent említett késő-variszkuszi gránit intruziók kora utal arra, hogy a Periadriatikus lineamens vagy előfutára már abban az időben aktív volt és az alpi tektogenezis folyamán megújult.

A geofizikai kutatás alapja

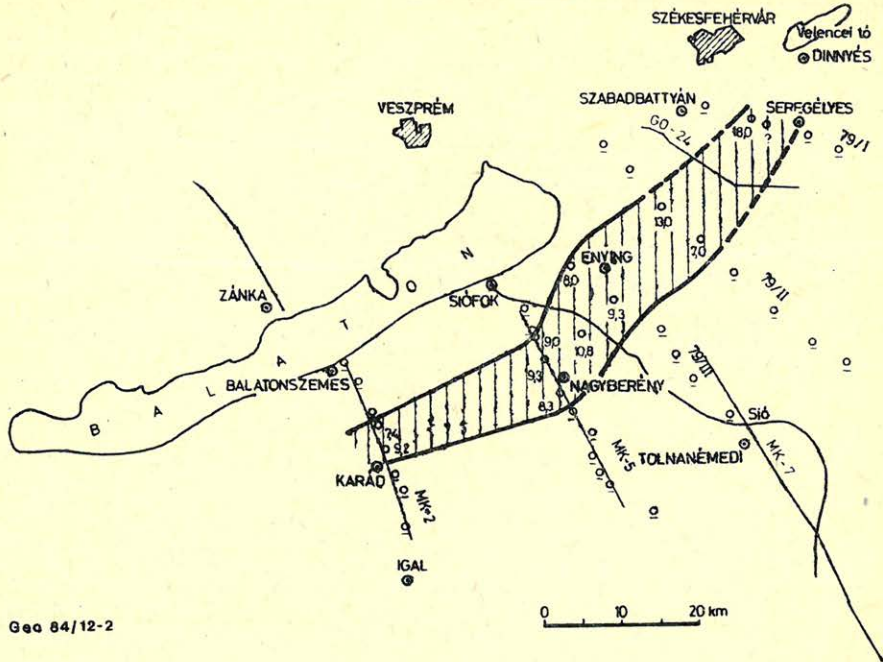
A Periadriatikus-vonal mentén lejátszódott jelentős horizontális és vertikális mozgások, amelynek mértékéről még vitatkoznak, nagymérvű elvonszolódási szerkezeteket hoztak létre. Ezek hatásának a fizikai paraméterekben is meg



1. ábra. Az Alpok geológiai és tektonikai egységeinek térképe Frey et al. (1974) szerint

Рис. 1. Карта геологических и тектонических единиц Альп по Фрею и др. (1974г)

Fig. 1. Geological and tectonic map of the Alps according to Frey et al. (1979)



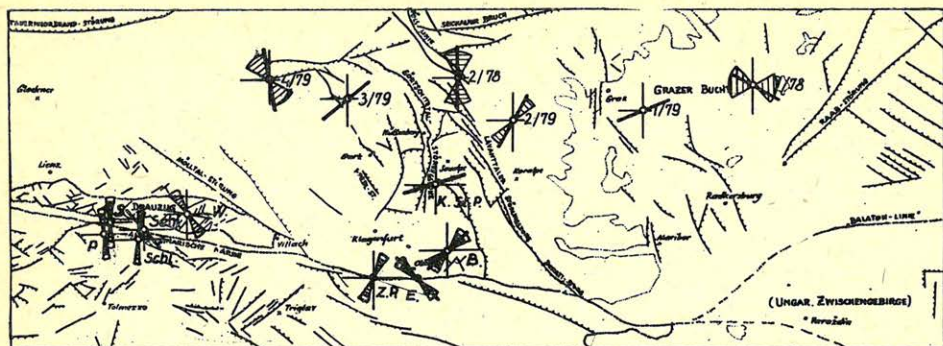
2. ábra. A Balaton-vonal mentén mért vezetőképesség-anomália mélységértékei Varga (1979) szerint
 Рис. 2. Значения глубин аномалии проводимости вдоль линии Балатон (Варга, 1979г.)
 Fig. 2. Depth values of the conductivity anomaly measured along the Balaton line according to Varga (1979)

kell nyilvánulnia, tehát a tektonikai zóna geofizikai módszerekkel is követhető és mélybeni szerkezetére és az abban lejátszódó fizikai folyamatokra is következtethetünk.

E feltevéseinket igazolta a *Balaton vonal* egy rövid szakaszán végzett magnetotellurikus kutatás is. Ennek révén a MÁELGI a Balaton-vonalhoz kapcsolódóan egy keskeny kb. 10 km széles vezetőképesség-anomáliát mutatott ki a földkéregben átlagosan 10 km mélységben (L. 2. ábrát Varga (1979) szerint). Az ábrán látható nagy mélységértékek (≥ 13 km) feltehetően a szerkezet oldalhatásának a következményeként jelentkeznek. (L. a továbbiakban az értelmezés alapját képező 2 – D modellt.)

Mérés és adatfeldolgozás

A magnetotellurikus és tellurikus méréspontok helyét a Gailvölgyi- és a Karavanka-lineamens mentén a 3. ábra mutatja a Tollmann-féle tektonikai térképen. 3 MT szondázás történt a Karavanka-vonal közelében (Ebriach, Blasnitzen és Zell Pfarre) és egy vonatkozási pontot mértünk be attól északra kb. 40 km-re Klein St. Paulnál. A Gail-völgyben 2 MT szondázást végeztünk (Schlanitzen és Sittmoos) egy-egy tellurikus szatellit ponttal (Schimanberg és Plöckenhaus). A vonatkozási pont itt Weissensee volt kb. 10 km-re a Gail-völgytől, de a DAV-tól délre.



3. ábra. Tollmann tektonikai térképe a Keleti Alpokról és a magnetotellurikus impedancia maximumának iránya ($Z_{xy\max}$) periódikus (T) szerinti változásával együtt

Рис. 3. Тектоническая карта Восточных Альп Толлмана совместно с изменением в зависимости от периода (T) направления максимума магнитотеллурической жесткости ($Z_{xy\max}$)

Fig. 3. Tollmann's tectonic map of the Eastern Alps and the directions of maxima of the magnetotelluric impedances ($Z_{xy\max}$) together with its change in dependence on the period (T)

A magnetotellurikus műszer tellurikus és mágneses érzékelőkből és egy analóg 4 csatornás regisztrálóból állt. A fotopapír továbbítási sebessége nappal 2 cm/perc, éjjel pedig 6 mm/perc volt. Az elektromos csatornák minimális skálaértéke $10 \mu\text{V/mm}$, míg az MTV – 2 mágneses variométerké 0.02 nT/mm volt. A mérőrendszer $T = 15 \text{ sec}$ -os változásoktól lineáris átvitelt biztosít. Az analóg regisztrálás lehetővé teszi, hogy vizuálisan a legzavartalanabb szakaszokat választhassuk ki feldolgozás céljából a regisztrátumokból, amelyeket azután digitalizálunk.

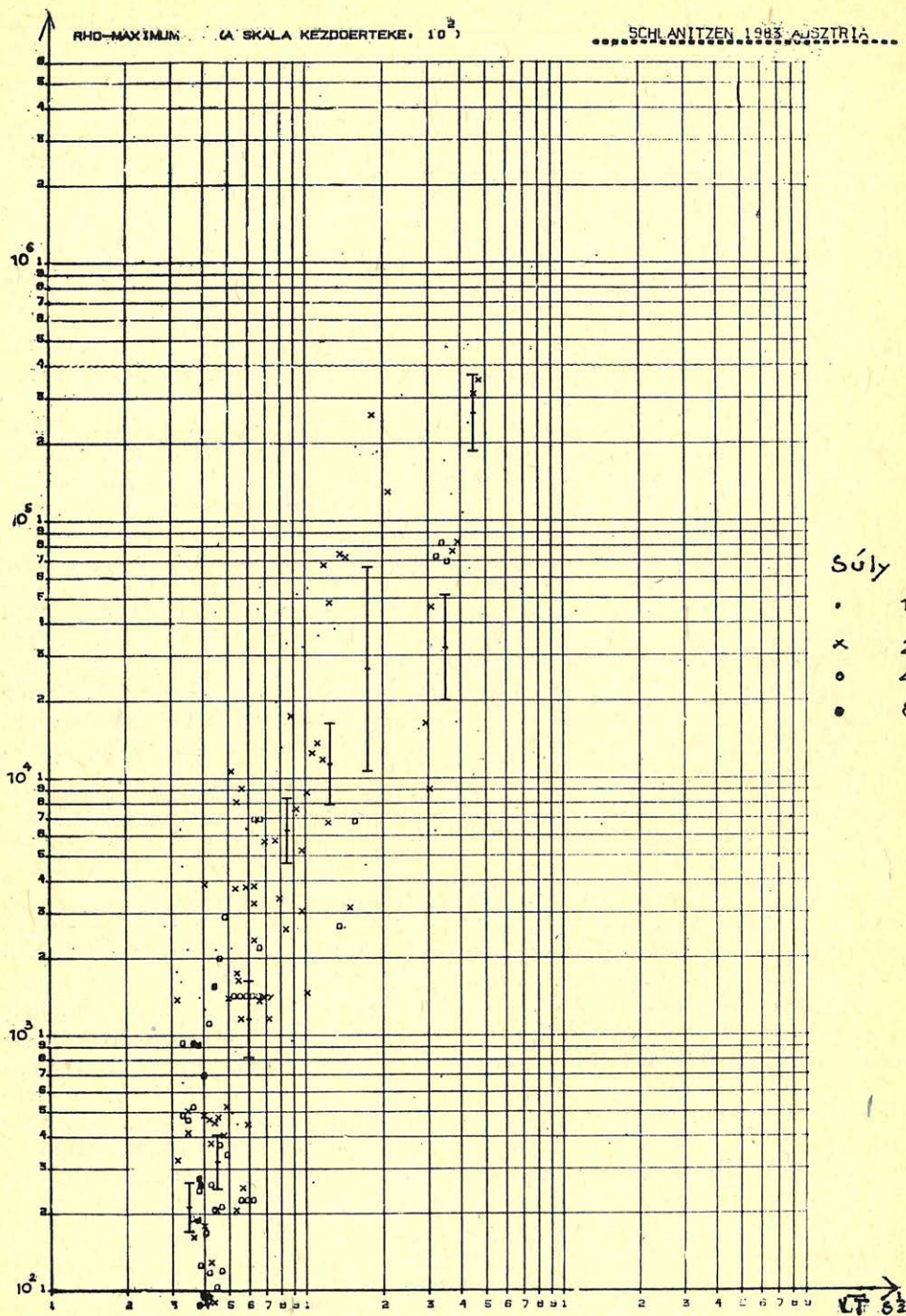
A magnetotellurikus program szigorú koherenciafeltételekkel – $\text{Coh}(E_x H_y)$ és $\text{Coh}(E_y H_z) \geq 0.9$ – tovább szűkíti a felhasználható elektromágneses változások körét.

A HP 2100 számítógépen futtatott program kimenetén az impedancia polárdiagramok, a fajlagos ellenállás (ρ) súlyozott szélső értékei jelennek meg fázisukkal (φ) és irányukkal együtt. ρ és φ adatokból középértékeket számítottunk szórással együtt a periódus függvényében.

A tellurikus és a bázisukat képező magnetotellurikus pontokon egyidejűleg regisztráltunk. Szűrt amplitúdókból abszolút ellipsziseket és ezekből relatív ellipsziseket számoltunk (lásd $[T]$ mátrixot a Függelékben), amelyek a két pont geoelektromos szerkezetének kapcsolatát jellemzik. A relatív ellipszisek paraméterei lehetőséget adnak – a „bázis” MT impedanciakomponenseinek ismeretében ($[Z^B]$) – a „mozgó” tellurikus pont MT impedancia $[Z^M]$ polárdiagramjainak meghatározására is, ha feltételezzük, hogy a bázis és a mozgó pont mágneses térváltozása megegyezik.

$$[Z^M] = [T][Z^B]$$

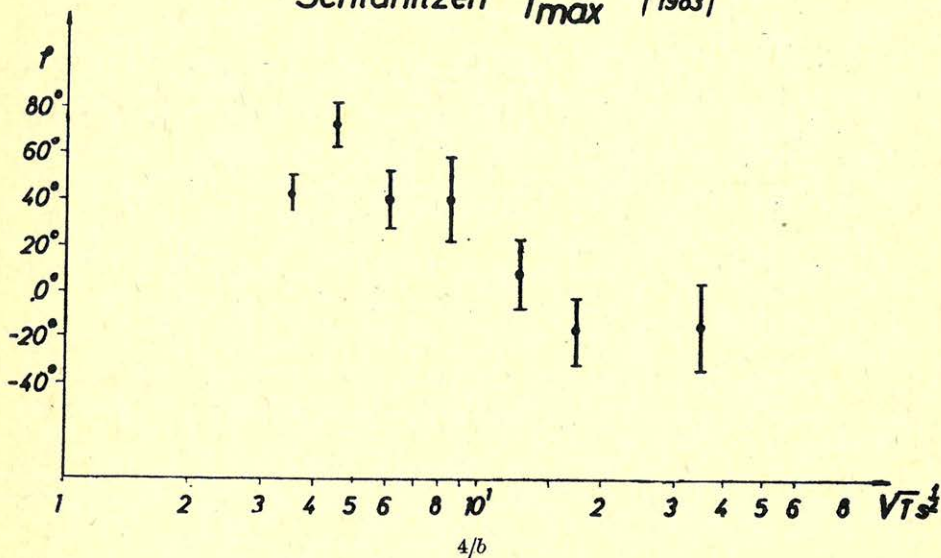
$$\text{ha } H^B = H^M.$$



Súly

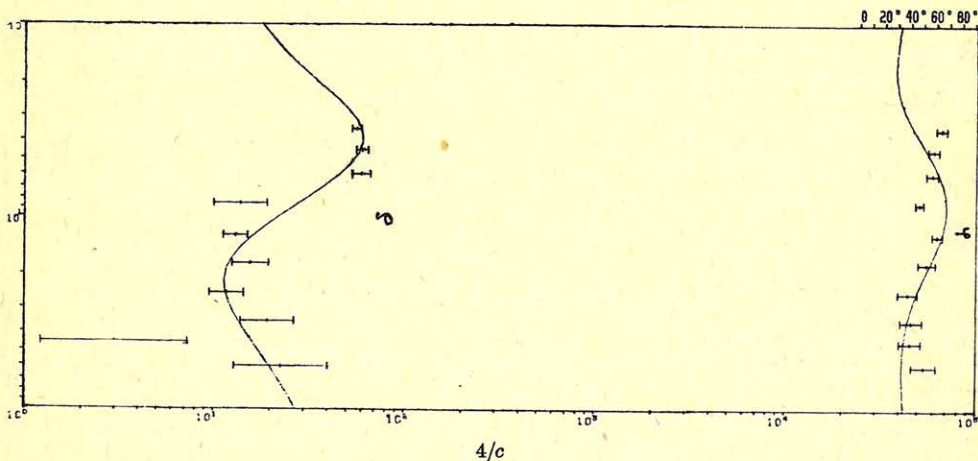
- 1
- x 2
- o 4
- 8

Schlanitzen γ_{max} /1983/



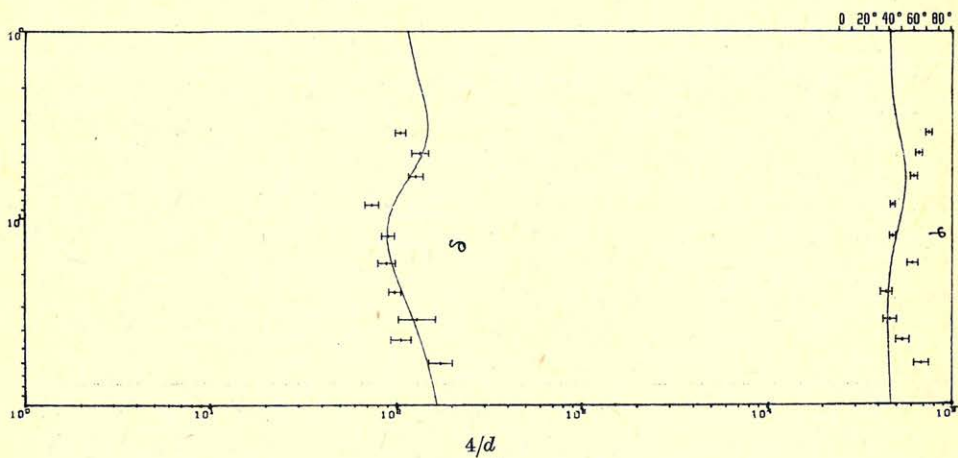
ZELL-PFARRE RO-MIN

NR= 4 H 000: 1,20 14,00 4,50 10000.
 RD: 15,0 100,0 1,8 50,0



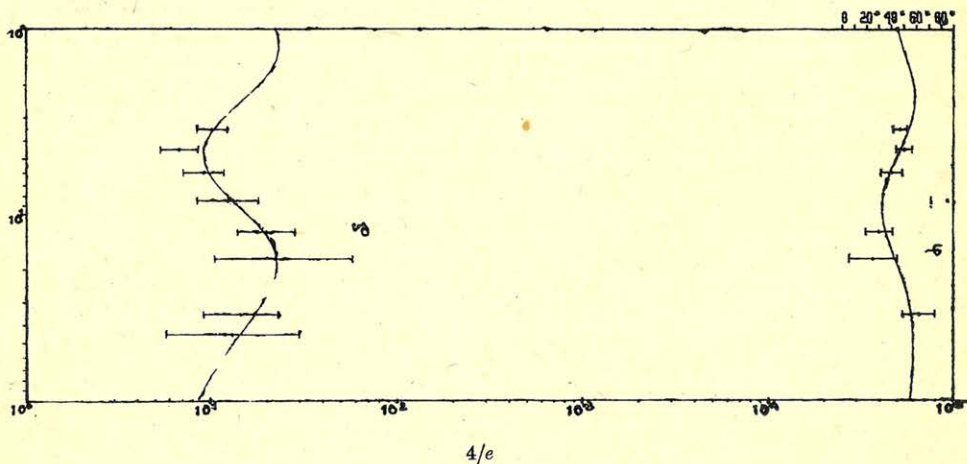
ZELL-PFARRE RO-MAX

NR= 4 H(KM): 1.00 20.00 20.00 10000.
 RD: 80.0 150.0 50.0 200.0



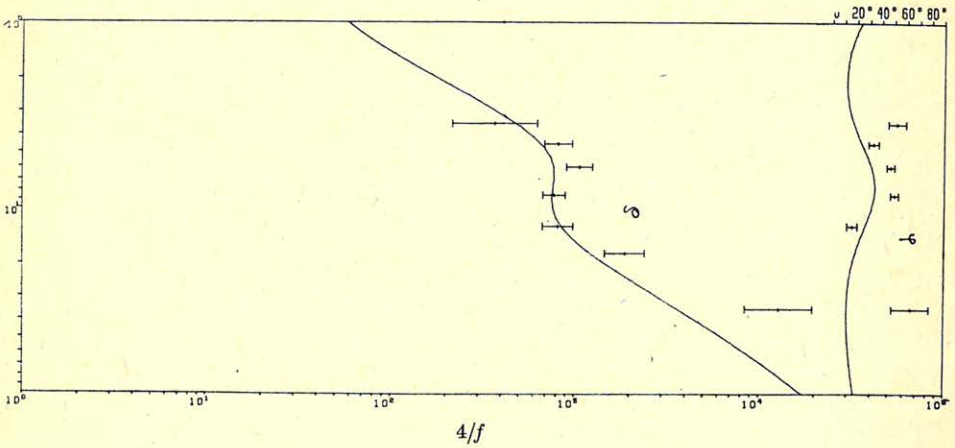
SCHLANITZEN RU-MIN

NR= 4 H(KM): 3.50 1.10 35.00 10000.
 RD: 20.0 2.0 60.0 5.0



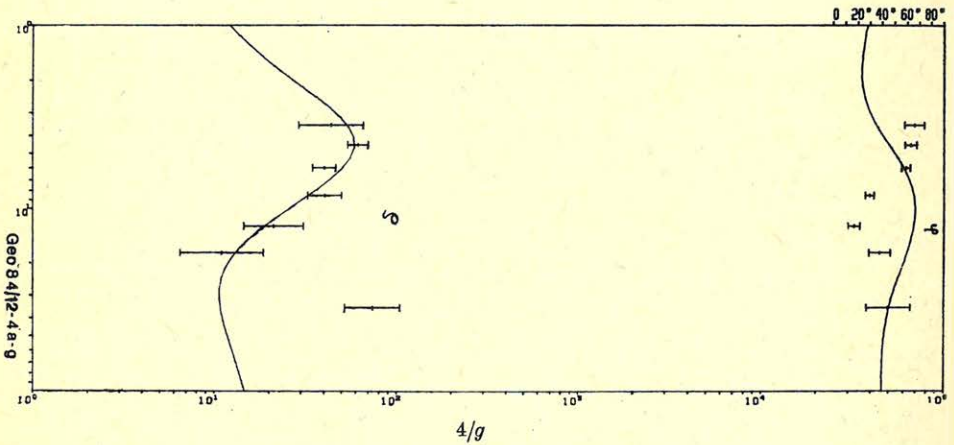
SITTMOOS RO-MAX

NR= 4 H KM: 2.80 100.00 12.00 10000.
 RD: 55.0 10000. + 100.0 100000



SITTMOOS RO-MIN

NR= 4 H KM: 1.00 16.00 4.00 10000.
 RD: 10.0 120.0 1.5 20.0



4. ábra. A mért fajlagos ellenállás (ρ) és fázis (φ) értékek a periódus függvényében középhibájukkal és a hozzájuk illesztett 1-D-os rétegmodellnek megfelelő görbék. (Kivételt képeznek Schlanitzner erősen torzult adatai, amelyekhez nem tudtunk 1-D modellt illeszteni.)

Рис. 4. Значения измеренного удельного сопротивления (ρ) и фазы (φ) в зависимости от периода совместно с их средними ошибками и совмещенными с ними кривыми 1-D слоистых моделей. (Исключение составляют сильно искаженные данные Шланитцнера, которые не аппроксимируемы моделью 1-D)

Fig. 4. The measured resistivity (ρ) and phase (α) values as function of the period with their standard deviation and the curves of 1-D layer models fitted to them (with except of Schlanitzner where n 1-D model could have been fitted to the strongly distorted data)

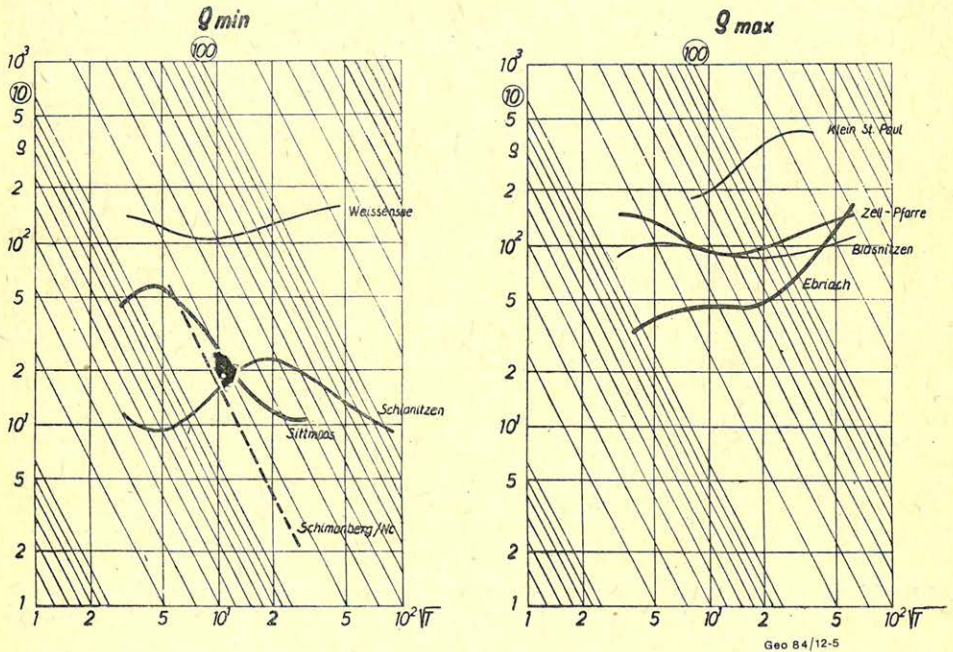
A MTSZ pontok ρ és φ szondázási görbéit a 4. ábrán mutatjuk be Schlanitzenen kívül mindkét területről $I - I$ pontra (Zell Pfarre- és Sittmoos-ra). A fajlagos ellenállás és a fázisgörbék együttes értelmezése egy $I - D$ inverziós eljárással, pl. a Fischer et al.-féle programmal (1981) általában nem vezet célhoz. Ennek oka nyilvánvaló: ilyen erősen tektonizált szerkezeteknél kedvező esetben is legfeljebb $2 - D$ modellel közelíthetők a geoelektromos adatok.

$I - D$ elméleti modellszámítással ezért első lépésként csak a ρ_{min} és ρ_{max} értékekhez legjobban illeszkedő modelleket határoztuk meg. A ρ és φ adatok között e modelleknek megfelelő szondázási görbéket ábráztunk. A φ görbéknél jelentkező eltérés az inhomogenitás mértékének tekinthető. Táblázatba foglaltuk a kéreg jólvezető rétegének mélységét és horizontális vezetőképességét.

A Gail-völgyben és a Karavanka-vonalon kapott görbéket egy-egy ábrán összefoglalóan is bemutatjuk a referencia pontok görbéivel együtt a kapcsolatok szemléltetése végett (5. és 6. ábra).

A Tollmann-féle tektonikai térképen (L. 3. ábrát) az impedancia maximum (Z_{zmax}) irányát is ábráztuk.

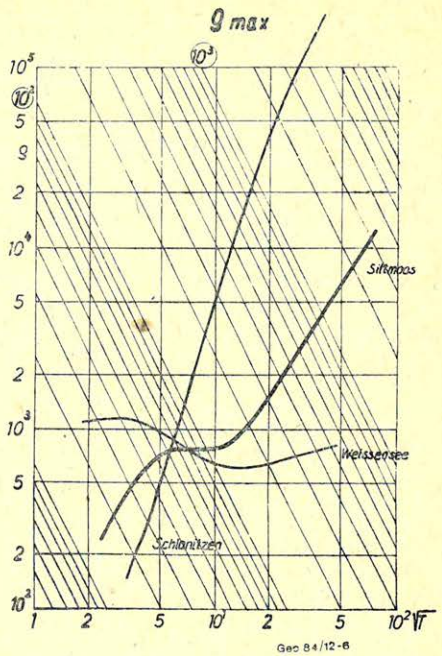
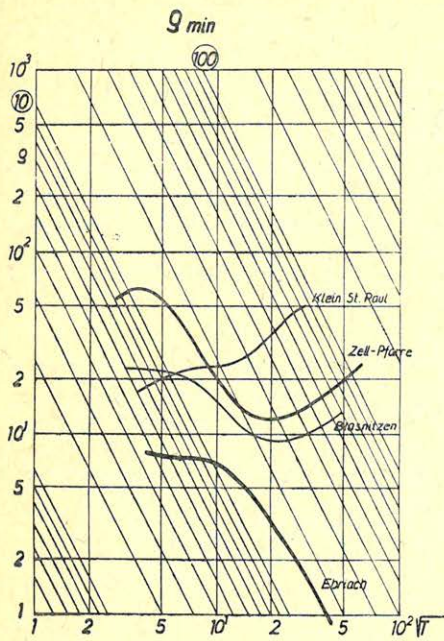
Plöckenhaus-ban csak erős zajimpulzusokat tudtunk feldolgozni, amelyek a természetes tellurikus jeleket elnyomták. A zajimpulzusokból számított abszo-



5. ábra. ρ_{min} és ρ_{max} görbék a Karavanka-lineamens területéről és egy távoli referenciapontról (Klein St. Paul)

Рис. 5. Кривые ρ_{min} и ρ_{max} с площади Караванка и с опорной удаленной точки (Клейн Св. Пауль)

Fig. 5. ρ_{min} and ρ_{max} curves of the Karavanka lineament area and of the distant reference point Klein St. Paul



6. ábra. q_{\min} és q_{\max} görbék a Gail-völgy területéről és egy távoli referenciaponttól (Weissensee)
 Puc. 6. Кривые q_{\min} и q_{\max} с площади долины Гайл и удаленной опорной точки (Вейсензе)

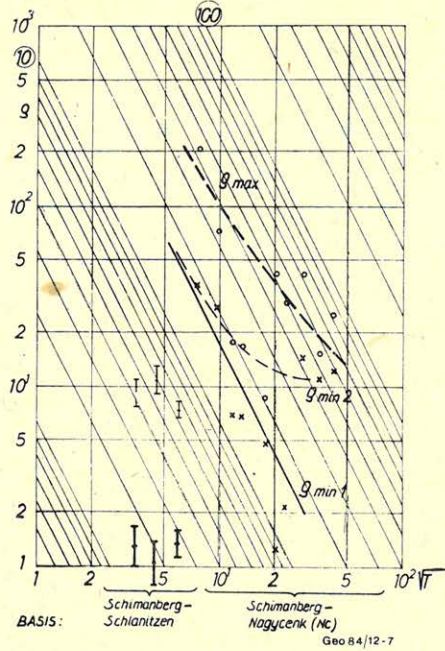
Fig. 6. q_{\min} and q_{\max} curves from the area of the Gail Valley and of the distant reference point Weissensee.

lút ellipszisek nagytengelyének irányát szintén feltüntettük a 3. ábrán. Ez a periódus függvényében csak néhány fokot változik.

Schimanberg esetében először a bázist képviselő Schlanitzen mágneses regisztrátumával számoltunk MT adatokat. Utána a Nagycenk (Nc) melletti obszervatóriumra vonatkozóan határoztuk meg a relatív ellipszisét és ezzel az obszervatórium MT impedanciájából a schimanbergi magnetotellurikus q_{\min} és q_{\max} értékeket. E kétféle úton nyert szondázási görbepárok egymástól jelentősen eltérnek (7. ábra), ami az obszervatórium és Schlanitzen mágneses térváltozásainak különbségéből származik. Kérdéses, hogy ezek közül melyik egyezik meg Schimanberg mágneses térváltozásaiával. Megállapítható a 6a. ábra szerint, hogy a nagycenki mágneses térváltozásokkal számított q_{\min} görbe jól megközelíti a lineamens több pontján, így Sittmoosban mért q_{\min} görbét. Ez a Nc adatok használatát igazolja.

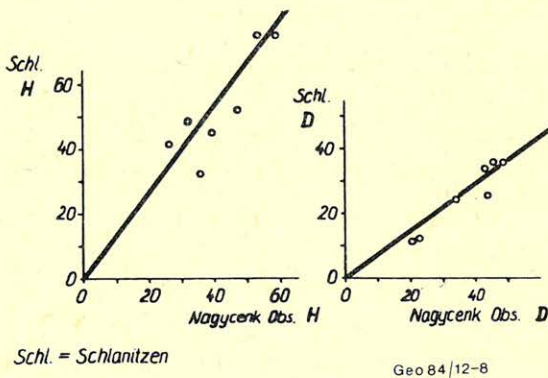
Schlanitzenben az elektromos inhomogenitás hatására a horizontális mágneses komponensekben eltérő előjellel kb. 30%-os változás van az obszervatóriumhoz viszonyítva (8. ábra). Schlanitzeni pont sajátos jellegére utal még a q_{\max} görbék a megengedett $+62,5^\circ$ -nál meredekebb emelkedése és a rendkívüli, $10^5 \Omega$ m-nél nagyobb fajlagos ellenállás értékek, valamint q_{\min} és q_{\max} értékek nagy különbségében kifejezésre jutó, periódussal együtt növekvő anizotrópia (L. 4. ábrán).

Schimanberg



7. ábra. Schimanberg MT adatai Nagycenk és Schlanitzen mágneses térváltozásával számítva
Рис. 7. Данные MT Шиманберга, вычисленные по изменению магнитного поля Надыценка и Шланитцена

Fig. 8. MT data of Schimanberg as calculated with the magnetic field variations in Schlanitzen and in Nagycenk



8. ábra. Schlanitzen és Nagycenk mágneses H és D térváltozásainak összehasonlítása

Рис. 8. Сравнение изменения магнитного поля H и D в Надыценке и Шланитцене

Fig. 8. Comparison of the magnetic field variations of H and D in Schlanitzen and in Nagycenk

Több tanulmányunkban a keskeny törésez zónákba ágyazott jólvezető kéreganomáliákat jólvezető dyke-okra (keskeny rétegekre?) *Tátrallyay (1977)* FDM-el levezetett modellgörbéivel értelmeztük (*Ádám, 1981; Ádám et al. 1981*). A dyke szélessége a Tátrallyay-modellben 10 km. Amint a Periadriatikus vonalról *Kovács (1983)* írta, a Karavankákban a zóna 3–5 km-re szélesedik, tehát más szakaszán keskenyebb lehet. A Balaton-vonal mentén észlelt vezetőképesség-anomália szélessége nem haladja meg a 10 km-t. Ezért e dyke-modell alkalmazása a Periadriatikus vonal mentén mért erősen anizotróp magnetotellurikus szondázási görbék értelmezésénél is indokolt. A keskeny dyke modell esetében a jólvezető test mélységére és horizontális vezetőképességére a megbízhatóbb információt a csapásirányú, azaz E polarizációs ρ_{\min} görbék adják. E polarizációnál a felszíni üledék vastagságának változásából adódó S-hatás is kisebb. A ρ_{\max} görbékét, amint azt a $Z_{xy\max}$ irányítottága esetünkben is egyértelműen mutatja (*L. a 3. ábrán*), a lineamensre merőleges irányban mérjük. A dyke-től távolodva, az oldalhatás (indukciós hatás) következtében, a jólvezető test látszólagos elmélyülése és horizontális vezetőképességének csökkentése mutatkozik.

A Karavanka-lineamensnél a Klein St. Paul-i, a Gailvölgyi lineamensnél pedig Weissensee-i MTSZ határozottan jelzi mind a szondázási görbék eltérő jellegével, mind az oldalhatásból származó látszólagos jólvezető réteg növekvő mélységével és csökkenő S értékével, hogy e vonatkozási pontok a tektonikai zónán kívül fekszenek.

Említettük már a *schlanitzeni* ρ_{\max} görbe nagy meredekségét és igen nagy ρ értékeit, valamint a periódussal növekvő anizotrópiát. E sajátosságok a modellkísérleteink (*Ádám et al., 1983*) és modellszámítások szerint is (*L. pl. Praus, 1976*) közvetlenül az ellenálláskontrasztok mellett alakulnak ki a H polarizációs szondázási görbéken a töltések hatására.

Az *1. táblázat* adatai szerint a Karavanka lineamensben a jólvezető réteg 12–15 km mélyen fekszik és horizontális vezetőképessége Ebriachban a legnagyobb. (Közelítő érték szerint $S \geq 50\,000 \Omega^{-1}$). A Gailvölgyi lineamensben a jólvezető képződmény valamivel mélyebben van (16–17 km). E mélységértékeket összehasonlíthatjuk a kéreganomáliának a lavanttali törésekben, valamint a Dunántúlon mért mélységével. Mind a Lavanttalban (*Ádám et al., 1981*), mind a Dunántúlon (*Ádám, 1981*) 6–10 km-es mélységet határoztunk meg. (Lásd a *2. ábrán* a MÁELGI adatát is a Balaton törésre vonatkozóan.) A különböző területeken észlelt mélységek különbsége levezethető az eltérő hőáramokból. Ismeretes, hogy a Lavanttalban és a Dunántúlon a hőáram értéke eléri a 100 mWm^{-2} -es értéket, míg a Periadriatikus-vonal mentén a *Čermák* és *Hurtig-féle* hőáramtérkép (*1979*) ennél kb. $30-40 \text{ mWm}^{-2}$ -el kisebb értékeket ad meg. Ha törések pórusaiban és repedéseiben nagy sótartalmú oldatok vezetéseinek tulajdonítjuk a kéreganomália kialakulását, akkor az oldatok maximális vezetőképességét 300° -os izoterma mélységében várhatjuk *Quist et al. (1970)* vizsgálatai szerint. 300°C a Dunántúli anomália esetében, a legmélyebb fúrásokban végzett hőmérsékletmérésekből következtetve, éppen a kéreganomália mélységében valószínűsíthető. Minthogy a Periadriatikus lineamensben a 300°C -os izoterma – a felszíni hőáramból következtetve – mélyebben helyezkedik el, a kéreganomália itt észlelt nagyobb mélysége valószínű érték. Mind a hőáramból, mind a vezetőképesség-eloszlásból feltételezhetjük, hogy a periadriatikus zóna egy idősebb tektonikai képződményt képvisel, mint a Dunántúl törései, vagy a

Lavanttal közismerten ma is szeizmikusan aktív zónája, amely mentén a Periadriatikus lineamens el is tolódik.

A Periadriatikus vonal mentén végzett MT kutatások tehát igazolják a MTSZ-módszer használhatóságát jelentős tektonikai zónák követésére és fizikai állapotának vizsgálatára még az Alpok erős felszíni tagoltsága mellett is.

* * *

A szerzők köszönettel tartoznak az Osztrák és a Magyar Tudományos Akadémiának a mérésekhez nyújtott elvi és anyagi támogatásért, továbbá munkatársainknak, elsősorban Szendrői Juditnak a nagymennyiségű gépi számítás gondos elvégzéséért.

1. Táblázat – Таблица – Table

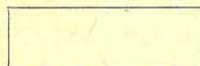
A jólvezető formáció mélysége (h) és S értéke PERIADRIATIKUS-lineamensben

I. Karavanka-vonal

II. Gailvölgyi-vonal

Pont	ϵ_{\min}	MTSz-görbe alapján			ϵ_{\max}
	h(km)	$S(\Omega^{-1})$	h(km)	$S(\Omega^{-1})$	
I. Ebriach	12,5	> 50 000 ?	17	875	
Blasnitzen	13,0	2700 – 3000	30	430	
Zell Pfarre	15,3	25000	21	400	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Klein St. Paul</div>	18,2	525	20	257	
II. Sittmoos	17	> 2650 ?	103	120	
Schimanberg*	16	?	40	?	
Schlanitzen	3,5	550	–	–	
	39,6	?			
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Weissensee</div>	21	200	55	150	

Jelmagyarázat:



feltehetően csak oldalhatás a lineamensen kívül!

* TT alapján számítva

? jólvezető aljzatként jelentkezik a meghatározott MTSz szakaszon

IRODALOM

- Ádám A., 1981: Statistische Zusammenhänge zwischen elektrischer Leitfähigkeitsverteilung und Bruchtektonik in Transdanubien (Westungarn). Acta Geod. Geophys. Mont. Hung., 16, 97 – 113.
- Ádám A. – Márcz F. – Verő J. – Wallner Á., 1981: Magnetotelluric Sounding in the Transitional Zone Between the Eastern Alps and Pannonian Basin. J. Geophys., 50, 37 – 44.
- Ádám A. – Szarka L. – Varga M., 1983: Physical and mathematical modelling of crustal conductivity anomalies in the Pannonian Basin. Acta Geod. Geophys. Mont. Hung., 18, 467 – 488.
- Ahrend H., 1980: Die Bedeutung der Insubrischen Linie für den tektonischen Bau der Alpen. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 160, 3, 336 – 362, Stuttgart.
- Čermák V. – Hurting E., 1979: Heat flow map of Europe. Enclosure for Terrestrial Heat Flow in Europe. Ed. by V.Čermák, L. Rybach. Springer Verlag, Berlin – Heidelberg.

- Fischer G. – Schmegg, P. A. – Peguiron M. – Le Quang, B. V., 1981: An analytic one-dimensional magnetotelluric inversion scheme. Geophys. J. R. astr. Soc., 67, 257–278.
- Frey M. et al. 1974: Alpine Metamorphism of the Alps. A Review Schweiz. minipetr. Mitt., 54, 2–3, 247–290, Zürich.
- Kovács S., 1983: Az Alpok nagyszerkezeti áttekintése. Általános Földtani Szemle, 18, 77–155, Budapest.
- Praus O., 1976: Numerical solutions of the MT field in inhomogeneous structures. In: A. Ádám (ed) Geoelectric and Geothermal Studies. KAPG Geophys. Monograph, Akadémiai Kiadó, Budapest, 231–245.
- Quist A. S. – Marshal W. L. – Franck E. U. – v. Osten M., 1970: A reference solution for electrical conductance measurements to 300 C° and 12 000 bars. Aquaeous 0.01 demal potassium chloride. J. Phys. Chem. 74, 2241–2243.
- Tátrallyay M., 1977: On the interpretation of EM sounding curves by numerical modelling using the S. O. R. method. Acta Geod. Geoph. Mont. Hung., 12, 279–285.
- Varga G., 1979: Földtani alapszelvények geofizikai vizsgálata. I. Jelentés az 1979. évi tellurikus és magnetotellurikus mérésekről. MÁELGI Kézirat.
- Verő J., 1960: Die Bestimmung der tellurischen Stations-ellipsen. Ger. Beitr. z. Geophys. 69 (4), 257–268.

Függelék

A földmágneses és tellurikus abszolút ellipsziseket használhatjuk arra, hogy transzformáljuk a mágneses és tellurikus értékeket egyik pontról a másikra, hogy az utóbbi esetében meghatározzuk a MTSz görbét (vagy számítsuk a földmágneses tér torzulását). Alapul az egyidejű szűrt komplex földmágneses és tellurikus tér szolgál a két (vagy több) állomáson. A négyzet, vagy szorzatösszegek reális és imaginárius része a két ponton

$$\begin{aligned} X^r2 + X^i2 &= X^2; & Y^r2 + Y^i2 &= Y^2 \\ X^r Y^r + X^i Y^i &= XY \end{aligned} \quad (1)$$

lehetővé teszi a földmágneses vagy tellurikus abszolút ellipszis meghatározását. (Az U és Y értékeket, azaz az északi és keleti komponenseket a szűrt jel közelítőleg egy periódusnyi idő távolságában mintavételezzük.)

Az abszolút ellipszis adatai Verő (1960) szerint

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2XY}{X^2 - Y^2} \quad (2)$$

$$A, B = \sqrt{\frac{X^2 + Y^2 \pm \sqrt{(X^2 - Y^2)^2 + 4(XY)^2}}{n}} \quad (3)$$

Itt α az abszolút ellipszis nagy tengelyének az iránya, A és B a nagy és kis tengely hossza, n az adatszám.

A tenzor komponensei, amelyek egy ideális körpolarizált hullámot a mért értékbe transzformálnak:

$$\begin{aligned} a &= A \cos^2\alpha + B \sin^2\alpha \\ d &= A \sin^2\alpha + B \cos^2\alpha \end{aligned} \quad (4)$$

$$b = c = 0,5(A - B) \sin 2\alpha$$

Ezekben a képletekben feltételezzük, hogy torzulás csak a nagy és kis tengely irányában történik, azaz a fenti tenzor szimmetrikus. Így a pillanatnyi állomás ellipszis a bázison (o) és a mozgó (index nélküli) állomáson a következő alakú, ha a körpolarizált tér komponenseit x és y -al jelöljük:

$$\begin{aligned} X &= a \cdot x + b \cdot y & X_0 &= a_0 \cdot x + b_0 \cdot y \\ Y &= b \cdot x + d \cdot y & Y_0 &= b_0 \cdot x + d_0 \cdot y \end{aligned} \quad (5)$$

Eliminálva x és y értéket az egyenletből, megkapjuk a relatív ellipszist a bázis és a mozgó állomás között:

$$\begin{aligned} X &= a_R \cdot X_0 + b_R \cdot Y_0 \\ Y &= c_R \cdot X_0 + d_R \cdot Y_0 \end{aligned} \quad (6)$$

ahol a relatív ellipszist képviselő $[T]$ mátrix elemei:

$$\begin{aligned} a_R &= (a \cdot d_0 - b \cdot b_0) \cdot 1/t_0 \\ b_R &= (b \cdot a_0 - a \cdot b_0) \cdot 1/t_0 \\ c_R &= (b \cdot d_0 - d \cdot b_0) \cdot 1/t_0 \\ d_R &= (d \cdot a_0 - b \cdot b_0) \cdot 1/t_0 \\ t_0 &= a_0 \cdot d_0 - b_0^2 \end{aligned} \quad (7)$$

$$(8)$$

A (6) egyenlettel a földmágneses vagy tellurikus változásokat egy másik (vagy több) pont változásaivá lehet transzformálni. A momentán abszolút ellipsziseket felhasználhatjuk vagy MT, vagy földmágneses szondázás céljaira is.

A fenti transzformálási eljárással szigorúan egyidejű adatok biztosítása elkerülhető és az eredeti MT adatfeldolgozási program használható az (1)–(8) egyenleteket tartalmazó szubrutinnal.

A Pannon medence neogén mélydepresszióinak szeizmikus sztratigráfiai alapvonásai*

POGÁCSÁS GYÖRGY**

A Geofizikai Kutató Vállalat modern, nagy felbontóképességű szeizmikus szelvényeinek sztratigráfiai értelmezése lehetővé teszi a medencefejlődést meghatározó tektonikai fázisok azonosítását és az egyes tektonikai eseményekhez kapcsolódó specifikus üledékfelhalmozódási egységek korrelálását.

A dolgozatban bemutatásra kerülnek a medenceszegélyi területek kiemelkedése kapcsán lerakódó delta és turbidit üledékeket (Pannon) a szinorogén molaszt (Felső-Bádeni-Pannon) és a fluvio-lakusztrikus képződményeket (Felső-Pliocén-Pleisztocén) reprezentáló – szeizmikus sztratigráfiai módszerekkel azonosított – szeizmikus egységek.

Tárgyalásra kerül a fenti képződménycsoportok képződéstörténeti kapcsolata és kronosztratigráfiai helyzete.

Стратиграфическая интерпретация профилей МОВ Геофизического предприятия ГТНГП дает возможность отождествления определяющих развитие бассейна тектонических фаз и корреляции специфических, связанных с отдельными тектоническими движениями, единиц осадконакопления. На примерах показаны сейсмостратиграфические особенности, условия распространения и геохронологического положения орогенного флиша (палеоген), синорогенного моласа (карпатский-нижнебаденский), посторогенного моласа (верёнебаденский-паннонский), дельтовых и турбидитных отложений, образовавшихся в период поднятия краевых частей бассейна, а также флувио-лакустрического ряда, представляющего последнюю фазу осадконакопления.

Stratigraphic interpretation of high resolution seismic section acquisitioned by GKV makes it possible to determine tectonic phases governing the basin development and correlation of specific depositional units related to various tectonic events. Examples are shown about delta and turbidite sediments due to basin flank uplifting in the synorogene Flysch (Paleogene), synorogene Molasse (Upper-Badenien-Pannonian) as well as Fluvio-lacustric layers as seen in seismic stratigraphy terms.

Extention and chrono-stratigraphy of these units are also discussed.

Bevezetés

A Pannon medence területén a neogén-quarter során számos mélymedence és depresszió alakult ki (Körössy, 1980, Pogácsás 1980, Bérczi et al. 1981, Dank 1981). A mélydepressziókat kitöltő üledékek jelentős mértékben különböznek a medenceperemeken feltárt hasonló korú képződményektől. A mélyfúrások sporadikus elrendeződése, a szakaszos magmintavételezés és a korjelző faunaelemek hiánya miatt (Jámbor 1980, Nagymarossy 1981) a neogén-quarter üledékfelhalmozódási egységek térbeli elterjedése és kapcsolata – különösen a mélydepressziók területén – nem határozható meg közvetlen (öslénytani és kőzettani) módszerekkel. E depressziókat kitöltő üledékek sztratigráfiai, ősföldrajzi és fáciesviszonyainak rekonstruálása azonban közvetett módszerek – mélyfúrási geofizikai és szeizmikus profilok – segítségével is megkísérrelhető.

A szeizmikus sztratigráfiának nevezett – a szeizmikus adatok földtani értelmezésére szolgáló új eljárás kifejlesztése az 1970-es évek elején a kontinentális talapzatokon meginduló tengeri olajkutatásokhoz kapcsolódik. Sangree és Widmier 1974-ben ismertették az üledékfelhalmozódási környezet szeizmikus alapo-

* A Magyar Geofizikusok 1984. évi vándorgyűlésén Sopronban elhangzott előadás

** Geofizikai Kutató Vállalat Budapest VI., Gorkij f. 42.

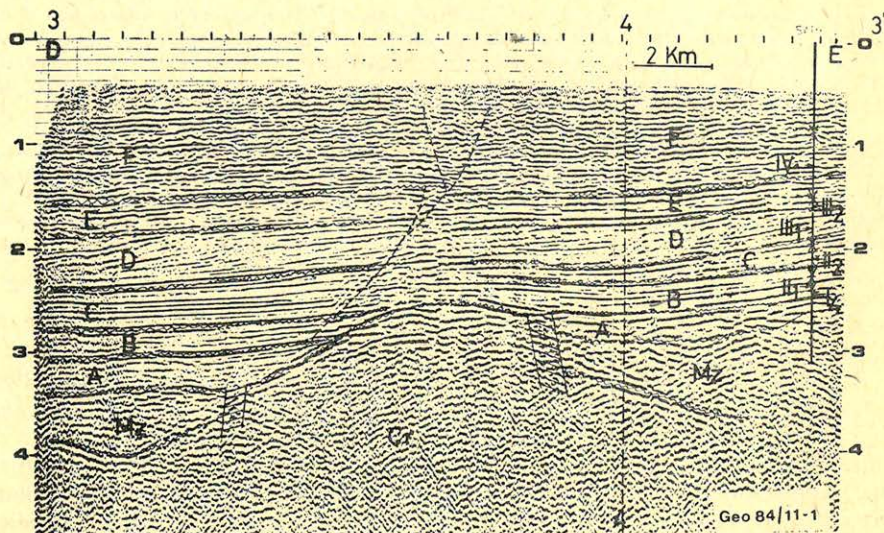
kon történő előrejelzésére kidolgozott eljárásukat. A szeizmikus rétegtan meg-
alapozása *Sheriff (1975)*, a szeizmikus egységek kronosztratigráfiai értelmezése
pedig *Vail et al (1977)* nevéhez fűződik.

Szeizmikus sztratigráfiai egységek elkülönítése, szeizmikus fáciesek vizsgálata

Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Geofizikai Kutató Vállalata által
1975 és 1983 között bemért szeizmikus szelvények szeizmikus sztratigráfiai
vizsgálata szerint a Pannon medence területén 3 különböző struktúrával jelle-
mezhető képződménycsoport különíthető el.

- A. A preneogén medencealjzat szeizmikus struktúrája elsősorban e kőzetek
tektonikus deformációit, semmint eredeti üledékes rétegzettségét tükrözi.
- B. A pannonnál idősebb (alsó és középső miocén) képződmények szeizmikus
reflexiók képe részben üledékes, részben tektonikus hatásokat tükröz.
- C. A pannon és quarter képződményeket a szeizmikus szelvényeken elsősorban
primer üledékes eredetű rétegzettség jellemzi.

A szeizmikus struktúrák jól mutatják az összefüggést a specifikus tektonikai
események, eseménysorok és a hozzájuk kapcsolódó üledékes szekvenciák között.



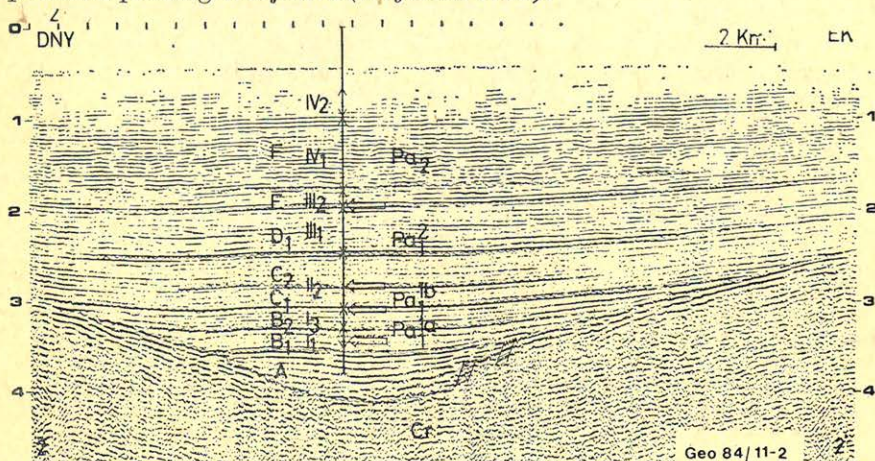
1. ábra. A Békés depresszió északi szárnyán bemért szeizmikus szelvény. Jelmagyarázat: Cr –
kristályos aljzat, Mz – mezozoós sorozat, A – Pannonnál idősebb miocén szeizmikus egység, B, C,
D, E, F Pannon-Quarter szeizmikus egység I₂, II₁, II₂ stb: kútgeofizikai markerek alapján azonosí-
tott litosztratigráfiai egységek a Sark-I fúrásban. (*Pogácsás Gy. – Völgyi L., 1982*)

Рис. 1. Сейсмический профиль северного крыла депрессии Бекеш: Cr – кристаллический
фундамент, Mz – мезозойский ряд, A – сейсмическая единица миоцена старше паннон-
ского возраста, B, C, D, E, F – сейсмические единицы паннонско-четвертичного возраста,
I₂, II₁, II₂, и т. д.: литостратиграфические единицы, отождествленные маркерами скважи-
ны Шарк – I.

Fig. 1. Seismic profile measured through the northern margin of Békés depression. Symbols: Cr –
crystalline basement; Mz – Mesozoic sequence (in general); A – pre-Pannonian Miocene seismic
unit; B, C, D, E, F Pannonian – Quaternary seismic units. I₂, II₁, II₂, etc.: lithostratigraphic
units identified after well log markers in borehole Sarkadk – I. (after Völgyi et al.). See text for
explanation

A. Preneogén aljzat

A neogén üledékek medencealjzatát prekambriumi, paleozoós, mezozoós és paleogén képződmények alkotják. A metamorfizált (paleozoós) medencealjzati képződményeket kaotikus reflexiós konfiguráció jellemzi. A mezozoós és paleogén üledékes kőzeteket nagy amplitúdó, gyenge és közepes kontinuitás és kvázi kaotikus reflexió konfiguráció jellemzi (1. ábra). A felsőkréta-paleogén flis képződmények jellegzetes görbült reflexiókkal jelentkeznek (Varga és Pogácsás 1981). A preneogén képződmények eredeti üledékfelhalmozódási és sztratigráfiai jellemzőit a krétától a miocénig terjedő deformációk miatt nehéz meghatározni. E deformációs struktúrák az eredeti üledékes eredetű struktúrákra szuperponálódva elfedik azt. A medencealjzatban kimutatható reflexiós felületek nagyrésze tektonikus eredetű és elsősorban a miocén és premiocén kompressziós fázisokban (Somfai 1980, Dank 1981), valamint a Pannon medence süllyedésében nagy szerepet játszó miocén extenzióhoz (Horváth és Royden 1981) kapcsolódik. Délnyugat és kelet Magyarország területein a szénhidrogénkutató szeizmikus mérésekkel feltárt neogén üledékek szeizmikusan is jól kimutatható eróziós diszkordanciával települnek a preneogén aljzatra (Pogácsás 1982).



2. ábra. A Makói árkon keresztül bennért szeizmikus szelvény. Jelmagyarázat: A_1, B_1 stb. szeizmikus egységek (Késmárky et al nyomán), I_1, I_3 stb. kutgeofizikai markerek felhasználásával azonosított litosztratigráfiai egységek (Völgyi et al nyomán), Pa_1^a, Pa_1^b stb. kőzettani kifejlődés trendanalízisével azonosított litogenetikai egységek (Szalay, Szentgyörgyi nyomán). A litosztratigráfiai egységek mélyfúrásban megvont határait x , a litogenetikai egységek határait pedig vízszintes nyilak jelzik. A szeizmikus sztratigráfiai egységek határait hullámos vonal jelöli. (Pogácsás Gy. – Völgyi L. 1982)

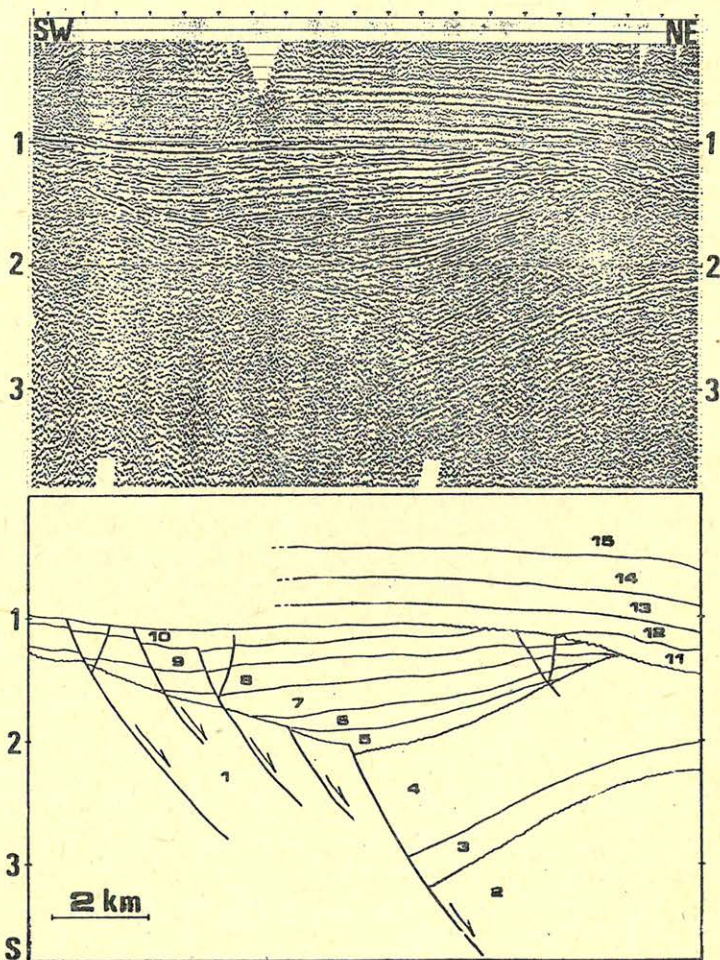
Рис. 2. Сейсмический профиль пересекающий макóiский грабен. Условные обозначения: A_1, B_1 и т. д. – сейсмические единицы (Кешмарки и др.), I_1, I_3 и др. литостратиграфические единицы отождествленные по маркерам скважин (Вельди и др.). Pa_1^a, Pa_1^b и т. д. литогенетические единицы отождествленные по анализу тренда породообразования (по Салаи и Сентлерди). Границы литостратиграфических единиц по скважинам обозначены знаком X, литогенетические границы горизонтальными стрелками. Границы сейсмостратиграфических единиц обозначены волнистой линией (Д. Погачам, Л. Вельди 1982г.)

Fig. 2. Profile measured through the Makó Trench. The vertical scale is time-scale (sec). – Legend: A_1, B_1, B_2, C_1 , etc, seismic facies (after Késmárky et al.); I_1, I_3, II_2 , etc.: lithostratigraphic units identified after well log markers (after Völgyi et al.) Pa_1^a, Pa_1^b , etc.: lithogenetic units distinguished by trend analyses of the petrographic evaluation of microlaterolog profiles (after Szalay, A. and K. Szentgyörgyi). The boundaries of lithostratigraphic drawn in boreholes are marked by x , those of the lithogenetic units by horizontal arrows. The seismic facies are separated by undulatory line (Pogácsás, Gy. – Völgyi, L. 1982)

B. Pannonnál idősebb miocén képződmények

A Pannon medencében a pannonnál idősebb miocén képződmények – mint már említettük – részben primer üledékes, részben szekunder tektonikus eredetű deformációs struktúrával rendelkeznek.

1. A nagyvastagságú pannon (s. 1.) sorozattal kitöltött mélydepressziók (Makói árok, Békési árok, Derecskei depresszió, Dráva medence) területén a pannonnál idősebb neogén („A”) üledékfelhalmozódási egységet primer réteg-



Geo 84 / 11-3

3. ábra. Kiskun depresszióban bemért szeizmikus szelvény. Jelmagyarázat: 1 – Prekambrium, 2 – Mezozoikum, 3, 4 – Kárpáti, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – Bádeni – Szarmata, 11, 12, 13, 14, 15 – Pannon – Quarter sorozat. A vastag miocén öszlettel kitöltött mélyzónákat délről isztrikus vetők határolják.

Рис. 3. Сейсмический профиль в депрессии Кишкун. Условные обозначения: 1 – докембрий, 2 – мезозой, 3, 4, – карпатские, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – баденские-сарматские, 11, 12, 13, 14, 15 – паннонско-четвертичный ряд

Fig. 3. Profile measured in the Kiskun Depression. Symbols: 1 – precambrian, 2 – Mesozoic, 3, 4 – Carpathyan, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – Badenien – Sarmatian, 11 – 15 – Pannonian to quaternary.

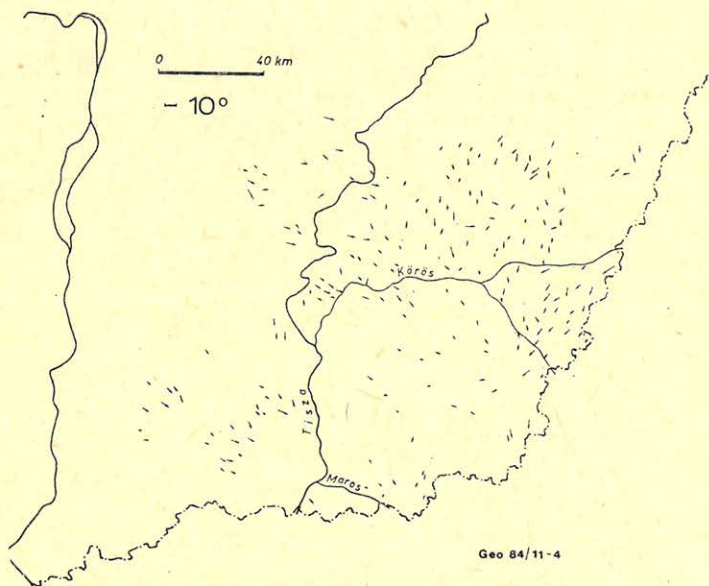
zettség jellemzi. Az erős kontinuitás, a közepes és nagy amplitúdó, nyugodt alacsony energiaszinten történő üledékfelhalmozódásra utal (2. ábra).

2. A gyűrt miocén üledékekkel kitöltött mélyzónák (pl. a Gyékényes – Inke árok DNy-Magyarországon, Kiskun-depresszió a Duna – Tisza közén) kaotikus reflexiós képpel jellemezhetők. A reflexiók, vagy reflexió-töredékek elsősorban tektonikus határfelületekről és/vagy törésekről származnak. E reflektorok segítségével – azok eltérő tektonizáltsága alapján – lehetőség nyílik a miocén üledékfelhalmozódási egységek elkülönítésére, valamint a deformációs mechanizmus tisztázására, (3. ábra).

C. Pannon-quarter sorozat

A Pannon medence mélydepresszióiban a pannon-quarter sorozat szeizmikus jellemzők alapján három üledékfelhalmozódási egységre tagolható (Késmárky et al., 1981, Pogácsás and Völgyi 1982, Pogácsás 1982, Berkes et al. 1983.).

1. A legelső pannon üledékfelhalmozódási egységhez tartozó reflexiók világosan mutatják, hogy a sorozat a preneogén medencealjzatra diszkordánsan (onlap és downlap), a pannonnál idősebb miocén képződményekre pedig konkordánsan és/vagy diszkordánsan települ. A reflexiók párhuzamosak, vagy enyhén divergensnek a területenként eltérő sebességű süllyedés miatt. E sorozat gyakran két szeizmikus fáciesre („B” és „C”) osztható, amelyeket különböző intenzitású



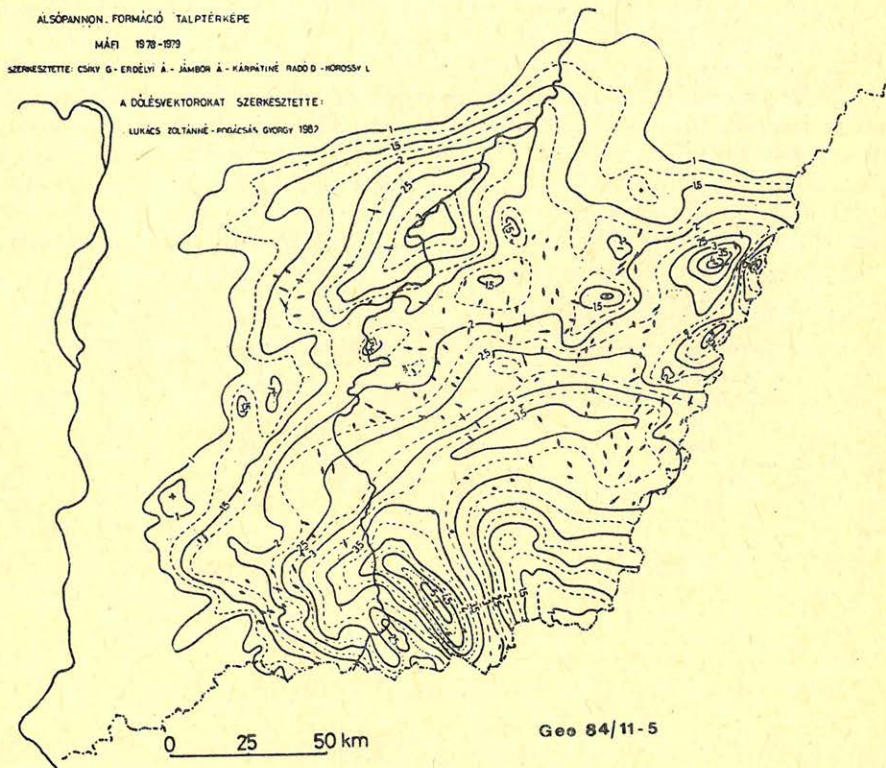
4. ábra. Az eltérő dőlésű öslethez tartozó rétegek dőlésirányainak térbeli eloszlását reprezentáló vektor térkép. A vektorok hossza a dőlésszöggel arányos. Látható, hogy a vektorok szisztematikus, centrális irányítotttságot mutatnak. (Lukácsné et al. nyomán)

Рис. 4. Векторная карта распределения по площади векторов падения слоев относящихся к толще противоположной слоистости. Длина векторов пропорциональна углам падения. Видно, что векторы показывают систематическую центральную направленность

Fig. 4. Vector map demonstrating the dip directions of the strata belonging to the „D” seismic unit (unconformably dipping Pannonian sequence). The vector lengths are proportional to the dip angle. The dip vectors show systematic central orientation

és kontinuitású reflexiók jellemeznek. E fáciesek számos további, vertikálisan és laterálisan összefogazódó szeizmikus alfáciesre oszthatók.

2. A második pannon-quarter üledékfelhalmozódási egység („D” egység) számos szeizmikus alfáciesből áll, amelyek egymással összefogazódnak. Ezek közül legjellegzetesebbek az *oblique progradational* és *sigmoid progradational* (Sangree and Widmier 1974.) szeizmikus fáciesekkel azonosíthatók. Mindkettő *downlap* reflexiókkal jellemezhető. A sorozat relatíve sekély vízből a mélyvíz felé előrehaladó üledékfeltöltődést reprezentál. Az egykori mélyvíz irányában az egyes rétegek vastagsága fokozatosan a szeizmikus felbontóképesség alá csökken. Csapásirányú szeizmikus szelvényeken a reflexiók párhuzamosak a szekvencia-határokkal. A reflexiók kontinuitása és amplitúdója a sorozaton belüli helyzettől



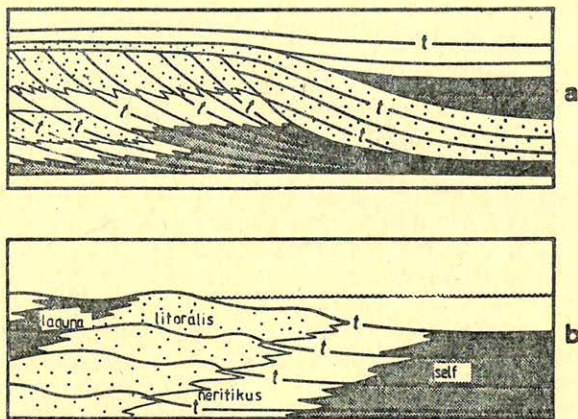
5. ábra. A nagyalföldi Pannon képződmények talptérképe. Az izovonalakat Csiky, Erdélyi, Jámbor, Kárpátiné Radó, Körössy (1979), a vektorokat Lukácsné Miksa Mária és Pogácsás Gy. (1983) szerkesztette. A vektorok szisztematikus irányítotttsága nem mutat lényegesebb korrelációt a pannon mélyzónáknak (Makói árok, Derecske süllyedék, Békés depresszió) elhelyezkedésével

Рис. 5. Карта основания паннонских отложений Большой низменности. Изолинии были построены Чики, Эрдели, Ямбором, Карпатине Радо, Кереш и (1979г.), а векторы Лукачне Микша, Погачашем (1983г.). Систематическая направленность не показывает особой корреляции с расположением глубоких зон паннона (Макоийский грабен, погружение Деречке, депрессия Бекеш)

Fig. 5. Great Hungarian Plain. Isopath map of the footwall of the Pannonian. Isolines compiled by Csiky, Erdélyi, Jámbor, Kárpátiné, Radó, Körössy 1979, the dip vectors by Lukács and Pogácsás 1983. The orientation of the dip vectors show little correlation with the arrangement of the Pannonian deep zones (Makó Trench, Derecske depression, Békés depression),

függően (*fondaform, cliniform, undaform*) változik. E selfszegélyi, illetve prográdáló lejtőfáciések (*oblique* és *sigmoid* reflexiók) laterálisan a medencekitöltő szeizmikus fáciésekbe („C” egység) mehetnek át. A „D” egységekre különböző fáciések („E” és „F” egység) települnek. Mintegy 500 helyen (egymást metsző szeizmikus profilok alapján) meghatároztuk a „D” egységhez tartozó reflexiók valódi dőlésirányát és dőlésszögét (4. ábra). Az így nyert dőlésvektorok szisztematikusan orientáltak a pannon medence szegélyei felől a medence centrumának irányába mutatnak. E képződménycsoport szisztematikus dőlésviszonyait *Dicsia Oprea bihari*, valamint *Kirin* és *Trikulja* (1984) vajdasági vizsgálatai is megerősítik. Összehasonlítva e vektorok irányítottságát a pannon képződmények medencealjátának térképével (*Jámbor et al 1981*) megállapítható, hogy a dőlésvektorok orientációja nem mutat különösebb korrelációt a pannon aljzat lokális süllyedékeinek elhelyezkedésével (5. ábra).

Ez arra utal, hogy a korábban besüllyedt és már jórészt feltöltődött rész-medencék elhelyezkedése nem befolyásolta jelentős mértékben az üledékszállítás irányát, ill. a tenger alatti törmelékkipok (submarine fans) elhelyezkedését a „D” egység lerakódása során. A „D” egységre a különböző depressziókban kétosztatú E_1 és E_2 egység települ, amelyet parallel, onlap és downlap reflexiók jellemeznek. Az E_1 egység nagy amplitúdóval és kontinuitással jellemezhető, míg a rátelepülő E_2 egység kis és közepes amplitúdóval és gyenge közepes kontinuitással jelentkezik. E sekélyvízi képződmények egymást helyettesítő mocsári



Geo 84/11-6

6. ábra. A lito- és kronostratigráfiai egységhatárok egymáshoz viszonyított helyzete. Az a ábrán az erősen dőlt izokron felületek (t) metszik a közel szintes litológiai határokat. A b ábrán enyhén dőlt izokronok és meredeken dőlt litológiai határok jelzik az üledékfelhalmozódási környezet változásához kapcsolódó fázisemigrációt

Рис. 6. Положение относительно друг к другу лито- и хроностратиграфических границ. На рис. а) сильно наклоненные изокроны пересекают почти горизонтальные литологические границы. На рис. б) изокроны небольшого наклона и круто наклоненные литологические границы указывают на миграцию фаций, связанную с изменением условий осадконакопления

Fig. 6. Sketches illustrating relationships between litho- and chronostratigraphic surfaces. Figure (a) gives an example of steep time parallel surfaces (t) crossing nearly flat lithostratigraphic surfaces. Figure (b) gives an example of weakly dipping time-parallel surfaces crossing more steeply dipping lithologic units representing regression indicated by seaward migration of the littoral facies

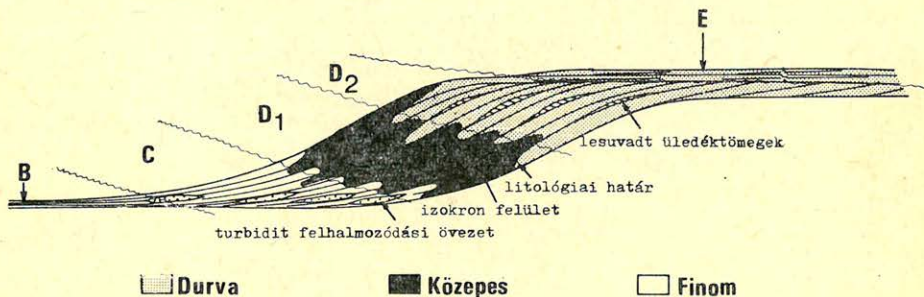
és terresztikus, valamint fluviális üledékekből állnak, amelyek váltakozva magas, ill. alacsony energiaszinten rakódtak le.

3. A harmadik, legfelső üledékfelhalmozódási egység az „F” egység alkotja a pannon-quarter ciklus legfiatalabb tagját. Ez diszkordánsan települ az idősebb pannon (s. 1.) képződményekre. A sorozatra paralel és enyhén divergens reflexiók jellemzők alacsony és közepes kontinuitással. Az „F” egység szeizmikus jellemzői fluvio-lakusztrikus képződményekre utalnak.

Szeizmikus sztratigráfia és litosztratigráfia

A szeizmikus sztratigráfiai módszerekkel elkülönített szeizmikus egységek rétegtani és litológiai tartalmának megállapításához, ill. előrejelzéséhez szükséges részletes vizsgálatok elvégzése az országos számos neogén mélydépressziójában még a jövő feladata. A szakaszos magmintavételezéssel mélyülő CH kutató fúrások esetében, mivel „szabatos” biosztratigráfiai szintézishez általában nem áll rendelkezésre elég anyag, elsősorban a lyukgeofizikai szelvények és a magminták együttes elemzésére alapozott litosztratigráfiai (Gajdos, Pap, Somfai, Völgyi 1979, Németh 1980) és litogenetikai (Szalay, Szentgyörgyi 1979) beosztásokat lehet – és kell – összevetni a fúrások közelében bemért szeizmikus szelvényekkel.

Mint ismeretes a litosztratigráfiai egységek határai nem esnek törvényszerűen egybe a kronosztratigráfiai határfelületekkel, metszhetik a diszkordancia felületeket, sőt a réteghatárfelületeket is. A kvázi-izokron felületeket képviselő reflexiók fázistengelyek sem esnek egybe a litológiai változások által kijelölt határokkal.



Geo 84 / 11-7

7. ábra. Self régióból a mélyvíz felé progradáló delta sorozat dőlésirányú szelvénye. Az ábra az izokron felületek mellett feltünteti a különböző litológiai összetételű (durva, finom és közepes szemcsenagyságú) közettömegek határait, valamint a vízalatti lejtőn lesúvadt turbiditok felhalmozódási övét (mélyvízi legyezőkúpok) és lecsúszás előtti eredeti leülepedési zónáját. Az ábrán bejelöltük a „C”, a „D₁”, a „D₂” és az „E” szeizmikus faciések elvi határát Késmárky és szerzőtársai (Késmárky et al. 1981) eredeti értelmezését alapul véve.

Рис. 7. Профиль по падению дельтовых отложений проградирующих из шельфовой области в глубинную часть. На рисунке наряду с изохронами даны границы толщ различного литологического состава (крупно-, средне- и мелкозернистые), а также возникающие при подводных оползнях пояса отложений турбидитов (всеренные конусы) и зоны их исходного дооползневого отложения. На рисунке отмечены теоретические границы сейсмofаций „С”, „D”, „D₁” и „E”, принимая во внимание интерпретацию Кешмарки и соавторов (Кешмарки и др., 1981)

Fig. 7. Dip cross section of a prograding delta from the shelf into a deep basin. The sketch shows time parallel surfaces, the internal lithological composition (coarsegrained, medium-grained, fine-grained), the zone of deepmarine fans and the scars from which sediment for deepmarine fans was removed. We marked the “theoretical” boundary of the seismic facies „C”, „D₁”, „D₂”, „E” (as they were originally interpreted by Késmárky et al. 1981)

kal. A Pannon medencében előforduló szélsőségeket példázza a 6/a és 6/b. ábra. Egyik esetben a viszonylag sík litosztratigráfiai határokat metszik az előrehaladó feltöltődést képviselő delta komplexum erősen dőlő izokron felületei (6/a. ábra). Fordított helyzet alakul ki a kiegyenlített térszínen lerakódó regressziós (és tranzgressziós) rétegsorok esetében, ahol a kis dőlésű kronosztratigráfiai határ-felületeket metszik el az erősebben dőlő litosztratigráfiai határok (6/b. ábra).

A szeizmikus sztratigráfiai módszerekkel jól tanulmányozható deltafeltöltés reprezentáló elvi üledékföldtani szelvényt (7. ábra) összevetve egy jellegzetes nagyalföldi szelvénnel (8. ábra), megállapítható, hogy a reflexiós fázistengelyek és diszkordancia felületek és diszkordancia felületek alapján kijelölhető szeizmikus szekvencia határok a kronosztartigráfiai, még a szeizmikus jellemzők (amplitúdó, folyamatosság) megváltozásában megnyilvánuló szeizmikus fácies-határok a litosztratigráfiai változásokkal esnek egybe.

A nagymélységű depressziók belsejében a szeizmikus fáciesek és szeizmikus sztratigráfiai egységek határai egymással és – miként a Tiszántúli mélydepressziókban végzett ezirányú vizsgálatok (Völgyi és Pogácsás 1982) igazolták – a lyukgeofizikai szelvények alapján elkülöníthető litosztratigráfiai és litogenetikai egységek határaival is igen jól korrelálhatók.

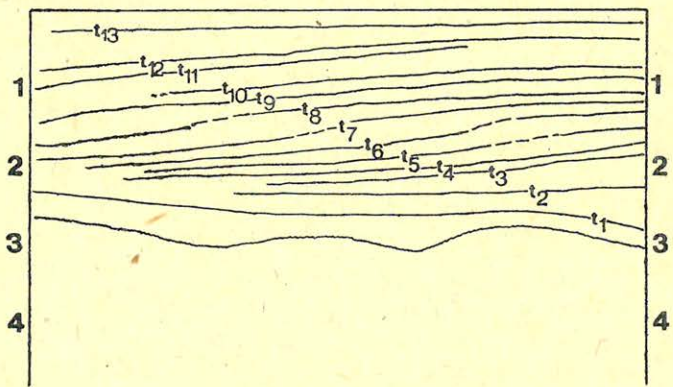
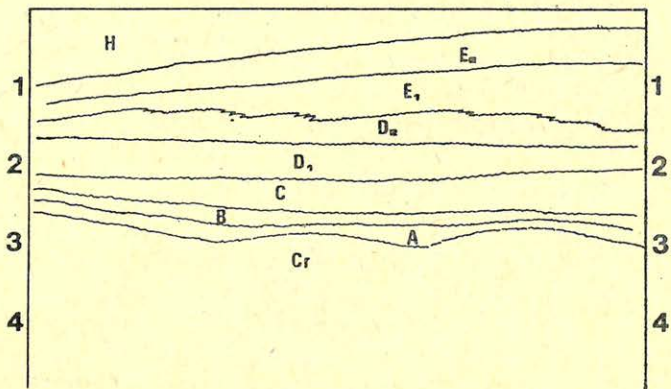
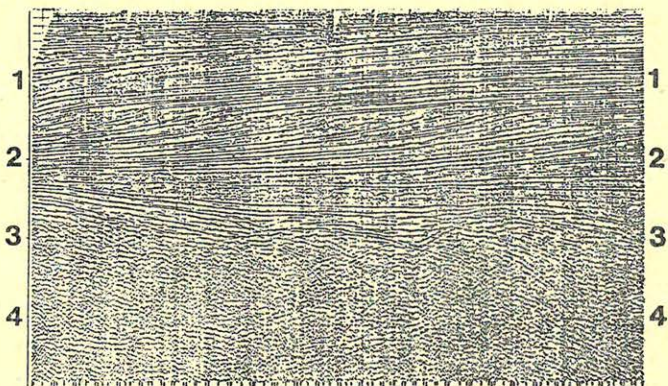
Ezt illusztrálja az 1. és 2. ábra amelyen mind a litosztratigráfiai és litogenetikai, mind a szeizmikus egységek határait feltüntették.

Az egységek azonosítására a Szalay és Szentgyörgyi (1979), ill. Völgyi és Pogácsás (1982) által alkalmazott betű és számkombinációkat alkalmaztuk.

Szeizmikus sztratigráfia és magnetosztratigráfia

A vésztői fúrásból származó kőzetek mágneses jellemzőit megmérve és alapul véve az óceánfenéki képződmények mágnesezettségének függését a földtani kortól Rónai és Szemethy (Rónai és Szemethy 1980, Rónai 1981) megadták a fúrásban feltárt üledékek korát. A vésztői fúrás 0-tól 1100 m-ig terjedő szakaszán folyamatos mintavételezéssel nyert magmintákat felhasználva megállapították, hogy a fúrásban harántolt üledékek felhalmozódásának sebessége közel állandó volt az elmúlt 5 millió év során. Az átlagos felhalmozódási ráta 0,25 mm/év körüli. A fúrás 1100 m-ben 5,3 millió éves képződményekben fejeződött be. Vizsgálataik eredményét összevetve a fúrás közelében bemért szeizmikus profilok szeizmikus sztratigráfiai értelmezésével (9. ábra) megállapítható, hogy a vésztői fúrás az „F” egységben fejeződött be a „D” egység teteje pedig 1800 és 2000 m közötti mélységben húzódik.

Feltételezve, hogy az üledékfelhalmozódás sebessége a „D” egységre települő „E” és „F” egység lerakódása során konstans maradt – amelyet az „E” és „F” egység felső határa e térségben mintegy 9 millió éves. Ebből következik, hogy az idősebb pannon (s. 1.) képződmények („B”, „C”, „D” egység) lerakódásának sokkal gyorsabban kellett végbemenni mint az utolsó 5,3 millió évet képviselő üledékeinek. E konklúzió összhangban van a szeizmikus sztratigráfiai struktúrák alapján az üledékfelhalmozódás sebességének alakulására tehető becslésekkel és a mélydepressziókból származó kőzetminták szedimentációs vizsgálatának legújabb eredményeivel (Bérczi and Phillips). A „B” és „C” egység lerakódása során a süllyedés sebessége jelentősen meghaladta az üledékfelhalmozódását, a „D” egység lerakódása során viszont az üledékfelhalmozódás sebessége volt a nagyobb.

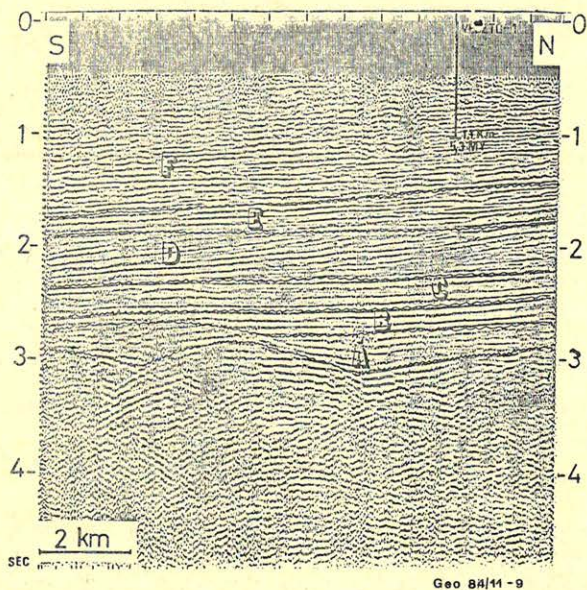


Geo 84/11-8

8. ábra. Dőlésirányú szeizmikus szelvény a Derecskei árok délnyugati részéről. A szelvény interpretált változatán az egyes szeizmikus egységek elkülönítése mellett megadtuk az egykori üledékfelhalmozódási térszín változását reprezentáló „kvázi-izokron” reflexiók szintek helyzetét a progradáló delta sorozaton belül

Рис. 8. Профиль по падению на юго-западной части грабена Деречке. На интерпретированном профиле наряду с выделением сейсмических единиц дано положение квази-изохрон отражающих границ, показывающих изменение зон осадконакопления в пределах проградирующих дельтовых отложений

Fig. 8. Dip seismic section measured in the south-western part of Derecske Through. Interpreted version shows stratigraphic relations of seismic units and the „quasiisochronous” lines (reflection surfaces) representing prograding depositional slope of the delta system



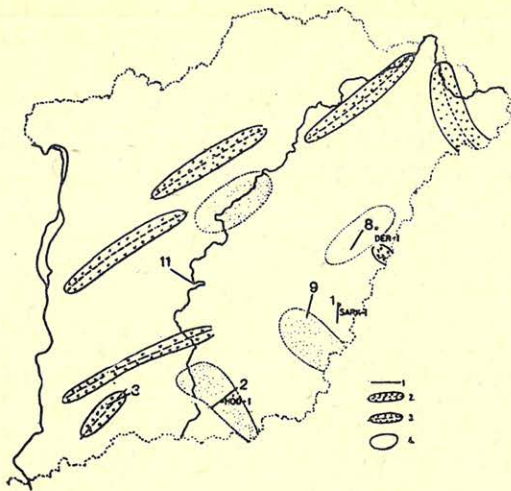
9. ábra. A békési medence északi részén a Vésztfő-1 fúrás közelében bemért szeizmikus profil. Jelmagyarázat: A, B, C, D, E, F Neogén szeizmikus egységek. A paleomágneses mérések alapján (Rónai és Szemethy 1979) bizonyítást nyert hogy az 1100 méterben befejeződő vésztfői fúrás 5,3 millió évet átfogó üledéksort harántolt. Az „F” fácies vastagsága alapján a progradáló delta sorozat lerakódása mintegy 9 millió évre tehető. Ebből következik, hogy a „B”, „C”, „D” szeizmikus egységekhez tartozó üledékeknek átlagos felhalmozódási rátája jelentősen nagyobb volt mint a vésztfői fúrásban harántolt rétegsorra („F” szeizmikus egység) Rónai és Szemethy által megadott 0,25 mm/év

Рис. 9. Сейсмический профиль в депрессии Бекеш. Условные обозначения: A, B, C, D, E, F — сейсмические единицы неогена. По палеомагнитным данным Ронаи и др. показали, что в скважине Весте, расположенной вблизи профиля, возраст осадочных пород на глубине 1100 м 5,3 млн. лет.

Fig. 9. Seismic profile measured in the Békés depression. Symbols: A, B, C, D, E, F—Neogene seismic units. Using magnetic measurements Rónai et al. determined that borehole Vésztfő reached sediments dated at 5.3 Ma at a depth of 1100 m

Diszkusszió és konklúziók

A Pannon medencében bemért szeizmikus szelvények és az azok alapján szerkesztett izopach térképek (Lukácsné et al 1983) alapján a következő fázisok különíthetők el a Pannon medence neogén besüllyedése során.



Geo 84/11-10

10. ábra. A neogén medence süllyedés első (kárpáti–bádeni) és második (pannon s. 1.) fázisában intenzíven süllyedő árkok, ill. depressziók területi elhelyezkedése. Jelmagyarázat: 1, 2, 3, 8, 9, 11 ábrákon bemutatott szeizmikus profilok nyomvonala. 2–3 törmelékes és vulkanoszediment üledékekkel kitöltött, megnyúlt, aszimmetrikus prepannon árkos süllyedékek. 4 a pannonban intenzíven süllyedő depressziók

Рис. 10. Схематическая карта Большой низменности. Условные обозначения: 1 – расположение сейсмических профилей, показанных на рисунках 1, 2, 3, 6, 2–3 – вытянутые допаннонские грабены, заполненные обломочными осадками, 4 – паннонские депрессии

Fig. 10. Great Hungarian Plain. 1 – Seismic profiles on Figs. 1, 2, 3, 6. 2–3 elongated Miocene trenches filled by detrital sediments. 4 – Pannonian depressions

1. Az alsó- és a középsőmiocénben északkeleti-délnyugati (alárendelten keletnyugati) irányú megnyúlt depressziók és árkok alakultak ki a Pannon régióban (10. ábra). Az árkok alatti paleozoós-mezozoós medencealjzathoz tartozó képződmények által alkotott fáciesövek csapásiránya szintén északkelet-délnyugati irányú, a krétától a miocénig terjedő tektonikai aktivitás eredményeként (Dank és Bodzay 1971, Bérczi et al 1981, Báldy 1981). Az árkokat közeli lehordási területről származó törmelékes üledékek töltik ki. Az árkos struktúrák kialakításában nagy szerepet játszottak a szinszediment diszlokációs mozgások. Az árkokban (pl. Budafai árok, Kiskun depresszió) bemért szeizmikus szelvények jelzik a styriai fázisban az É–D-i kompresszió által kiváltott gyűrődéseket. E deformációk miatt az eredeti üledékes struktúrák és az üledékfelhalmozódási környezet nehezen rekonstruálható. Az árokkitöltő miocén képződmények alsó határát szintén nehéz szeizmikusan azonosítani, még magukat a képződményeket kaotikus reflexiós konfiguráció és kis amplitúdójú, gyenge kontinuitású reflexiók jellemzik (3. ábra). Az árokkitöltő üledékekre diszkordánsan felső miocén és pannon (s. 1.) képződmények települnek, sokszor igen jelentős sztratigráfiai hézaggal (3. ábra).

Vastag, deformált (kompressziós és/vagy extenziós) struktúrájú alsó- és középsőmiocén rétegösszlettel kitöltött árkok DNY-Magyarországon a Budafai, a Lovászi, az Inkei, a Gyékényesi és a Kadarkuti, a Duna–Tisza közén a Kiskun depresszió, a Nagyalföld északi részén a Vatta Maklári árok, K-Magyarországon

pedig a Fábianssebestyáni és a Nagykereki árok. Extrém vastag (4 km-t is elérő) prepannon miocén képződményekkel kitöltött miocén árkok találhatóak ezenkívül a Bécsi-, a Szávai- és az Erdélyi medencében, valamint a K-Szlovákiai depresszió területén (*Jiricek and Tomek 1981, Visarion and Velicia 1981*).

2. A medencefejlődés második fázisát (*felsőmiocén-pannonian s. l.*) új sülyyedési centrumok kialakulása és ezek relatíve gyors sülyyedése jellemezte. A kialakuló új depressziók izotermikusabbak, kevésbé elnyúltak mint az első fázisban kialakultak. Az új depressziók főcsapásiránya nem esik egybe sem az idősebb neogén depressziók, sem a preneogén medencealjazatot alkotó fációsövek főcsapásirányával (*10. ábra*). A leggyorsabban sülyyedő árkokban e fázis során több kilométernyi vastagságú üledéköszlet rakódott le („A”, „B” és „C” szeizmikus egységek). A szeizmikus profilok arra utalnak, hogy e képződmények mentesek a tektonikus deformációktól. A nagy vastagságú pannon (s. l.) üledékekkel kitöltött sülyyedékekben (Kisalföld, Órség, Dráva medence, Jászság, Derecskei árok, Békési medence, Makói árok) a neogén medencealjazat felszíne jó reflexióként jelentkezik és a reflexiós szelvényeken jól azonosítható. A nagymélységű pannon (s. l.) depressziókban a pannon képződmények konkordánsan települnek a prepannon miocén üledékekre és közöttük szeizmikusan nem mutatható ki üledékképződési hiátus. A „D” szeizmikus egység a Pannon medence gyors feltöltődését reprezentálja, a laterálisan összefogazódó delta és interdelta üledékek jól azonosíthatók a szeizmikus szelvényeken. A progradáló sorozat a Pannon medence nagy részén kimutatható, bár az öszlet nem követhető folytonosan az egyes részmedencék között.

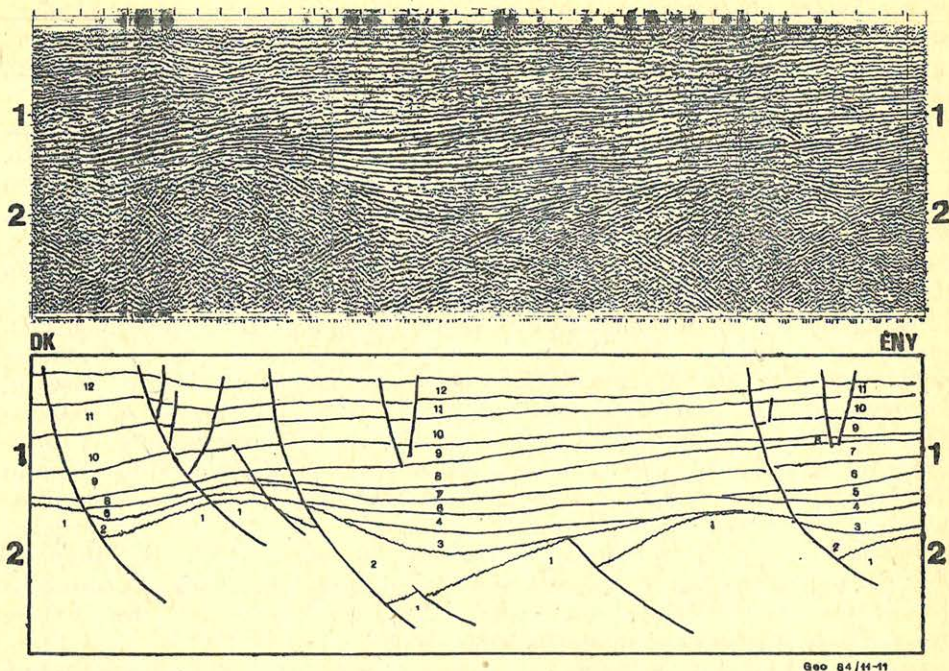
A Nagyalföld magyarországi és Romániára eső részén kívül kimutatható a Kisalföldön, a Zala és Dráva medencében, sőt a Vajdaság északi részén (*Kirin és Trikulja 1984*). A Pannon medence feltöltődése a medenceperemek felől a medence centrumának irányába haladt, így a medence centrumában a „D” egység fiatalabb képződményeket reprezentál, mint a medenceszegélyeken. A Pannon medence gyors sülyyedése a „D” egység lerakódásával befejeződött. A „D” egységre rakódó „E” egység a deltafronttal egyidős deltasíksági (delta plain) fációséket reprezentálja és relatíve kiegyenlített üledékfelhalmozódási térszint jelez. Ez jellemzi a tipikus pannon beltavi, ill. fluviális üledékképződést a medencesülyyedés harmadik fázisa során.

3. A medencefejlődés harmadik fázisában (*felsőpannon-quarter*) az egyes részmedencék és depressziók területén egységes üledékgyűjtő medence alakult ki. A Nagyalföldön a felsőpannon-quarter ciklus („F” egység) vastagsága eléri a 2 km-t. Egyes területrészekben az „F” egység enyhe diszkordanciával települ a alatta levő képződményekre, bár lerakódása időben és térben folyamatos volt.

Regionális korrelációs lehetőségek

A pannon medencében bemért regionális, szeizmikus profilok jól mutatják, hogy az idősebb szeizmikus egységek (A, B, C, D) a medenceperemek felől a centrum irányába haladva egyre nagyobb mélységbe sülyyednek (*11. ábra*). A medencében folyó üledékfelhalmozódást kisebb-nagyobb mértékben befolyásolták medencealjazati kiemelkedések, megszabva a medencebeli áramlatok irányát és erősségét.

Hangsúlyozni kell, hogy – habár az egyes szeizmikus reflexiós horizontok kvázi időhorizontnak tekinthetők – a pannon medencében mért szeizmikus szelvényeken elkülönített szeizmikus egységek határai nem tekinthetők szigorú



11. ábra. A Duna – Tisza között bemért szeizmikus szelvény. Jól láthatók a neogén sorozatot is érintő görbült (lisztrikus) extenziós vetők. Az idősebb neogén képződmények nyugatról kelet felé haladva fokozatosan kiékelődnek a medencealjzat felszínén. Jelmagyarázat: 1 preneogén képződmények, 2 kárpáti üledékek, 3 bádeni üledékek, 4–11 bádeninél fiatalabb képződmények, az őket elválasztó határfelületek a szeizmikus felbontóképesség határain belül kvázi izokrónnak tekinthetők

Рис. 11. Сейсмический профиль из междуречья Дуная и Тисы. Хорошо видны искривленные экстензивные нарушения, продолжающиеся и в неогеновой толще. Более поздние неогеновые образования с запада на восток постепенно выклиниваются на поверхности фундамента. Условные обозначения: 1. донеогеновые образования, 2. карпатские осадочные отложения, 3. баденские осадочные отложения, 4.–11. образования моложе баденского возраста, разделяющие их границы в пределах сейсмической разрешенности, можно рассматривать как квази-изохроны

Fig. 11. Seismic section measured in the Duna-Tisza Interfluve. Seismic features indicate listric normal fault affected the Neogene sequence too. Reflections represented older Neogene sediments terminate eastward onto surface of the basement. Symbols: 1 – Preneogene Features, 2 – Carpathian, 3 – Badenian 4–11 Younger than Badenian (boundaries separated them can be taken into consideration – within the seismic resolution limits- isochronous

értelemben vett időhatároknak. A, „C”, „D” és „E” egységek lerakódása során az üledékfeltöltődés a Pannon medence peremei felől a centrum irányába haladt előre (ami a fáciesmigrációval is járt) és az idősebb egységekhez („C” és „D” egység) tartozó reflexiók délészírányosan előrehaladva kiékelődnek a medence-centrum irányába lejtő medencealjzaton.

A „D” egységnek mind az alsó, mind a felső határa a medencecentrum irányába haladva fiatalodik. Az egyes mélydepressziókban (Makói árok, Derecskei árok, Békési depresszió, Dráva árok) az idősebb reflexiós szintek az emelkedő medencealjzaton kiékelődnek tehát nem folytonosak az egyes részmedencék

között. A hasonló jellegű szeizmikus fáciesek, amelyek az üledékes összleten belül hasonló pozícióban helyezkednek el, nem szükségszerűen azonos korúak az egyes depressziókban. A szeizmikus reflexiós profilok szemléletesen tükrözik az üledékfelhalmozódás történetét, amely a Pannon medencében a sülyedés történetéhez hasonlóan nem volt egyenletes. A transzkurrens törések, az extenzió-lisztrikus vetők és az atektonikus deformációk (amelyek elsősorban a részmedencszegélyekre jellemzők) miatt az üledékek diszlokáltak, zavart települések a részmedencéket elválasztó medencealjzati kiemelkedések felett. Az eltérő mértékű sülyedést az egyes szeizmikus egységekhez tartozó reflexiók, részben divergens, részben görbült, hajlott volta jelzi.

Habár a Pannon medencében bemért szeizmikus szelvényekről hiányoznak a hosszú folytonos reflexiós horizontok és a folytonos szeizmikus fácies egységek, mégis megállapítható, hogy a medencefejlődési fázisok és azok sorrendje meglehetősen hasonló volt az egyes részmedencékben.

Az egyes részmedencéket vertikálisan és laterálisan összefogozódó fáciesek töltik ki. A legkevésbé diszlokált felsőpannon-quarter üledékeket szeizmikus sztratiográfiai módszerekkel, a jelenleg alkalmazott mérési és jelfeldolgozási eljárások mellett nehéz további egységekre tagolni és távkorrelálni. Egyes területeken a mélyebb depressziókat elválasztó magasvonulatok feletti diszlokált zónákban zajló mozgások még ezeket az üledékeket is érintették.

* * *

A szerző ezúton is köszönetet szeretne mondani a Geofizikai Kutató Vállalat vezetőinek a dolgozat elkészítéséhez nyújtott támogatásért, valamint a szeizmikus adatok földtani értelmezésével foglalkozó geológus és geofizikus kollegáknak a dolgozatban tárgyalt témáról folytatott értékes beszélgetésekért.

IRODALOM

- Báldi T., 1982: A Kárpát-Pannon rendszer tektonikai és ősföldrajzi fejlődése a középső terciérben (49–19 millió év között). Őslénytani viták f. 28. p. 79–155.
- Berkes Z. – Pogácsás Gy. – Szanyi B., 1983: Seismic Stratigraphic Interpretation of the Neogene Sediments in the Derecske Depression of Eastern Hungary: 28th Geophysical Symposium, Balatonszemes Proceedings, I. p. 158–172.
- Bérczi I. – Dank V. – Kókai J. – Somfai A., 1981: Some New Results for Petroleum Geology obtained by Hydrocarbon Exploration Wells Drilled in the Hungarian Part of the Pannonian Basin, Earth Evolution Sciences. v. 1. n. 3–4. p. 301–307.
- Dank V., 1981: Szénhidrogén-kutatási eredmények az V. ötéves tervben, feladatok a VI. ötéves tervre, perspektívák a távolabbi jövőre vonatkozóan. Földtani kutatás XXVI. évf. 2. p. 9–19.
- Dank V. – Bodzay I., 1971: A magyarországi potenciális szénhidrogén-készletek földfejlődéstörténeti háttere. MTA X. osztályának közleményei 2–4.
- Gajdos I. – Papp S. – Somfai A. – Völgyi L., 1979: Az alföldi Tiszai Formáció csoport litosztratiográfiai egységei. KV Szolnok (kézirat, megjelenés alatt)
- Jámbor A., 1980: A Dunántúli Középhegység Pannóniai képződményei. Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve LXII. kötet.
- Késmárky I. – Pogácsás Gy. – Szanyi B., 1981: Seismic stratigraphic interpretation in Neogene-Quaternary depressions of Eastern Hungary. Proceedings, 26th Geophysical Symposium Leipzig. p. 130–140.
- Komjáti J. – Hámor N. – Szanyi B., 1981: A Duna-Tisza köze déli részének földtani viszonyai. GKV Budapest (kézirat)
- Kőrössy L., 1980: Neogén ősföldrajzi vizsgálatok a Kárpát medencében. Földtani Közöny v. 110. p. 473–484.
- Lukács Z.-né – Pogácsás Gy. – Varga I., 1983: Seismic Facies Analysis and Stratigraphic Interpretation of the Unconformly Dipping Pliocene features in the Pannonian Basin: Proceedings I. 28th Geophysical Symp. Balatonszemes, p. 173–186.

- Molnár K.*, 1976: A felszíni geofizikai kutatások jelenlegi helyzete Magyarországon. Földtani Közlöny. v. 106. p. 528–536.
- Molnár K.*, 1982: Felszíni geofizikai módszerek a szénhidrogénkutatásban. Alkalmazott geofizika a földtani kutatás és a bányászat szolgálatában. MTA kiadvány 77–104. p.
- Pogácsás Gy.*, 1980: Neogén sülyedékeink fejlődéstörténeti viszonyai a felszíni geofizikai mérések tükrében. Földtani Közlöny 110. 3–4. p. 485–497.
- Pogácsás Gy. – Varga I.*, 1980: Characteristic evolution of the Cenozoic structure of the Pannonian Basin as proved by reflection seismic measurements. Proceedings of the 17th Assembly of the ESC. Budapest 1980. p. 639–647.
- Pogácsás Gy.*, 1982: A kelet-magyarországi miocén képződmények szeizmikus kutatása. Földtani Kutatás XXV. 1. p. 53–60.
- Pogácsás Gy. – Völgyi L.*, 1982: Correlation of East Hungarian Pannonian sedimentary facies on the of CH-prospecting seismic and well-log sections. Proceedings, 27th. Geophysical Symposium Bratislava, vol. A(1), p. 322–336.
- Rádlér B. – Sághy Gy. – Újfaluassy A. – Varga I.*, 1978: Seismic exploration of unconformably dipping Neogene sediments. Proceedings 23th Geophysical Symposium, Várna.
- Rónai A.*, 1981: Magnetostratigraphy of Miocene-Quaternary Sediments in the Great Hungarian Plain. Earth Evolution Sciences v. 1, n. 3–4. p. 265–267.
- Leigh Royden – Horváth F. – Nagymarosi A. – Stegena L.*, 1983: Evolution of the Pannonian Basin System 2. Subsidence and Thermal History. 1983. Tectonics, v. 2. n. 1. p. 91–137.
- Rumpler J. – Tóth J. – Varga I.*, 1982: A Geofizikai Kutató Vállalat főirányú szeizmikus méréseiről. Földtani Kutatás XXV. 1. p. 3–7.
- Rumpler J.*, 1982: A szeizmikus interpretáció elvi lehetőségei és hazai szénhidrogén-kutatási célú feladatai. Földtani Kutatás XXV. 1. p. 7–18.
- Sangree J. B. – Widmier J. M.*, 1974: Interpretation of depositional facies from seismic data, Paper presented at National Convention SEG, November 1974. Dallas, Texas.
- Sheriff R. E.*, 1975: Inferring stratigraphy from seismic data, Offshore Technology Conference, Preprints II. 253–263. (AAPG Bull., v. 60. p. 528–542.)
- Stegena L.*, 1973: A Pannon medence kainozoos evolúciója. MTE X. Osztályának közleményei 6/1–4.
- Szalay Á. – Szentgyörgyi K.*, 1979: Adatok a szénhidrogénkutató fúrások által feltárt medencebeli pannon képződmények litológiai tagolódásának ismeretéhez trendelemzés alapján. Geonomia és Bányászat v. 12./4 p. 401–425.
- Vail P. R. – Mitchum R. M. – Jr. Thompson S.*, 1977a: Seismic stratigraphy and global changes of sea level, pt. 4 : Global cycles of relative changes of sea level, in Seismic stratigraphy applications to hydrocarbon exploration: AAPG Mem. 26, p. 83–96.
- Vail P. R. – Todd R. G. – Sangree J. B.*, 1977b: Seismic stratigraphy and global changes of sea level, pt. 5 : Chronostratigraphic significance of seismic reflections, in Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration: AAPG Mem. 26. p. 99–116.
- Völgyi L.*, 1976: Szénhidrogéntelepek előrejelzésének lehetőségei földtani megfontolások alapján. Földtani Közlöny v. 106. p. 503–527.

Könyvismertetés

Landolt – Börnstein New Series Group V. Volume 2. Geophysics of the Solid Earth, the Moon and the Planets. Editors: K. Fuchs, H. Soffel.

A Landolt – Börnstein táblázatgyűjteményben 1952-ben közöltek először geofizikai adatokat az asztronómiával egy kötetben. A most megjelenő „Új sorozat”-ban már két külön kötetcsoporthoz foglalja össze a geofizikai és az űrkutatás (V. csoport), valamint az asztronómia és az asztrofizika (VI. csoport) eredményeit.

Az 5. csoport V/1 kötete két részkötetben 1982. közepén jelent meg és a szilárd Föld jellemzőit közölte. A V/2 kötet az ismét két részkötetből áll, s az egész Földre, annak a naprendszerben elfoglalt helyzetére, az azt körülvevő terekre, valamint a Holdra és naprendszerünk további bolygóira vonatkozó adatokat tartalmazza.

Az V. csoport további kötetei a hidroszférával és az atmoszférával fognak foglalkozni.

Az elmúlt 30 évben a geofizika teljesen új területekre hatolt be. Tárgykörét nemcsak új elméletekkel, új mérési módszerekkel, hanem új interpretációs eljárásokkal is gazdagította. Ezért – eltérve a Landolt – Börnstein táblázatgyűjtemény hagyományaitól, e kötetben nagy súlyt kapott a definíció, a magyarázat, s itt a kézikönyv jelleg az uralkodó. Egyes esetekben az eltérő elméletek esetelése már a szövegrészben magában foglalja a tárgyukra vonatkozó kevés számszerű információt is.

A V/2.a. részkötet fejezetcímei:

1. A Föld a bolygórendszerben
2. A szilárd Föld jellemzői
 - A Föld belseje és szeizmicitása
 - Az óceánok hőáram adatai
 - A kontinentális kéreg rádióaktív hőtermelése
 - A Föld belső felépítése
 - Ár-apály jelenségek.
3. Gravitációs mező és a Föld alakja
5. Jelenkori kéregmozgások
 - A Föld magjának mozgása és mag-köpeny kapcsolatok.
6. A földközeli bolygók planetológiája.

A kötetet 31 szerző állította össze.

Kiadó: Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1984. 417 p. DM 730, – US \$ 283.30
ISBN 3 – 540 – 12209 – 5

D. J.

Problems and Prospects in Long and Medium Range Weather Forecasting. Szerkesztők: Burridge, D. M.; Källen, E.

290 oldal, Springer-kiadó, 1983. 17,50 USD

A könyv az atmoszféricus változások előjelzési problémáival foglalkozik, megvilágítja az átfogó áramlási modellek prognosztikus használhatóságát. Gyakorlati példák szemléltetik az előjelzések bekövetkezési gyakoriságát, valamint a továbbhaladás elméleti korlátait.

Remote Assessment of Ocean Color for Interpretation of Satellite Visible Imagery. Szerkesztők: Barbel, R. T.; Mooers, Ch N. K.; Bowman, M. J.; Zeitzschel B. 114 oldal Springer-kiadó, 1983. 22,50 USD.

Az összeállítás a távérzékelés egyik speciális területét, az óceánok és azok partközeli övezeteinek vizsgálati eljárásait, műszereit és a felvételek interpretációját tárgyalja.

D. J.

Egyesületi hírek

Az NME Geofizikai Tanszéke május 24-én, régebben végzett hallgatóinak bevonásával, az MGE Ifjúsági Bizottságának segítségével tanszéki értekezletet tartott. A megbeszélés célja az volt, hogy a felsőoktatás reformjához kapcsolódóan megvitassák az egyes tantárgyak helyzetét, a képzési rendszerben elfoglalt helyét. A néhány éve dolgozó volt hallgatók lelkiismeretes hozzáállásának, és a Tanszék által kialakított baráti légkörnek köszönhetően igen őszinte vélemények hangzottak el. Egy rövid beszámoló nem adhatja vissza az estébe nyúló vita minden részletét, de a hasznosságára utal a kialakult vélemények ismertetése is.

A jelenlevő diplomázottak megállapítása – a közvéleményben elterjedt nézettel szemben – az, hogy a geofizikus képzési rendszer jó, a munkába állás első pillanataitól kezdve hasznosítható ismereteket nyújt. Ez a vélemény nem zárja ki a további javítás lehetőségét. A számítástechnika és az idegen nyelv oktatásának gyenge voltát mindenki kifogásolta. Ennél is nagyobb hangsúlyt kapott a geofizikusok geológiai képzésének alacsonyabb színvonala.

A vélemények szerint magasabb óraszámokban és „nagyobb szigorúsággal” kellene oktatni a kutatáshoz szükséges modern ismereteket. A heti óraszámok kérdésében nem alakult ki egységes álláspont, mert a fentiek mellett a végzetek nagyon hiányolták a vezetési ismereteket nyújtó órákat, és az idegen nyelv oktatására is több hivatalos időt fordítanának. Szó esett a vállalatok anyagi segítségéről is, valamint arról, hogy segítségükkel olyan nagyértékű, elterjedt geofizikai berendezések is megismerhetők, amelyeket a Tanszék nem tud beszerezni.

A megbeszélés bebizonyította, hogy jelentősebb anyagi lehetőségek nélkül is van mód az oktatási reform elindítására, és jó példával szolgált a végrehajtás egy útjára is.

T. S.

Anzeigen:

Advertisements:

Publicité:

Рекламы принимаются:

Publishing House of International Organisation of Journalist INTERPRESS.

Budapest, Tanács krt. 11. H – 1075

HUNGEXPO Advertising Agency, Budapest, P.O.B. 44. H – 1441

MH – Advertising, Budapest, H – 1818

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Пуста Ш.</i> : Свойства предсказывающей деконволюции и ее применение в сейсморазведке	121
<i>Адам А. Дума Г. Гутдейч Р. Верё Й. Валлер А.</i> : Разведка Периадриатического глубинного разлома в Альпах зондированием МТ.	136
<i>Погачаш Д.</i> : Основные черты сейсмостратиграфии неогеновых депрессий паннонского бассейна и их интерпретация с целью разведки углеводородов	151
Обзор книг	167
Новости общества Венгерских геофизиков	168

CONTENTS

<i>Pusztai S.</i> : The characteristics of the predictive deconvolution and its application in the seismic data processing	121
<i>Ádám A. – Duma G. – Gutdeutsch R. – Verő J. – Wallner Á.</i> : The research of the Periadriatic lineament by magnetotellurics	136
<i>Pogácsás Gy.</i> : Seismic stratigraphy characteristics of Neogene deep depressions in the Pannonian basin and their hydrocarbon geology interpretation	151
Book reviews	167
News about the Association	168

Főszerkesztő: Zelei András

Szerkesztő bizottság: Deres János, Kilényi Éva, Meskó Attila, Rádler Béla, Verő József

Szerkesztőség címe: 1368 Budapest VI., Anker köz 1. félemelet 17. Postafiók 240.