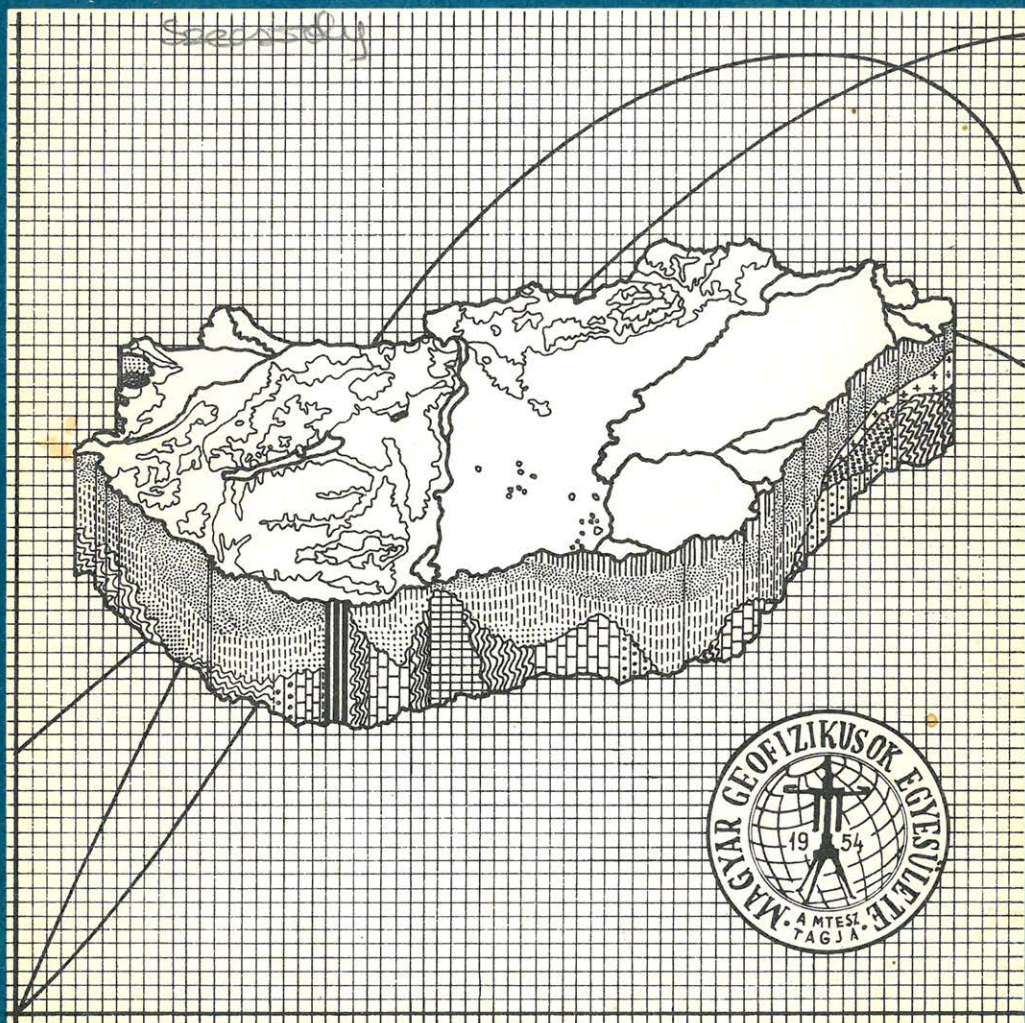


MAGYAR

GEOFIZIKA

Szerkesztő
6



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1981. XXII. ÉVFOLYAM, 6. SZÁM

MAGYAR GEOFIZIKA

a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata

XXII. évfolyam

6. szám

HU ISSN 0025 – 0120

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Kiss E. Z. – Szlabóczky P.</i> : Karotázs mérések jelentősége metró-alagút tervezéseknél	201
<i>Szulyovszky I.</i> : Az ál-akusztikus impedancia szelvények számítása és alkalmazása a direkt szénhidrogén kutatásban	214
<i>Késmárky I.</i> : Jelalak meghatározás eljárások összehasonlítása	227
Egyesületi hírek	236
Megemlékezés	238

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.

Karotázsmérések jelentősége metroálagút-tervezéseknél

KISS EMIL ZOLTÁN – SZLABÓCZKY PÁL*

A tanulmány földalatti üregek (metro álagút), harmadkori üledékekben történő építéséhez (tervezéséhez) felhasználható gyakorlati karotázás példákat mutat be. A rutin karotázás módszerek is jelentős többlet információt adhatnak a fúrásokról, ha azokból építéstechnológiai következtetéseket vonunk le. Nagy segítséget jelent folyamatos kutatás közben, hogy a fúrási selvényről a karotázás mérés már a helyszínen, és gyorsan ad abszolút értékű tájékoztatást, jellemző paraméter eloszlások alapján kimutatva egyes geológiai formációkat. (1., 3., 4. ábrák). A karotázás növeli a talajmechanikai rétegfelbontó képességet (2. ábra). A karotázás selvény szokásos földtani kiértékelése mellett, megadhatók az építéstechnológiai nehézséget jelentő tört-, folyós-, kemény-, gyenge zónák, közbeletelepülések (5., 6., 7., 8., 9. ábrák).

Rutin ipari munkáink alapján remény látszik arra, hogy közvetlen kapcsolatot teremtsünk a karotázás paraméterek és közfizikai jellemzők között (8., 9. ábra). Ebből a célból vállalatunk együttműködik a Geofizikai Intézettel (műszerfejlesztésben), és a Bányászati Fejlesztési Intézettel (hasonló feladatok bányászati célú megoldásában). Végül egy igen egyszerű módszert mutatunk be, több fúrólýuk környezetére kiterjedő rétegdőlés értékek abszolút irányának meghatározására (10. ábra.).

В работе приводятся практические примеры использования каротажных данных для проходки (проектировании) в третичных отложениях подземных разработок (туннелей для метро). Даже стандартные методы каротажа позволяют получить значительно больше информации о стволе скважин, если по кривым делаются выводы, связанные с техникой строительства. В процессе непрерывных исследований значительную помощь оказывают каротажные работы, если по их результатам на местности немедленно получается информация абсолютного значения за счет выделения определенных геологических образований по распределению характерных параметров (рис. 1, 3, 4). Каротажные работы способствуют увеличению разрешающей способности механического метода расчленения разрезов (рис. 2). Кроме стандартной геологической интерпретации каротажных кривых, эти данные позволяют выявить зоны с нарушениями, с сыпучими, твердыми, рыхлыми отложениями, с пропластками и т. д. (рис. 5, 6, 7, 8, 9).

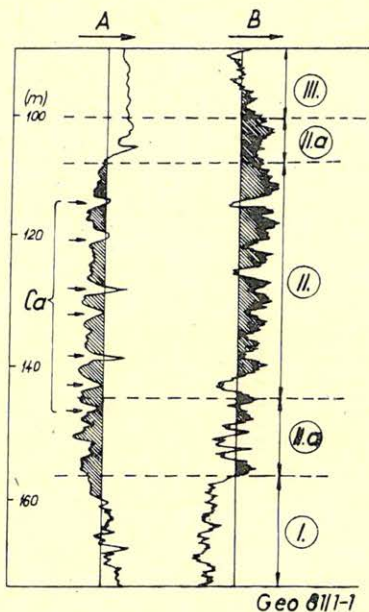
Проведенные до сих пор стандартные производственные работы дают основу надеяться на получение прямой связи каротажных параметров с физическими характеристиками горных пород (рис. 8, 9). Для этого наше предприятие сотрудничает с Геофизическим институтом (в области разработки аппаратуры), а также с Институтом по развитию горного дела (для решения подобных задач в горной промышленности). В заключение описывается весьма простой метод для определения абсолютного направления наклонов пластов в межскважинном пространстве. (Рис. 10).

The paper shows how logs can be used in the construction (design) of underway tunnels in tertiary sediments. Even standard well logging techniques can provide important additional information on the wells, if conclusions concerning building technology are drawn from the logs. In the course of continuous research work the application of well logs renders an essential help if the measurements give immediately on the spot information of absolute value on the section of the well by revealing the various geological formations on the basis of the distribution of characteristic parameters (Figs. 1, 3, 4). Well logging increases the resolving power of the mechanical method of layer differentiation (Fig. 2.). Beside the usual geological interpretation of logs, the zones of shifting rocks, hard and friable formations as well as intercalations leading to problems in construction technology, can be pointed out (Figs. 5, 6, 7, 8, 9).

Considering the results of routine work carried out so far, it can be hoped that a direct relation will be found between the parameters of logs and the physical properties of rocks (Figs. 8, 9). For this purpose our enterprise initiated a co-operation with the Eötvös L. Geophysical Institute (in the field of elaborating instruments) and with the Mining Institute (in order to resolve similar problems in mining). Finally, a very simple method is described permitting to determine the absolute direction of the dip of layers in the environment of several wells (Fig. 10).

* Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat, Komló, Budapest.

A tanulmány, alagútépítéseket megelőző, harmadkorú üledékes kőzetekben történő geológiai kutatásoknál alkalmazható, földtani és építéstechnológiai karotázs értelmezési módszerekre mutat példákat, a budapesti Metró tervezéséből. Ilyenek a földtani értelmezésnél: a talajmechanikai értékelésnél jelentősen részletesebb rétegfelbontó-képesség, biztosan korrelálható vezető szintek felismerése, ez alapján regionális valódi rétegdőlés szerkesztése. Építéstechnológiai szempontból igen jelentős karotázs eredmény, a rossz állékonyságú tört zónák, homok öszszletek folyósodásra hajlamos részeinek kimutatása, a tömb csúszást előidéző potenciális „gyenge zónák” előre jelzése, a homogén kőzetanyagon belüli keménység változás azonnali értékelhetősége.



1. ábra. Geológiai formációk tagozódása egyes karotázs görbékben. *Jelmagyarázat:* A: elektromos ellenállás szelvény. B: természetes radioaktív szelvény. C: meszes közbetelepülések, a mészszegény Tardi Agyagban. I.: Budai Márga formáció. II.: Tardi Agyag formáció. IIa.: Tardi Agyag átmeneti szakaszai. III.: Kiscelli Agyag formáció.

Рис. 1. Расчленение геологического разреза по каротажным кривым.

Условные обозначения: А – кривая сопротивлений по электрическому каротажу; В – кривая ГК; С – известковые пропластки в комплексе Тардских глин, бедных по содержанию извести. I. Будаийские мергелистые образования; II. Тардские глинистые образования; IIa – Переходные зоны Тардских глин. III. Кишцельские глинистые образования.

Fig. 1. Differentiation of geological formations on logs.

Legend: A: electric resistivity log; B: natural radioactivity log. C: limy interbedding in the limeless Tardi Clay. I. Buda Marl formation; II. Tardi Clay formation; II/a: transitional intervals of the Tardi Clay; III. Kiscell Clay formation

Metró-alagút tervezését előkészítő mérnökgeológiai kutatásoknál a karotázs mérések két területen nyújtanak segítséget:

- a földtani rétegsor pontosításában,
- a kőzetanyag építéstechnológiai értelmezésében.

Az alábbiakban konkrét példákat mutatunk be a két szakterületről.

A földtani rétegsor pontosítása

Az alagút építést előkészítő viszonylag nagyszámú, de sekély mélységű fúrás helyszíni rétegsor leírását, egy-egy fúrás befejezésekor gyorsan kell elvégezni. Ugyanakkor a laboratóriumi eredmények csak hónapok múltán (nagy részt a kutatási fázis befejezése után) készülnek el. Ezért a karotázs görbesereg az első, folyamatos fizikai paraméterekkel kifejezett információ egy-egy fúrásról. Ezért igen fontos annak földtani formáció határt jelző képessége, mivel ennek birtokában lehet a fúrások telepítése közben, a földtani képről tájékozódni, a fúrásokat a legmegfelelőbb helyre telepíteni. Erre mutat be példát az 1. ábra. A mérési programból kiemelt két görbe nem csak a különböző korú, eltérő technikai tulajdonságú földtani formációkat tükrözi, hanem kimutatja azok átmeneti zónáit is (ezek vizuálisan nehezen ismerhetők fel), valamint biztosan jelzi, a fúrómagon csak részben látható meszes közbetelepüléseket.

A karotázs mérés – bizonyos geológiai formációkban – rendkívüli felbontó képességére láthatunk példát a 2. ábrán. A 40 m vastag felső oligocén korú, végig szürkészöld színű összletet a fúrómag leírásnál egyetlen homogén rétegeknek, homokos agyagnak jelezték. A 0,5 m-ként vett talajmechanikai mintákat a laboratóriumban szemrevételezéssel ritkították. Az 1–2 m-kénti vizsgálatok alapján a fúrás felső szakaszán már 7 réteg volt kijelölhető. A karotázs értelmezésénél az eredetileg homogénnek látszó egyetlen réteget 32 rétegre lehetett felbontani. A kimutatott kőzetfélések: agyag, homokos agyag, agyagos homok. Ezen belül kiemelhető több mint 10 természetes-gamma sugárzási csúcs, amelyek az adott földtani környezetekben, alagútépítésnél, potenciális kőzetmozgási helyeknek tekintendők.

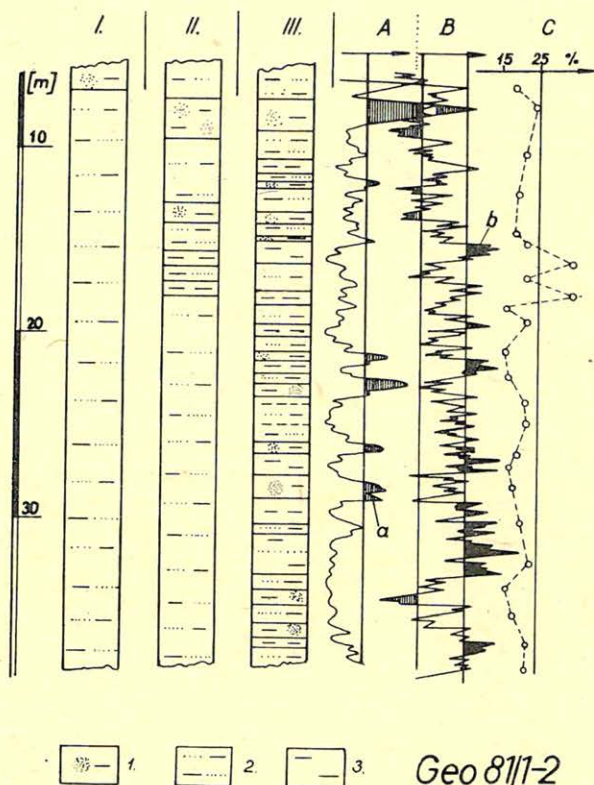
Nagyobb volumenű kutatásnál már feldolgozhatjuk a gyakran előforduló formációk karotázs paraméter eloszlásait. A budapesti kutatásokból végzett feldolgozások eredményei láthatóak a 3. és 4. ábrákon. Az eloszlás görbék jellemző értékeit összefoglaltuk az 1. táblázatban. Az ellenállás eloszlások alsó görbe cso-

1. táblázat – таблица 1. – Table 1.

Sorszám	Formáció		Elektromos ellenállás [ohm m]			Természetes radioaktivitás ($\mu\text{R/h}$)		
	neve	kora	közép	min.	max.	közép	min.	max.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Mészkö	Szarmata	40–50	–	–	4	–	–
2	Lajta Mészkö	Felső bádénii	50–70	20	100	3,5–4	3	5
3	Kavicsos (tufás) homok	Alsó miocén	15–25	5	35	5–7	2	8
4	Pectunculuszos homok	Felső oligocén	10–20	4	30	4–6	3	9
5	Kiscelli Agyag*	Középső oligocén	8–10	3	15	6–8	4	18
6	Tardi Agyag	Alsó oligocén	3–4	1,5	10	11–14	5	20
7	Budai Márga*	Felső eocén	10–18	2	40	4–7	3	12

* A Kiscelli Agyag és Budai Márga jelentős keménységéhez képest viszonylag alacsony ellenállás értéket a porus víz magasabb sótartalma okozza.

portja, a kor szerint egymás után következő paleogén formációkat tartalmazza. Ezek nyomószilárdsági átlagértékei megfelelnek a görbe csúcsok sorrendjének. A Tardi Agyagé alacsony, a Kiscelli Agyagé közepes, a Budai Márgáé a legmagasabb. Viszont az eloszlás görbék jelentős átfedései felhívják a figyelmet a szilárdsági tartományok átfedésére.



2. ábra. Példa a karotázs kőzetfelbontó-képességére.

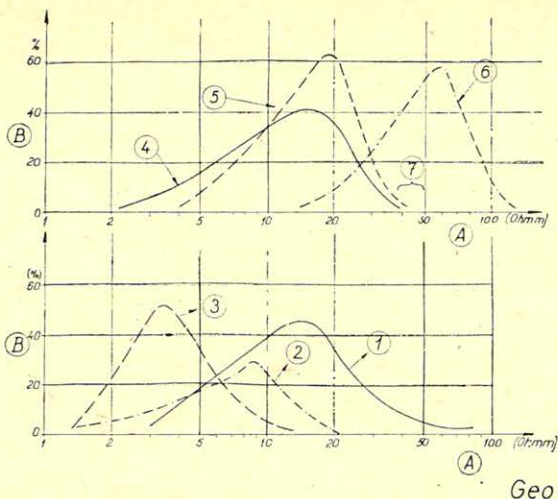
Jelmagyarázat: Rétegoszlopok: I.: helyszíni minta leírás-, II.: talajmechanikai vizsgálat-, III.: karotázs alapján. Görbék: A: elektromos ellenállás szelvény. B: természetes radioaktív szelvény. C: plasztikus index. Kőzetjelek: 1.: agyagos homok. 2.: homokos agyag. 3.: agyag. a: homokos csúcsok. b: agyag csúcsok.

Рис. 2. Пример для иллюстрации разрешающей способности каротажных кривых.

Условные обозначения: Колонки – I – местное описание кернов; II – по механическому методу; III – по каротажным работам; Кривые А – кривая сопротивлений по ЭК – В – кривая ГК, С – индекс пластичности; горные породы: 1 – супески; 2 – суглинки; 3 – глины a – пики против песков; б – пики против глин

Fig. 2. Illustration of the resolving power of logs

Legend: Layer columns: I. local description of cores on the basis of; II. mechanical analysis; III. logs; Curves: A electric resistivity log, B natural radioactivity log, C plastic index. Symbols of rocks: 1. clayey sand; 2. sandy clay; 3. clay a: peaks against sand; b: peaks against clay



Geo 81/1-3

3. ábra. Geológiai formációk elektromos ellenállás eloszlásai.

Jelmagyarázat: A koordináták jelentései: A: elektromos ellenállás. B: gyakoriság. Formációk, rétegösszletek: 1.: Budai Márga. 2.: Kiscelli Agyag. 3.: Tardi Agyag. 4.: Felső oligocén homok. 5.: Alsó-miocén homok. 6.: Lajta Mészkö. 7.: Szarmata mészkő.

Рис. 3. Распределение электрических сопротивлений геологических образований

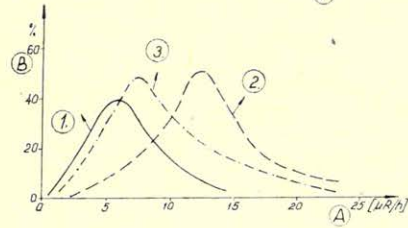
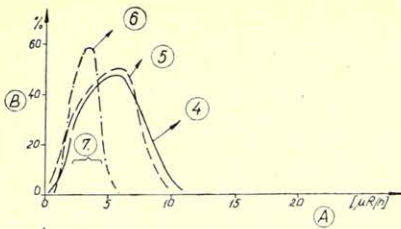
Условные обозначения: Координаты: А – электрические сопротивления; В – повторяемость. Образования, комплексы пластов 1 – Будайские мергели; 2 – Кишцельские глины; 3 – Тардские глины; 4 – пески верхнего олигоцена; 5 – пески нижнего миоцена; 6 – Лайтанские известняки; 7 – сарматские известняки.

Fig. 3. Distribution of the electric resistivity of geological formations

Legend: Meaning of the co-ordinates: A – electric resistivity; B: periodicity; Formations; 2. Kiscell Clay; 3. Tard Clay; 4. Upper Oligocene sand; 5. Lower Miocene sand; 6. Lajta limestone; 7. Sarmatian limestone

A Kiscelli Agyagban például kb. 10% mennyiségben található a Tardi Agyag átlagánál kisebb ellenállású (általában kisebb szilárdságú) közbetelepülés. Az ellenállás gyakoriságok felső ábráján látható, hogy a felső oligocén homokok általában kissé agyagosabbak, és ellenállás értékeik valamivel jobban szórnak mint a tőlük nehezen elválasztható alsó miocén homokoké. Az előbbi jellemzéseket alátámasztják a természetes radioaktivitás eloszlási görbéik is (4. ábra).

A statisztikus feldolgozásokban formációnként 8–12 db fúrás, egy-egy görbére vonatkozóan 20–30 adata állt rendelkezésünkre. Mivel a szarmata mészkő összletről ennél jóval kevesebb adatunk volt, erre a formációra csak érték tartományt jelöltünk. A tartomány középvértéke a Lajta Mészkö formáció középvértékénél valamivel kisebb ellenállás- és magasabb természetes gamma sugárzás értékű, ami összhangban van azzal az általános litológiai megfigyeléssel, hogy a lajta mészkő padokat homok-homokkő, a szarmata mészkövet inkább agyag rétegek kísérik.



Geo811-4

4. ábra. Feológiai formációk természetes radioaktivitás eloszlása.

Jelmagyarázat: A koordináták jelentései. A: természetes radioaktivitás intenzitása. B: gyakoriság. Formációk jelölése azonos a 3. ábrával.

Рис. 4. Распределение естественной радиоактивности геологических образований

Условные обозначения: Координаты: А – интенсивность естественной радиоактивности; В – повторяемость. Условные обозначения геологических образований см. на рисунке 3.

Fig. 4. Distribution of the natural radioactivity of geological formations

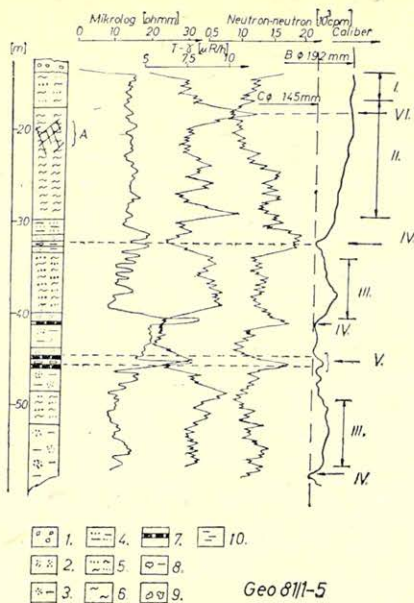
Legend: Meaning of the co-ordinates: A. Intensity of natural radioactivity; B. periodicity. The symbols of formations are the same as in Fig. 3.

A kőzetanyag építéstechnológiai értelmezése

Rendkívül fontos geotechnikai információt nyerhetünk a *fúrólukkbőség* szelvényekből. Ezek értékelésénél figyelembe kell azonban venni, hogy nem túl kemény kőzetekben a lyuk átmérő változást a kőzetállapoton kívül a fúrószerszám és lyuköblítés is alakítja. Ilyen kőzetekben mélyült talajmechanikai fúrásoknál a vezércsősaru alatti nagyméretű kaverna mindenhol megtalálható, azt az állandó szerszám beépítések, és az öblítés saru alatti turbulenciája okozzák. (Ugyanitt másik „hamis jel” a látszólagos fajlagos ellenállás növekedés, amit szintén az acélső elvégződése okoz.) A különféle szelvények geotechnikai jelentőségére a következő ábrákon láthatunk példákat a budapesti Metró mérnök-geológiai fúrásaiból.

Az 5. ábrán bemutatott fúrás harmadkorú összetételből geotechnikai szempontból hat különféle (római számozású) szakaszt, illetve szintet lehetett kijelölni. Ezek előre jelzése különféle építéstechnológiai megelőzést (az építési biztonság fokozását, költség megtakarítást) tesz lehetővé. A I. jelű: a vezércső saru alatti kavernásodás. A II.: laza márga réteg, amely a negyedkor előtti jelentős kőzet lepusztulást (tehermentesítést) követő földtörténeti expanziót jelzi. Az ellenállás szelvény szerint is homogén kőzet, felszín felé fokozódó lazulását kitűnően mutatja a neutron-neutron szint csökkenése is. Ezt, a növekvő másodlagos porozitás H tartalom növekedése okozza. A III. jelű, csekélyebb mértékű kavernásodások kis mértékben lazult, pergésre hajlamos szakaszokat jeleznek. Vékony folyós homok közbetelepüléseknek értelmezhetők a IV. jelű szakaszok. Külön veszélyt jelent a V-ös jelű vékony rétegváltakozási hely. Itt a kemény homokkő padok közötti laza breccsa közbetelepülésen könnyen megindulhat a kőzetmozgás. (Nyíró szilárdsági gyenge zóna.) A 6. ábrán legfontosabb a 18–25 m közötti homokréteg viszonylag stabil (nem folyós) tulajdonságának, a karotázis szelvényből való felismerhetősége.

A fúrólukfal igénybevétele – és így a kavernásodás – mélyebb fúrásban jobban kialakul, így a kőzetállékonyság eltérések is jobban „kipreparálódnak”. A 7. ábrán egy 200 m-es fúrás felső (jobban „átjárt”) szakaszát mutatjuk be. A bőség szelvényben a minta leírásnál felismert gyenge zónákkal szemben további kavernásodott, így gyenge zónának minősíthető szakaszok mutathatók ki.



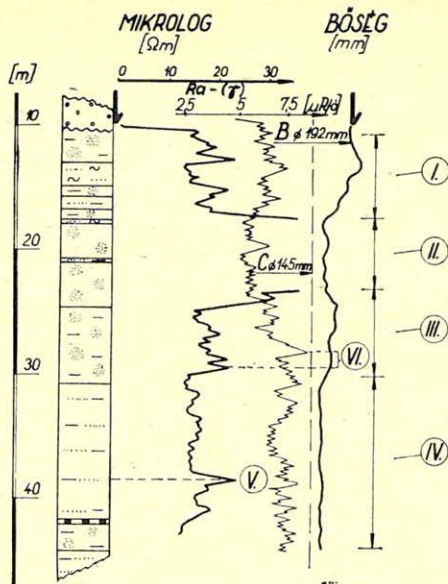
5. ábra. Példák karotázs görbék építéstechnológiai értelmezésére.
Jelmagyarázat: A: kőzetanyagon felismert csúszólapos zóna. B: Vezércső belső átmérője. C: Fúrókorona külső átmérője. I.: fúrás miatti kavernásodás. II.: A felszíni erózió miatt fölfelé fokozott mértékben expandált, fellazult kőzet szakasz. III.: Töredezett, rossz állóképességű kőzetszakaszok. IV.: Folyóshomok rétegek. V.: „Gyenge zóna”: kemény homokkő padok között, laza, omlékony breccsa. VI.: Képlékeny réteg-változás. *Kőzetjelek:* 1.: Kavics (*kvarter*). 2.: Homok. 3.: Agyagos homok. 4.: Homokos agyag. 5.: Homokos márga. 6.: Márga ($\text{CaCO}_3 > 20\%$) (*oligocén*). 7.: Homokkő közbetelepülés. 8.: Agyagos breccsa. 9.: Breccsa. 10.: Agyag.

Рис. 5. Пример интерпретации каротажных кривых с точки зрения технологии строительства

Условные обозначения: А – зона с линией скольжения, обнаруженная на горных породах; В – внутренний диаметр направляющей трубы; С – внешний диаметр буровой коронки; I – Каверны, связанные с бурением; II – интервал горных пород, в значительной мере разрыхленный в направлении вверх, в связи с эрозией; III – нарушенные интервалы горных пород с низкой устойчивостью; IV – пласты сыпучих песков; V – «рыхлая зона» – обрушающаяся, рыхлая брекчия среди пластов твердых песчаников; VI – пластичная деформация пластов; Горные породы 1 – галечники (четвертичного возраста); 2 – пески; 3 – супески; 4 – суглинки; 5 – песчаные мергели; 6 – мергели ($\text{CaCO}_3 > 20\%$) (олигоцен); 7 – пропластки песчаников; 8 – глинистая брекчия; 9 – брекчия; 10 – глины.

Fig. 5. Illustration of the interpretation of logs for construction technology

Legend: A. Gliding plane zone as recognized on cores; B. inner diameter of the standpipe; C. external diameter of the bore crown; I. cavitations due to drilling; II. interval of weathered rocks more extended upwards due to erosion; III. fractured, unstable rock intervals; IV. layers of running sand; V. „weak” zone: incompact, cavey breccia between hard sandstone layers; VI. plastic deformations; *Symbol of rocks:* 1. gravel (Quartery); 2. sand; 3. clayey sand; 4. sandy clay; 5. sandy marl; 6. marl ($\text{CaCO}_3 > 20\%$) (Oligocene). 7. sandstone interbedding; 8. clayey breccia; 9. breccia; 10. clay



Geo 811-6

6. ábra. Példák karo társ görbék építéstechnológiai értelmezése.

Jelmagyarázat: Betű- és kőzetjelek magyarázata: 5. ábra szerint. I.: fúrás miatti kavernásodás. II.: Nem folyós (stabil) homok réteg. III.: Késsé töredeztett laza zóna. IV.: Stabil zóna. V.: Kemény közbetelepülés.

VI.: Gyenge zóna (vékony, képlékeny és kemény rétegek).

Рис. 6. Примеры интерпретации каротажных кривых с точки зрения технологии строительства

Условные обозначения: Обозначения букв и горных пород те же, как и на рис. 5. I – каверны, связанные с бурением; II – не сыпучие (устойчивые) песчаные пласты; III – несколько нарушенная, рыхлая зона; IV – устойчивая зона; проплтаски твердых пород; V – слабая зона (тонкие, пластичные и твердые пласты)

Fig. 6. Illustration of the interpretation of logs for construction technology

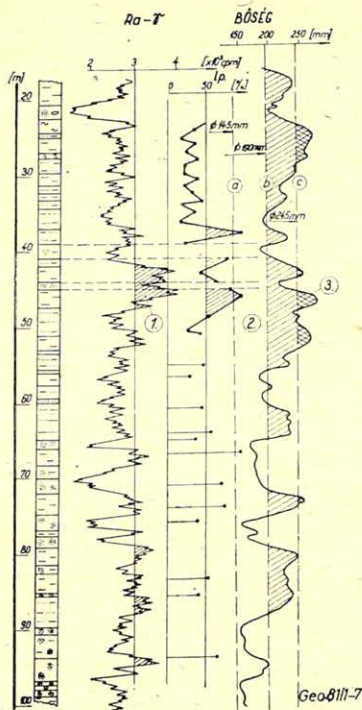
Legend: The meaning of the letters and of the rock symbols is the same as in Fig. 5. I. Cavitation due to drilling; II. non-running (stable) sand layer; III. somewhat fractured incompact zone; IV. stable zone; V. interbedding of hard rocks; VI. „weak” zone (thin, plastic and hard formations)

Vizsgálataink újabb törekvése a karo társ és kőzetzfizikai paraméterek összefüggésére irányulnak.

A 8. ábrán jó összefüggést láthatunk az egyirányú nyomószilárdság és a neutron-gamma sugárzás között annak ellenére, hogy az ipari fúrásban, a mintavételek nem a karo társ görbe alapján történtek.

Az összefüggések tisztázásához karo társ görbe alapján végzett talajmechanikai mintavételezésre lenne szükség, a pont minták és a hozzájuk rendelt karo társ értékek biztos mélységi egyezéséhez. Az elsődleges rétegsor leírása alapján a helyszínen meghatározott minta mélységek néhány dm-rel eltérhetnek a karo társ mélységektől.

Szükséges lenne ezen kívül a talajmechanikai laboratóriumi vizsgálatra kijelölt minták geofizikai paramétereit laboratóriumi módszerekkel is meghatározni

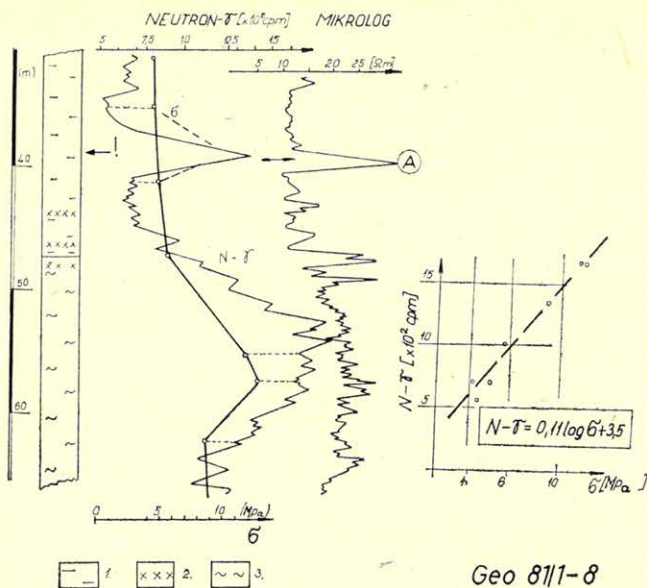


7. ábra. Példa karotázs görbék geotechnikai elemzésére.
 Jelmagyarázat: Kőzetjelek magyarázata: 5. ábra szerint. I_p : Plasztikus index. 1.: Magas plaszticitású agyag rétegek a természetes radiológiai görbe szerint. 2.: 2,5 cm-es fúróluk sugár bővülés tartománya. 3.: 5,0 cm-es fúróluk sugár bővülés tartománya. a: fúrókorona átmérő vonala. b: a kis méretű (50 mm-es) átmérő-növekedés vonala. c: a nagyméretű (100 mm-es) átmérő-növekedés vonala.

Рис. 7. Пример геотехнического анализа каротажных кривых
 Условные обозначения: обозначения горных пород те же, как и на рис. 5. I_p – индекс пластичности; 1 – пласты глин с высокой вязкостью по кривым естественной радиоактивности; 2 – диапазон расширения радиуса скважин 2,5 см; 3 – диапазон расширения радиуса скважин 5,0 см; а – линия диаметра буровой коронки; б – линия незначительного увеличения диаметра (50 мм); в – линия значительного увеличения диаметра (100 мм)

Fig. 7. Illustration of the geotechnical analysis of logs
 Legend: Meaning of the rock symbols: according to that in Fig. 5. I_p : plastic index; 1. highly plastic clay as indicated by the natural radioactivity log; 2. range of the increase of the 2.5 cm radius of the bore-hole; 3. range of the increase of the 5.0 cm radius of the bore-hole; a. line of the bore crown diameter; c. line of the significant (100 mm) increase of the diameter

(látszólagos fajlagos ellenállás, radiológiai jellemzők stb.). Ezek hiányában egyelőre csak rutin ipari módszerekkel vizsgált fúrások eredményeiből tudunk példát mutatni. Ezeknél tehát a jelzett pontminta mélysége általában nem egyezik pontosan a karotázs mélységgel.



Geo 8/1-8

8. ábra. A karotázs és közetfizikai paraméterek kapcsolata egy fúrás szelvényben.

Jelmagyarázat: σ : egyirányú nyomószilárdság. A: karotázssal kimutatott, igen kemény közbetelepülés. Közetjelek: 1.: Lemezes szerkezetű agyag. 2.: Tufigén közbetelepülések. 3.: Kemény márga.

Рис. 8. Связь каротажных данных с физическими параметрами горных пород в разрезе скважины

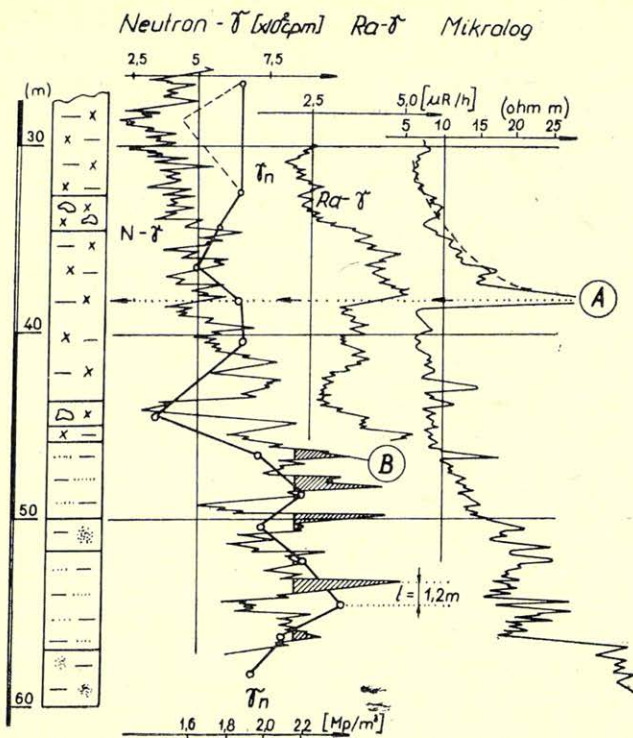
Условные обозначения: б – сопротивление сдавливанию; А – пропласток весьма твердых пород, выявленный по каротажным данным; Обозначения горных пород: 1 – глины с пластинчатой текстурой; 2 – туфогенные пропластки; 3 – твердые мергели

Fig. 8. Relation between logging data and petrophysical parameters in the cross-section of a borehole; δ compression strength in one direction; A. interbedding of very hard rocks as indicated by logging data; Symbols of rocks: 1. clay of laminated structure; 2. tuffogen interbedding; 3. hard marl

A bemutatott tényleges példa figyelmeztet arra, hogy a rendszeres mintavételek között kimaradhat, az adott építési munka szempontjából egy-egy lényeges szélső értékű közbetelepülés vizsgálata, mint például a vizsgált fúrás 39,5 m mélységében jelentkező nagy ellenállású, nagy neutron-gamma sugárzású, tehát nagy keménységű réteg változás. Ez torzítja a nyomószilárdsági szelvényt, és végső soron váratlan építési problémákat okozhat.

A 9. ábrán a következőkre hívjuk fel a figyelmet:

1. A természetes térfogatsúly szelvény helyenként jó egyezést mutat a neutron-gamma szelvényvel. A felső szakaszon fennálló eltérést a tufigén kőzet nehéz ásványfrakciójának változása okozhatja. Ezt a feltételezést alátámasztja, hogy a tufigén agyag azon felső szakaszában jelentkezik az eltérés, ahol a természetes gamma intenzitás is lényegesen kisebb, mint az alsó rétegben. (Tehát a már említett vizsgálatoknak, a párhuzamosított minták teljes közet-tani, kémiai elemzésére is ki kell terjednie!)



Geo 871-9

9. ábra. A karotázs görbék kőzetfizikai értelmezése egy fúrásban.
 Jelmagyarzat: γ_n : természetes térfogatsúly. A: Karotázzsal kimutatott gyenge kőzetzóna (laza, tuffigén homok). B: Karotázzsal kimutatott tömörebb kőzetelepülések (7 db); 1,2 m: neutron-gamma csúcs (tömörebb kőzet) és a térfogatsúly görbe csúcsának eltérése.

Рис. 9. Определение физических параметров горных пород по каротажным кривым в скважине

Условные обозначения: γ_n – естественный объемный вес; A – зона рыхлых отложений (рыхлые туффогенные пески), выделенные по каротажным данным; B – более плотные пропластки (7), выделенные по каротажным данным; 1,2 м: пик кривой НГК (против более плотных образований) и отклонение от него пика кривой объемного веса

Fig. 9. Petrophysical interpretation of logs in a bore-hole.

Legend: γ_n natural bulk density; A: weak zone (loose, tuffogen sand) as indicated by logging data; B: 7 interbeddings of more compact rocks as indicated by logging data; 1.2 m: difference between the peak of the neutron-gamma log (more compact rock) and that of the density log

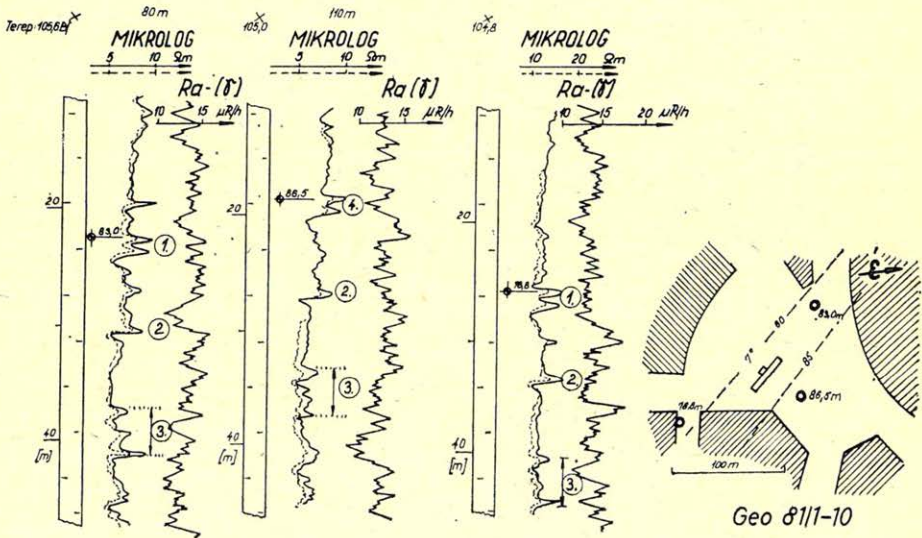
2. Nagyszerű, és építéstechnológiai szempontból igen jelentős a N-gamma szelvény felbontóképessége az alsó szakaszon, ahol öt kemény kőzetelepülés mutatható ki. („B” jelek). Ezeket a ritka laboratóriumi vizsgálatok nem ész-

lelhetők. De ott is, ahol feltételezhetően a tömörebb kőzetpadra esett a mintavétel (53,5 m) a N-gamma csúcs 1,2 m-rel eltér a természetes térfogatsúly csúcstól, ami a minta mélység meghatározásának hibája lehet.

3. Figyelemre méltó még a 38 m körüli mikro-ellenállásúcs értelmezhetősége („A” jelű). Mivel ezzel azonos mélységben természetes-gamma csúcs és N-gamma inflexió jelentkezik, ezt az „abnormalitást” valamiféle rosszul osztályozott laza tufa-homoknak ítéelhetjük. Mindenesetre építéstechnológiailag ez a szint jelentős „gyenge zóna”.

Kiemelkedően fontos geológiai feladat, harmadkorú üledékes kőzetekben történő alagútépítés tervezésénél, a *valódi rétegdőlési viszonyok megbízható meghatározása*. Geológiai módszerekkel meghatározható vezetősíntek hiánya esetén, a geofizika nyújthat segítséget. A munkánkban kialakult módszer kétféle:

- mechanikus megjelölt, vagy perforátorral* vett orientált mintavétel, (ez lokális eredményt ad),
 - korrelálható vezető síntek meghatározása kétdimenziósan elhelyezett fúrólyukakban.
- (Ez biztosabb, regionális eredményt ad.)



10. ábra. Karotázs korreláció alapján meghatározott regionális rétegdőlés.
Jelmagyarázat: 1., 2., 3.: Vezető síntek. Kőzetjel: 5. ábra szerint. A fúrás jele mellett a karotázs vezető szint, tenger szint feletti magassága szerepel, méterben.

Рис. 10. Региональное направление наклона пластов, определенное по корреляции каротажных кривых
Условные обозначения: 1, 2, 3 – опорные горизонты; обозначения горных пород те же, как на рис. 5. Рядом с номерами скважин указана высота опорного горизонта над уровнем моря в метрах

Fig. 10. Regional dipping of the layers
Legend: 1, 2, 3. guiding horizons; Symbols of the rocks: see Fig. 5. Beside the symbol of the borehole the guiding horizon and its height above sea level is given in meters

* OFKVV-nél kidolgozott módszer.

Az első módszerről csak annyit kívánunk megjegyezni, hogy ha az abszolút földrajzi iránnyal jelölt kőzetminta darabon csúszólap is látható, akkor az azon levő elmozdulási rovátkoltság térbeli szöghelyzete alapján, abszolút tektonikai mozgásirányok szerkeszthetők ki.

A regionális dőlés meghatározásra a 10. ábrán mutatunk példát. A kutatási vonalon egymásután következő (az ábrán a két szélső) fúrás szelvényében 3 db kitűnően azonosítható szint volt kimutatható. Ezért lemélyítettünk még egy fúrást a két fúrás közé, de a kutatási vonalon kívül, amiben szintén jelentkezett a 3 vezető szint. A rétegdőlés meghatározása most már mérőszámok ábrázoló geometriai feladat volt. Az 1-es jelű vezető szint csapásvonalait megszerkesztve megkaptuk az abszolút dőlés irányt, egy kb. 1 hektárnyi területre vonatkozóan. A dőlés mértéke 7° -nak adódott. Ezt ellenőrizhettük a kötőanyag leírás rétegdőlés adataival.

IRODALOM

- Fáy M. – Szlabóczky P.: A karotázs-programból nyerhető mérnökgeológiai „in situ” információk, a budapesti metró fúrásainál. Mérnökgeológiai Szemle. 25. sz. 1980 május hó.
- Kiss E. Z.: A mélyfúrás geofizika szerepe a budapesti metróépítés talajkutató fúrásaiban. Magyar Geofizika. XIX. évf. 4. sz. 1978.

Az ál-akusztikus impedancia szelvények számítása és alkalmazása a direkt szénhidrogén kutatásban

SZULYOVSKY IMRE*

Az ál-akusztikus impedancia szelvényeket amplitúdómegőrző feldolgozás után számíthatjuk a szeizmogramok inverziójával. Ideális esetben a kapott ál-akusztikus impedancia szelvény nagyon hasonlít az ugyanazon a helyen, fúrólukban mért akusztikus log-hoz. Szénhidrogén rétegtartalom esetén negatív akusztikus impedancia anomália keletkezik, ami szerencsés esetben jelentkezik az inverzióval kapott akusztikus impedancia szelvényen, ezért direkt szénhidrogén kutatásra nyílik lehetőség. A sűrűség függvény ismerete esetén ál-sebesség szelvényt kapunk.

A dolgozatban modelleken megvizsgáljuk, hogy a dekonvolúció utáni jelalakról hogyan függ a visszaállított sebesség függvény és a bemeneti sebesség függvény hasonlósága. A vizsgálatokból látszik, hogy a számított sebességgörbe karakterisztikusan megegyezik a szeizmikus jellel szűrt szónikus log-al. Ezért átlagosan sikeres dekonvolúció esetén is segítheti az ál-sebesség szelvény az interpretációt. A dolgozatban áttekintjük az elvi alapokat és példát mutatunk gyakorlati alkalmazásra.

Псевдоакустический картаж (ПАК) можно получить в результате преобразования сейсмограмм после обработки в истинных амплитудах. В идеальном случае ПАК совпадает с акустическим картажем, полученным в этом же месте в скважине. В случае наличия залежи появляется отрицательная аномалия акустической кривой, в благоприятных условиях аномалия появляется и на кривой ПАК, поэтому открывается возможность использования его для прямых поисков. При известной зависимости плотности получим псевдоскоростной профиль.

На моделях в докладе исследуется зависимость от формы сигнала после деконволюции подобия скоростной кривой на входе и восстановленной кривой. Исследования показали, что вычисленная кривая скоростей характеристически совпадает с кривой акустического картажа, отфильтрованной сейсмическим сигналом. Поэтому уже при среднеудачной обратной фильтрации полученный псевдоскоростной профиль помогает интерпретации.

В докладе дается обзор теоретических основ способа и практического применения его.

The pseudo-acoustic impedance section may be computed after real amplitude processing by inverting the seismic sections. In ideal case the pseudo-acoustic log is very similar to the acoustic log measured in the same location in borholes.

In the case of hydrocarbon presence negativ acoustic impedance anomaly may results which in lucky case appears on the pseudo-acoustic impedance section. So, direct hydrocarbon exploration may be carried out.

In the case of known density function we may compute the pseudo-velocity section.

In the paper we study the similarity of the input velocity function and reconstructed velocity function and the dependence of signal shape after deconvolution.

It seems that the computed velocity curve is the same in character as the sonic log after filtering with the seismic signal.

So, the pseudo-velocity log in the case of nearly successful deconvolution may give information to help the interpretation process.

In the paper we study the basic principles and show the useability of the pseudo-acoustic impedance profiles in field examples.

Bevezetés

A direkt szénhidrogén detektálás az utóbbi években általánosan elfogadottá vált. Alapja a valódi amplitúdó megőrző feldolgozás. Ehhez kapcsolódva nem rutin jelleggel számítják az ál-akusztikus impedancia szelvényeket. A szakirodalomban használják a *pseudo velocity log*, *acoustic impedance pseudolog*, *VELOG*, *SEISLOG* elnevezéseket, a továbbiakban mi a *seislog* elnevezést használjuk.

* Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest 1068, Gorkij fasor 42.

Direkt szénhidrogén detektálási kritériumként az amplitúdó anomália, a folyadékhatáron való polaritásváltás, a szintes, nem konformis beérkezések mellett a *negatív akusztikus impedancia anomália* is elfogadottá vált. Elméletileg ui. a seislogok alkalmazása direkt szénhidrogén kutató módszernek tekinthető, mivel a gáz és olaj jelenléte negatív akusztikus impedancia anomáliát okoz, ami a seislogokon szerencsés esetben megjelenik. Ennek alapfeltétele: kifogástalan anyagminőség, minimális zaj, többszörösök teljes hiánya, gondos amplitúdó-megőrző feldolgozás, jó dekonvolúció és akusztikus log a szelvény mentén.

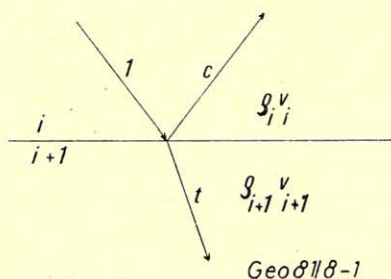
Ezek a feltételek eléggé ritkán teljesülnek maradéktalanul, ezért a seislogok interpretálására gyakorlott értelmező szükséges, megbízható területi koncepcióval, a tárolóra vonatkozó összes információval.

A módszer elvi alapjai

Síkhullámok és nem dőlt, sík határfelületek esetén a reflexiós koefficiensre a határfeltételekből kifejezést kapunk. A határfeltételek a következők (lásd I. ábra): Az elmozdulások egyenlősége $t = I + c$.

$$\text{Az energia megmaradás } Y_i I^2 = Y_i c^2 + Y_{i+1} t^2,$$

ahol Y a közegre jellemző arányossági faktor, amely elmozdulás mérése esetén a sebesség és sűrűség szorzata, azaz az akusztikus impedancia.



I. ábra - Puc. 1. - Fig. 1.

A két egyenletből a c reflexiós koefficiensre kapható:

$$c = \frac{Y_i - Y_{i+1}}{Y_i + Y_{i+1}}. \quad (1)$$

Ha a közegre jellemző faktor helyére az akusztikus impedanciát helyettesítjük:

$$c = \frac{\rho_i v_i - \rho_{i+1} v_{i+1}}{\rho_i v_i + \rho_{i+1} v_{i+1}}, \quad (2)$$

ebből:

$$\rho_{i+1} v_{i+1} = \rho_i v_i \frac{1-c}{1+c}. \quad (3)$$

Tehát ha ismerjük az első réteg akusztikus impedanciáját és a reflexiós koefficiens, kiszámíthatjuk a következő réteg akusztikus impedanciáját. Ugyanígy egy végtelen sor n -edik rétegének akusztikus impedanciáját megkaphatjuk, ha ismerjük az első réteg akusztikus impedanciáját és az összes réteghatáron a reflexiós koefficiens:

$$\varrho_n v_n = \varrho_1 v_1 \prod_{i=1}^{n-1} \frac{1-c_i}{1+c_i}. \quad (4)$$

A (4) képletben szereplő hányados átírható:

$$\ln \frac{1-c}{1+c} = -2 \left\{ c + \frac{c^3}{3} + \frac{c^5}{5} + \dots \right\}, \quad (5)$$

amiből:

$$\frac{1-c}{1+c} = e^{-2c} e^{-2 \left\{ \frac{c^3}{3} + \frac{c^5}{5} + \dots \right\}} \approx e^{-2c}, \quad (6)$$

ezért

$$\varrho_n v_n \cong \varrho_1 v_1 e^{-2 \sum_{i=1}^{n-1} c_i}. \quad (7)$$

Ezt a formulát nevezik sebesség transzformációnak. Akár (4), akár (7) formula közvetlenül alkalmas reflexiós koefficiens sorozat akusztikus impedancia csatornába való transzformálására.

A feldolgozás folyamán a szeizmikus csatorna közelebb kerül ugyan a reflexiós koefficiens sorozathoz, de ennek ellenére a legideálisabb esetben sem tekinthető a feldolgozott szeizmikus csatorna reflexiós koefficiens sorozatnak. Ha igen gondosan földolgozott szeizmikus csatornára alkalmazzuk az inverziós formulát, akkor egy ál- (nem valódi) akusztikus impedancia csatornát kapunk. Vizsgáljuk meg, hogy milyen kapcsolatban van az invertált és valódi akusztikus impedancia.

Az invertált és a valódi akusztikus impedancia csatorna kapcsolata.

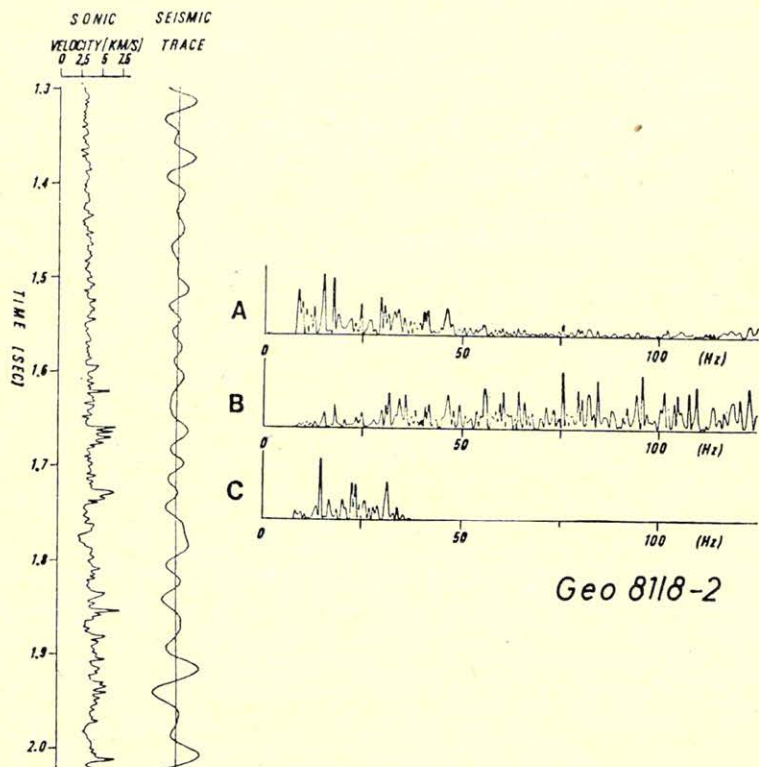
Az eljárás hibaforrásait az inverzióknak alávetett szeizmikus csatorna reflexiós koefficiens sorozattól való eltérése adja. A reflexiós koefficiens sorozat direkt transzformáltja az akusztikus impedancia függvénynek, ezért közöttük kölcsönösen egyértelmű kapcsolat van, egymásba oda-vissza transzformálhatók. Ugyanazt a geológiai információt tartalmazzák. Megjegyezzük, hogy a közöttük levő transzformációk – lásd (2) és (3) – nem lineárisak. Ugyanez igaz a szeizmikus csatorna és a belőle számolt ál-akusztikus impedancia csatornára. Kérdés, hogy milyen összefüggésben van az ál-akusztikus impedancia csatorna a valóddal.

Ehhez először vizsgáljuk meg, hogy azok a függvények, amelyekből származtatjuk az ál-, illetve valódi akusztikus impedancia csatornákat, milyen összefüggésben vannak egymással. Nevezetesen a reflexiós koefficiens sorozatra és a szeizmikus csatornára gondolunk.

Vizsgáljuk meg egy valódi szónikus log részletét és egy, a fúrás közelében mért szeizmikus csatorna megfelelő részletét (2. ábra). A szonikus logot idő függvényébe transzformáltuk és 2 msec-ként mintavételeztük, így az a szeizmikus csatornával azonos mintavételezésű. Az azonos mintavételezés ellenére

látszik, hogy a szónikus log sokkal több információt tartalmaz, mint a szeizmikus csatorna. Hasonlítsuk össze spektrumtartományban a két mérést! (2. ábra). A szónikus log teljesítményspektrumát, (A), a reflexiós koefficiens sorozat teljesítményspektrumát (B) és a szeizmikus csatorna teljesítményspektrumát (C) összehasonlítva több észrevételt tehetünk. A reflexiós koefficiens sorozat spektruma többek között a nemlineáris transzformáció következtében kicsit megváltozott a szónikus log spektrumához képest, de ennek ellenére hasonlóságuk felfedezhető. A szónikus logból a reflexiós koefficiens sorozatot generáló transzformáció lényegében differenciálás, az inverz transzformáció ennek megfelelően integrálás. Ez látszik a spektrumok vizsgálatából is.

A szeizmikus csatorna spektrumán legfeltűnőbb a sávkorlátozottság. Ennek megfelelően információtartalma sokkal szűkebb, mint a fönti spektrumoké. A különbség azonban nem csupán a sávkorlátozottság. A további eltérések oka világos, ha összehasonlítjuk a szeizmikus módszert, mérést és feldolgozást a



2. ábra. Szónikus log szelvény részlet és ugyanazon a helyen mért szeizmikus csatorna, valamint teljesítményspektrumaik: A: szónikus log teljesítményspektruma, B: reflexivitásfüggvény teljesítményspektruma, C: szeizmikus csatorna teljesítményspektruma

Рис. 2. Отрезок кривой акустического каротажа и полученный в том же месте сейсмический канал, а также спектры мощности A: спектр мощности акустического каротажа; B: спектр мощности кривой коэффициентов отражения; B: спектр мощности сейсмического канала

Fig. 2. Comparison of nearby borhole sonic log to a seismic trace and the power spectrums. A: power spectrum of the sonic log, B: power spectrum of the reflection coefficient sequence, C: power spectrum of the seismic trace

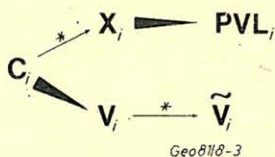
szónikus log mérési módszerrel. A szónikus log részletes sebességgörbét ad. A szeizmikus módszer viszont az akusztikus impedanciákra érzékeny, tehát a sűrűségről is tartalmaz információt. Továbbá a hullám terjedése közben rengeteg olyan zavaró tényező lép föl, amit a földolgozás közben nem tudunk tökéletesen kezelni. Ilyenek: a korrelálódó és korrelálatlan zajok, esetleges olyan reflexiók, amelyek nem a vertikális síkból származnak, a migráció, a jelalak és amplitúdó torzulások stb. Ezen kívül torzulást eredményezhet a nem lineáris transzformáció is.

Mindezek ellenére a szeizmikus csatorna spektruma és a fönti két spektrum karakterben hasonló. Ez azt bizonyítja egyrészt, hogy a nemlineáris transzformáció nem torzítja el nagyon a spektrumot, másrészt a szeizmikus csatorna leglényegesebb információtartalma az altalaj sebességfüggvénye.

A relatíve szűk spektrumú szeizmikus csatornából visszaszámolva az akusztikus impedancia csatornát, nyilvánvalóan csak ugyanolyan szűk spektrumú akusztikus impedancia csatornát kaphatunk. Továbbra is kérdés marad azonban, hogy a sávkorlátozottságon kívül a kapott akusztikus impedancia csatorna a nemlineáris transzformáció következtében mennyire és hogyan torzul.

Tegyük fel az egyszerűség kedvéért, hogy a sűrűség időben konstans, továbbá, hogy a szeizmikus csatorna és a reflexiók koefficiens sorozat között kizárólag a wavelettel való konvolúció a különbség, zaj nincs jelen. Van tehát egy kiindulási sebességfüggvényünk V_1 , ebből számítható reflexiók koefficiens sorozat C_1 , ebből wavelettel való konvolúcióval kapjuk a szeizmikus modelleszatornát: X_1 és ezt invertálva kapunk egy ál-sebességfüggvényt: PVL_1 .

Ha a kiindulási sebességfüggvényt konvolváljuk a wavelettel, akkor a reflexivitás függvényről kiindulva két ágat kapunk, egyik végeredménye az ál-sebességfüggvény, másik végeredménye a wavelettel szűrt bemeneti sebességfüggvény (\tilde{V}_i) – (lásd 3. ábra).

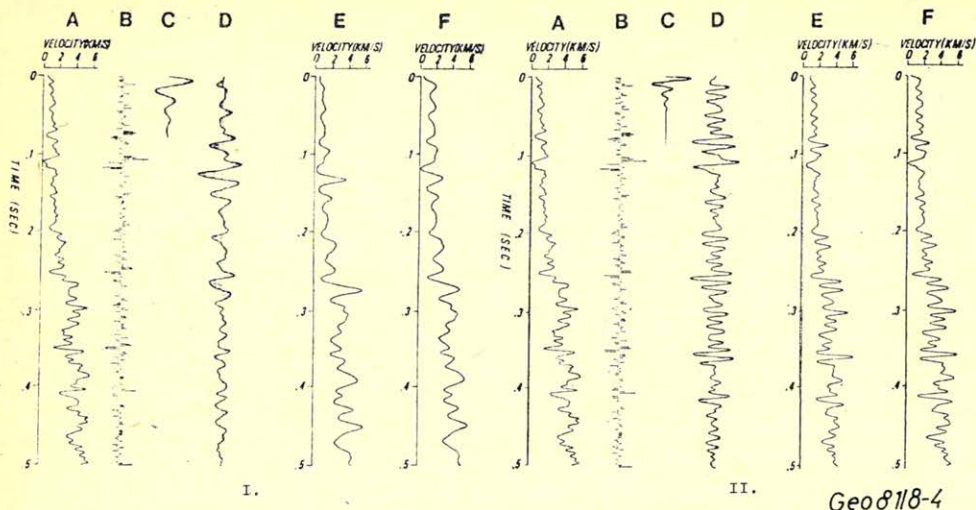


3. ábra – Puc. 3. – Fig. 3.

Mindkét ágon ugyanazok a műveletek vannak. Egy lineáris (a konvolúció) és egy nemlineáris transzformáció, csak fordított sorrendben. Mivel ezek nem fölcserélhető műveletek, ezért a két ág végeredménye nem egyezhet meg.

A fönti, valódi szónikus és szeizmikus csatornával kapcsolatos megfigyelésünk arra enged következtetni, hogy a megmaradt frekvenciasávban az ál-sebesség csatorna kis mértékben torzul a valódihoz képest.

A kérdés tisztázására a következő modellvizsgálatot végeztem. A 4/I. ábrán egy szintetikus sebesség csatornából 40 Hz csúcsfrekvenciájú jel fölhasználásával számolt szeizmikus modelleszatornát és a belőle számolt ál-sebesség csatornát látjuk. Többszörösök és egyéb zaj nincs figyelembe véve. A kapott ál-sebesség csatorna (E) a szintetikus sebesség csatornával (A) nem túl jól korrelál, azonban annál jobban hasonlít a wavelettel szűrt szintetikus sebesség csatornára (F). A 4/I. ábra csatornáinak teljesítményspektrumát az 5/I. ábra tartalmazza. Az (E) és (F) spektrumokat összehasonlítva, spektrumtartományban is elfogadható hasonlóságot találunk.



4. ábra. Modellszámítás: a jel sávzélességének hatása az ál-sebesség csatornára. A: sebesség modell, B: reflexivitásfüggvény „A” sebességből számítva, C: wavelet, D: szintetikus szeizmikus csatorna „B” reflexivitásfüggvényből és „C” waveletből számítva, többszörösök nélkül, E: ál-sebesség csatorna „D” szintetikus szeizmikus csatornából számítva, F: „C” wavelettel szűrt „A” sebesség-függvény

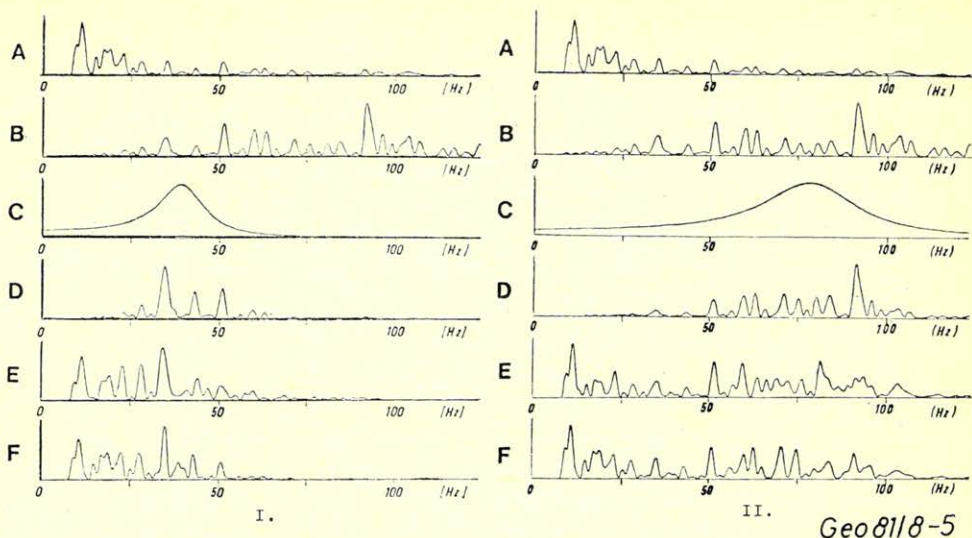
Рис. 4. Расчет на модели: влияние ширины сигнала на псевдоскоростной канал. А: скоростная модель; В: Кривая коэффициентов отражения, вычисленная по скоростной зависимости «А»; В: сигнал; Г: синтетический сейсмический канал, вычисленный по кривой «В» и сигналу «В» без многократных отражений; Д: псевдоскоростной канал, вычисленный по синтетическому сейсмическому каналу «Г»; Е: отфильтрованная сигналом «В» скоростная зависимость «А»

Fig. 4. The effect of band width of the seismic signal on the pseudo velocity log. (Model computation) A: velocity model, B: reflection coefficient sequence computed from „A” velocity curve, C: wavelet, D: synthetic seismic trace computed from „C” wavelet and „B” reflection coefficient sequence, with no multiples, E: pseudo-velocity log computed from „D” synthetic seismic trace, F: „A” velocity curve convolved by „C” wavelet

Megismételve a számítást 80 Hz csúcsfrekvenciájú jellel, az eredmények rendre a 4/II. és 5/II. ábrákon láthatók. Időtartományban az ál-sebesség csatorna (E) és a szűrt valódi sebesség csatorna (F) között itt is jó hasonlóságot találunk. A magasabb jel csúcsfrekvencia következtében mindkét csatorna jobb közelítést adja a kiinduló sebesség modellnek.

Spektrumtartományban az 50 Hz fölötti frekvenciáknál az (E) és (F) spektrumok hasonlósága már nem olyan jó, mint az alacsonyabb frekvenciáknál, de a karakterisztikus hasonlóság itt is fennáll, és egyébként ez már a szeizmikus frekvenciasáv fölött helyezkedik el. A főnti modellszámításoknál a 8 Hz alatti frekvenciákat nem vettem figyelembe, mivel azok úgysem bírnak szeizmikus jelentőséggel.

A modellszámításokból levonhatjuk az alábbi következtetéseket. A szeizmikus jel sávkorlátozottsága meghatározza a szeizmikus csatornából számítható ál-akusztikus impedancia csatorna spektrumának szélességét. Itt szignifikáns geológiai információt veszítünk. A megmaradt sávzélességet reprezentáló szeizmikus csatornából meghatározható ál-akusztikus impedancia csatorna azonban



5. ábra. Teljesítményspektrumok a 4/I., II. ábra azonos jelzésű modell csatornáiból számítva.

Рис. 5. Спектры мощности для каналов модели рис. 4. I – II

Fig. 5. Power spectrums of Fig. 4/I., II.-same as Fig. 4/I., II.

nagyon jól hasonlít a szeizmikus jellel szűrt valódi akusztikus impedancia csatornához. A hasonlóság spektrumtartományban is jól látszik, és különösen a szeizmikus frekvenciasávban, 50 Hz alatt erős.

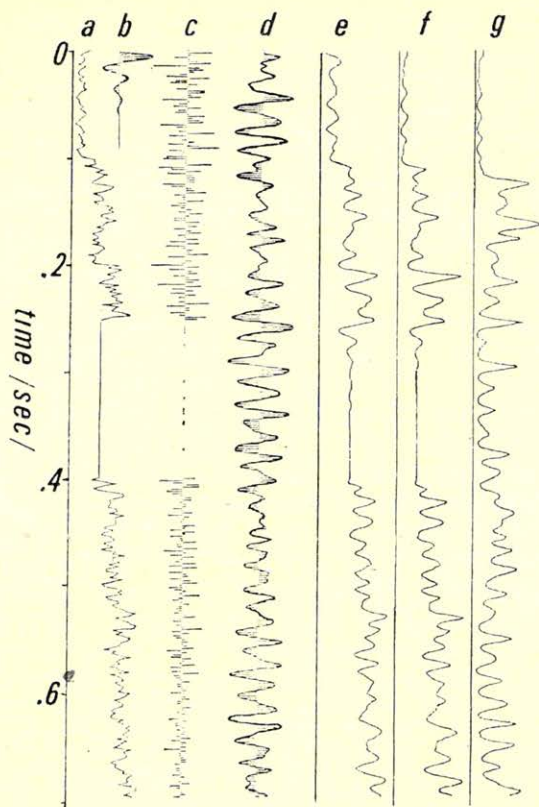
Tehát a két nemlineáris transzformáció közben alkalmazott lineáris transzformáció – azaz a szeizmikus jellel való konvolúció – a sávkorlátozástól eltekintve nem torzítja jelentősen az inverzióval kapott ál-akusztikus impedancia csatornát.

A fönt felsorolt egyéb zavaró tényezőkkel nem foglalkozunk, csupán egy modellvizsgálatot mutatunk az erős többszörös tevékenység illusztrálására, a 6. ábrán. Látható, hogy erős többszörös tevékenység teljesen lehetetlenné teszi a sebességgörbe visszaállítását. A modellben a legnagyobb reflexiós koefficiens 0,32 volt.

Gyakorlati alkalmazás

A (4) formula gyakorlati alkalmazásához ismerni kell az első réteg akusztikus impedanciáját, valamint a szeizmikus csatornát az előkészítés során skálázni kell úgy, hogy az egyes amplitúdók a megfelelő reflexiós koefficiensekhez igazodjanak. A kezdő akusztikus impedanciának (4)-ből látható módon csak konstans szorzó szerepe van.

A szeizmikus csatorna skálázásának hatása már nem ilyen egyszerű. A valódi amplitúdójú feldolgozás jó esetben megőrzi az amplitúdók relatív értékeit, de a csatorna egészét nekünk kell beállítani. Szerencsés esetben karotázás mérések alapján állíthatjuk be egy-egy markáns szint amplitúdóját, de a legtöbb esetben ez az út nem áll rendelkezésre. Ilyenkor, annak alapján, hogy a reflexiós koefficiensek maximuma ritkán haladja meg a 0,3 értéket, az egész csatornát skálázzuk úgy, hogy a maximális amplitúdó pl. 0,25 legyen.



Geo 81/8-6

6. ábra. Modellszámítás a többszörösök ál-sebesség csatorna számítására gyakorolt hatásának vizsgálatára: *a*: sebesség modell, *b*: wavelet, *c*: reflexivitásfüggvény „*a*” sebességből számítva, *d*: szintetikus szeizmikus csatorna „*c*” reflexivitás függvényből és „*b*” waveletből számítva, többszörösök figyelembevételével, *e*: „*b*” wavelettel szűrt „*a*” sebességfüggvény, *f*: ál-sebesség csatorna, a többszörösök figyelembevétele nélkül, *g*: ál-sebesség csatorna a „*d*” szintetikus szeizmikus csatornából számítva

Рис. 6. Расчет на модели исследование влияния многократных волн на псевдоскоростной канал. *a*. скоростная модель; *b*. сигнал; *в*. кривая коэффициентов отражения, вычисленная по скоростной зависимости «*a*» 2. синтетический сейсмический канал, вычисленный по кривой «*в*» и сигналу «*b*» с учетом многократных отражений; *д*. отфильтрованная сигналы «*b*» скоростная модель «*a*»; *e*. псевдоскоростной канал без многократных вступлений Ж. псевдоскоростной канал, рассчитанный по синтетическому сейсмическому каналу «*г*»

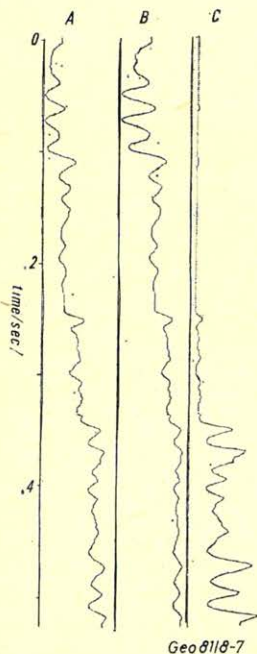
Fig. 6. The effect of multiple activity on the pseudovelocity log. (Model computation) *a*: velocity model, *b*: wavelet, *c*: reflection coefficient sequence computed from „*a*” velocity curve, *d*: synthetic seismic trace computed from „*b*” wavelet and „*c*” reflection coefficient sequence, with multiples, *e*: „*a*” velocity curve filtered by „*b*” wavelet, *f*: pseudo-velocity log computed from primaries, *g*: pseudo-velocity log computed from „*d*” synthetic trace

Nézzük meg, mi történik akkor, ha az anyagot túl- vagy alulskálázzuk. Ilyenkor a reflexiós koefficiensnek tekintett értéket változtatjuk meg, ami azt jelenti, hogy az akusztikus impedancia különbségeket változtatjuk meg. Tegyük fel, hogy a sebességek és a sűrűségek a mélységgel növekszenek. Ekkor (7)-ben $c < 0$, az exponenciális kitevője pozitív lesz, értéke pedig I -nél nagyobb. Ha egy K szorzóval skálázott x csatornát invertálunk, akkor (7)-ben c_i helyére Kx_i kerül:

$$\varrho_n v_n \cong \varrho_1 v_1 e^{-2 \sum_i Kx_i} = \varrho_1 v_1 \left[e^{-2 \sum_i x_i} \right]^K$$

A skálázó együttható tehát az egész exponenciális függvény kitevőjeként jelentkezik. Az exponenciális függvény értéke I -nél nagyobb, ezért ha a bemenő anyagot fölskálázzuk, ez az akusztikus impedancia csatorna mélységgel növekvő módon való fölskálázását eredményezi. Alulskálázás esetén pedig fordítva.

A skálázás hatását a 7. ábrán illusztráljuk modellpéldán. Három ál-akusztikus impedancia csatornát mutatunk be különböző skálázással. Az (A) görbét skálázás nélkül kaptuk, ez megfelel a fentiek értelmében a bemeneti akusztikus impedancia görbe szűrt változatának.



7. ábra. Szeizmikus csatorna skálázásának hatása a számított ál-sebesség csatornára. A: korrekt skálázással számított ál-sebesség csatorna, B: erős alulskálázással számított ál-sebesség csatorna, C: erős túlskálázással számított ál-sebesség csatorna

Рис. 7. Влияние порывализации сейсмического канала на вычисляемый псевдоскоростной канал A: псевдоскоростной канал с правильной нормализацией; B: псевдоскоростной канал с недопоровыванием; B: псевдоскоростной канал с перенормированием

Fig. 7. The effect of the scaling of the seismic channel on the computed pseudo-velocity log. (Model computation) A: pseudo-velocity log, computed from correct scaled seismic channel, B: pseudo-velocity log, computed from strongly under scaled seismic channel, C: pseudo-velocity log, computed from strongly over scaled seismic channel

A maximális amplitúdó az x_i modelleszatornán $0,18$. A (B) görbénél ezt az értéket $0,01$ -re állítottuk be, a (C) görbénél $0,99$ -re.

A modellpéldából látszik, hogy a skálázó együttható pontos ismeretének az invertált akusztikus impedancia csatorna relatív értékeinek meghatározásában nincs alapvető, lényeges szerepe. Továbbá az látszik, hogy a skálázó együttható alulbecslése kevésbé torzítja a visszaállított akusztikus impedancia csatornát, mint a fölülbecsülés.

A fenti módszerrel az akusztikus impedancia csatorna szeizmikus frekvenciasávbeli becslését kapjuk. A hiányzó magas frekvenciákról le kell mondanunk, azaz szeizmikus mérésből való visszaállítására nincs lehetőség. Az alacsony frekvenciák utólagos bevezetésének többféle módja ismeretes. Megszerezhetjük a hiányzó alacsony frekvenciás információt akár moveout analízisből, akár a területről származó karotázs szelvények szűrésével és interpolációjával. Az így előállított alacsony frekvenciás trendet egyszerűen hozzáadjuk az inverzióval kapott akusztikus impedancia csatornához.

A szeizmikus csatorna valódi polaritását karotázs szelvények alapján tudjuk meghatározni. A fúrólukhoz legközelebb eső szeizmikus csatornát mindkét polaritással invertáljuk, és összehasonlítjuk a szűrt szonikus loggal. A jobban korrelálódó csatornához tartozó polaritás a helyes.

Ál-akusztikus impedancia szelvények megjelenítése

Szokásos megjelenítési mód a hagyományos szeizmikus szelvény forma, csak *wiggle trace* írásmóddal, mivel itt a zérus vonalnak nincs jelentősége.

Ha az alacsony frekvenciás komponens sikerül bevezetnünk, akkor az ábrázolást legcélszerűbb színes plotterrel végezni. Ez a megjelenítési mód könnyíti legjobban a kiértékelést. Jelenleg azonban még nem tudunk megbízható abszolút akusztikus impedancia szelvényeket előállítani.

Értelmezés

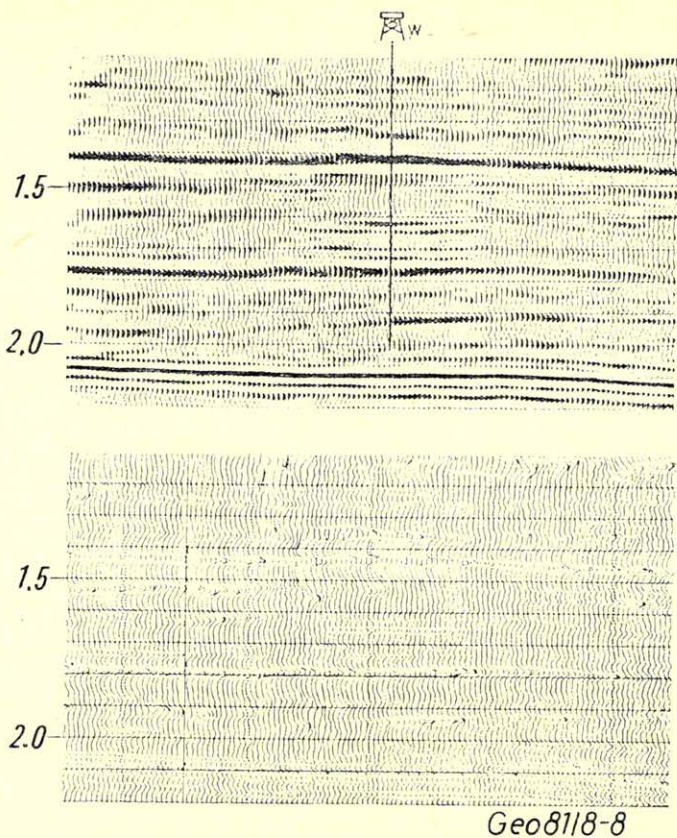
Az ál-akusztikus impedancia szelvények – az utólag bevezetett alacsony frekvenciás komponensektől eltekintve – ugyanazt az információt tartalmazzák, mint a szeizmikus szelvény, csak a geológiai rétegekkel könnyebben korrelálható formában.

Az egész szelvény értelmezése, főleg litológiai értelmezése fúróluk magminták nélkül jelenleg elképzelhetetlen. Ha van legalább egy fúrás a területen, akkor az abból szerzett litológiai információkat a seislogok alapján extrapolálhatjuk.

Ha fúrási adatok nincsenek, akkor litológiai értelmezésre nincs lehetőség. Seislogot viszont minden szeizmikus anyagra lehetőségünk van számítani, ami valamilyen szinten biztos, hogy segíti az értelmezést. Ez a szint a szeizmikus anyag minőségétől függ elsősorban, másodsorban a rendelkezésre álló egyéb információktól.

Legkézenfekvőbb felhasználásuk a direkt szénhidrogén kutatásban van. Negatív akusztikus impedancia anomália amplitúdó anomáliához, esetleg kedvező szerkezeti képhez kapcsolódva szénhidrogén telepet valószínűsít. Főhasználhatók még abnormális nyomású rétegek kijelölésében, porozitás becslésében. A seislogok értelmezésére jelenleg még nincs kiforrott metodika, bár már 5–6 éve használják. Sok-sok tapasztalatra és további vizsgálatokra van még szükség ahhoz, hogy teljesen megértsük a seislogokat, abszolút értékbe tudjuk konvertálni és teljesen tisztán lássuk a folyadéktartalom hatását.

Bemutatunk két valódi szelvényt, ahol alkalmaztuk az eljárást. Mindkét terület produktív, ismert gáztároló. Az inverzióval sűrűség adatok és alacsony frekvenciás változások nem álltak rendelkezésre, így relatív ál-akusztikus impedancia szelvényt kaptunk. A 8. ábra dekonvolvált szelvényén 1,4 sec-nál erős amplitúdó anomália látszik. A belőle számolt seislogon 1,4 sec-nál, ahol a fúrás



8. ábra. Gáztartalmú területen mért szeizmikus szelvény és ebből számított ál-akusztikus impedancia szelvény

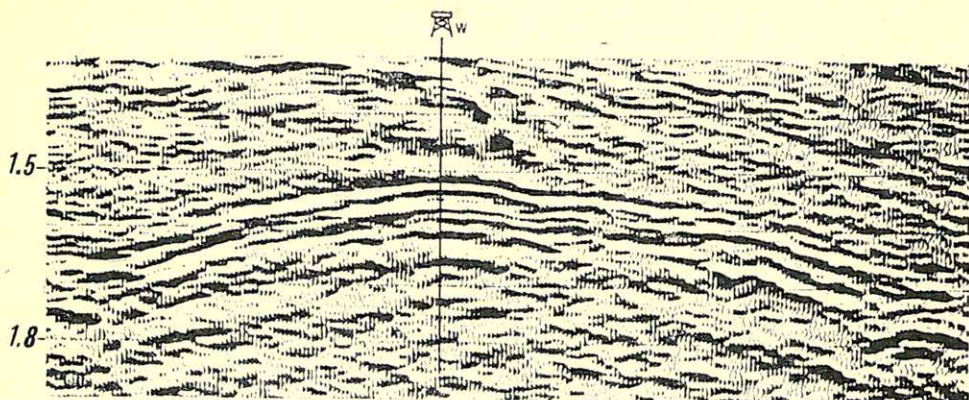
Рис. 8. Сейсмический профиль с газовой залежью и рассчитанный по нему профиль ПАК

Fig. 8. Seismic section and pseudo-acoustic impedance section in a gas field

kis gáztelepet talált, negatív akusztikus impedancia anomália jelentkezik. A 9. ábra dekonvolvált szelvénye szép szerkezetet mutat. Fúrás bizonyítja, hogy 1520 msec-nál van a gázsapka. Az inverzióval kapott seislog szelvényen (10. ábra) berajzoltuk a föltárt gáztelep széleit is.

Az antiklinális tetején határozott negatív anomália jelentkezik. A szárnyakon a feltételek valószínűleg nem teljesülnek olyan jól, mint az antiklinális tetején, és ezért gyöngül el az anomália.

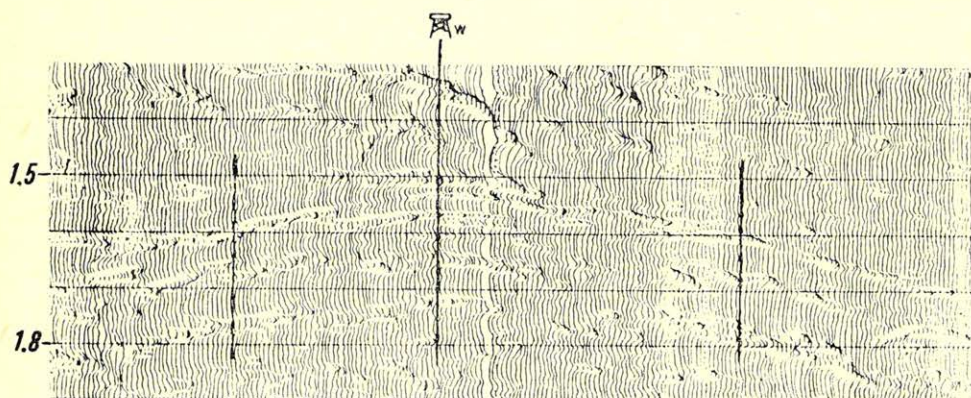
Összefoglalva, a szeizmikus csatorna sávkorlátozottsága az egyik leglényegesebb korlátozó tényező az ál-akusztikus impedancia szelvények számításánál, de hatása csak az inverzióval kapott akusztikus impedancia csatorna spektrumának sáv szélességét korlátozza. Ha a további zavaró hatásoktól eltekintünk, akkor az ál-akusztikus impedancia csatorna információ tartalma minimális torzulással megfelel a valódi akusztikus impedancia csatorna szeizmikus frekvencia-



9. ábra. Gáztartalmú terület dekonvolált szeizmikus szelvénye

Рис. 9. Сейсмический профиль с газовой залежью после деконволюции

Fig. 9. Seismic section in a gas field



10. ábra. Ál-akusztikus impedancia szelvény a 9. ábra időszelvényéből számítva

Рис. 10. Профиль ПАК, вычисленный по временному разрезу рис. 9.

Fig. 10. Pseudo-acoustic impedance section computed from seismic section of Fig. 9.

sávbeli információtartalmának. Ezért szükséges a lehető legjobb minőségű dekonvolúció. Mivel az egyéb torzító tényezőket teljesen kiküszöbölni nem tudjuk, ezért a seislogok értelmezése igen nagy kiértékelői tapasztalatot és minél több, a területre vonatkozó előzetes információt követel.

A nem túl távoli jövőben remélhetőleg bevezetésre kerülő HRS (nagy felbontóképességű források), a széles sávú regisztrálás és a 3 D migráció valószínűleg új lendületet ad a seislogok sztratigráfiai és litológiai értelmezésben való alkalmazásának.

- Becquey, M., Lavergne, M. and Willm, C.*, 1979. Acoustic impedance logs computed from seismic traces: *Geophysics*, V. 44., No. 9, - p. 1485 - 1501.
- Delas, C., Beuchamp, J. B., de Lombares, G., Fourman, J. M. and Postic, A.*, 1970. An example of practical velocity determination from seismic traces: Presented at the 32nd Meeting of the EAEG, Edinburgh.
- Lavergne, M.*, 1975, Pseudo diagraphies de vitesse en offshore profond: *Geophys. Prosp.*, V. 23., p. 695 - 711.
- Lavergne, M., and Willm, C.*, 1977, Inversion of seismograms and pseudo velocity logs: *Geophys. Prosp.*, V. 25, p. 231 - 250.
- Lindseth, R. O.*, 1979, Synthetic sonic logs - a process for stratigraphic interpretation: *Geophysics*, V. 44, No. 1, p. 3 - 26.
- Marschall, R.* 1980, Interpretational information from seismic data.
- Stone, D. G.*, 1978, Using seismic data to extrapolate well logs: 48th Meeting of the SEG, San Francisco.
- Street, A. V.*, 1979, Development and application of seislogs to sub-surface lithology determination: 24th International Geophysical Symposium, Cracow.

Jelalak-meghatározó eljárások összehasonlítása

K É S M Á R K Y I S T V Á N*

A szeizmikus jelalak becslésének egyik fontos esetét vizsgáljuk, amikor a csatornán kívül az akusztikus karotázsból származtatható impulzus válasz függvény is ismert. Különböző zajokkal terhelt szintetikus szeizmogramokon hasonlítottuk össze az egyes eljárásokat. A változó iterációs módszer jobbnak bizonyult az optimumszűrő megoldásnál és a keresztkorreláció képzésénél, a stabilabb numerikus műveletek alkalmazása és a mellékmaximumok hatékonyabb elnyomása miatt.

Исследуется один из важных случаев оценки формы сигнала, когда кроме сейсмического канала известен получаемый по акустическому каротажу импульсный отклик. Способы оценки сравнивались на синтетических сейсмограммах с различным шумом. Описанный итерационный способ оказался наилучшим при определении оптимального фильтра и вычислении ФВК из-за применения более устойчивых нумерических действий и из-за эффективного ослабления дополнительных максимумов.

An important case of wavelet estimation is investigated when the reflectivity function derived from sonic log is available beside the correspondent seismic trace. Three methods have been compared using synthetic seismogram models corrupted by different types of noises. The performance of the iterative method described in the paper proved to be better than the optimum filter solution and the simple crosscorrelation function, because of the application of more stable numerical operations and more effective suppression of side lobes.

A jelalakbecslés feladatának megfogalmazásánál az $x(t)$ szeizmikus csatorna konvolúciós modelljéből indulunk ki:

$$x(t) = w(t) * r(t), \quad (1)$$

ahol $w(t)$ a hullámkeltésre jellemző hullámcsomag, másnéven jelalak, $r(t)$ pedig a talaj impulzusválasz függvénye, másnéven reflexivitás függvény.

A frekvenciatartományba áttérve, a fenti kifejezés egyszerűbb alakot ölt:

$$X(f) = W(f) \cdot R(f), \quad (2)$$

ahol a megfelelő transzformáltakat nagybetűvel jelöltük. A jelalak transzformáltja kifejezhető a két másik transzformált hányadosával:

$$W(f) = X(f)/R(f). \quad (3)$$

A (3) kifejezésből látható, hogy a $w(t)$ jelalak csak $x(t)$ és $r(t)$ ismeretében határozható meg, vizsgálatainkat is ilyen módszerek összehasonlítására korlátozzuk.

Itt csupán megjegyezzük, hogy $r(t)$ statisztikai viselkedésére tett megszorításokkal lehetővé válik $r(t)$ becslése, csupán az $x(t)$ szeizmikus csatorna alapján. A minimum entrópiás dekonvolúció (Wiggins, 1978) és a változó normájú dekonvolúció (Gray, 1979) módszerei kínálnak erre lehetőséget, mégpedig a $w(t)$ jelalak fázisviszonyaitól függetlenül. Ezen eljárások alkalmazásával a jelalak meghatározás alább tárgyalandó módszerei kiterjeszthetők olyan általánosabb

* Geofizikai Kutató Vállalat, Budapest.

esetekre, ahol az $r(t)$ függvényt nem ismerjük, vagy nem tudjuk meghatározni szónikus karotázis mérésekből.

Adva van tehát az $x(t)$ és az $r(t)$ függvény, keresendő a $w(t)$ jelalak. Három eljárást vizsgálunk:*

1. Szerkezeti dekonvolúció (Stone, 1976).

Az eljárás alap gondolata egyszerű. A becsült jelalak jó közelítése kapható az $r(t)$ -vel való keresztkorrelációval:

$$\begin{aligned}w(t) &\approx x(t) * r(-t) \\ &= w(t) * r(t) * r(-t) \\ &= w(t) * \varphi_{rr}(\tau) = w_1(t)\end{aligned}\quad (4)$$

Ha $r(t)$ véletlen jellege biztosítja, hogy a $\varphi_{rr}(\tau)$ autokorrelációs függvény közel Dirac δ alakú, akkor az eljárás sikeres lehet. Látni fogjuk azonban, hogy $\varphi_{rr}(\tau)$ mellékmaximumai a becslést bizonytalaná teszik.

2. Optimum szűrő tervezés (Meskó, 1972), $w(t)$ becslését egy olyan optimum szűrővel is azonosíthatjuk, mellyel konvolválva az $r(t)$ függvényt, az $x(t)$ csatorna legjobb közelítése kapható. Az eljárás a jól ismert Wiener egyenlet megoldását igényli a $\varphi_{rr}(\tau)$ autokorrelációs függvény és az $x(t) * r(-t)$ keresztkorrelációs függvény ismeretében. A megoldást természetesen kétoldalas függvény alakjában keressük.

3. A $\varphi_{rr}(\tau)$ autokorrelációs függvény invertálása iterációval (Késmárky, 1980). (Az eljárás rövid leírását és néhány tulajdonságát a függelékben közöljük.)

A három módszer összehasonlító vizsgálatát szintetikus modellcsatornákon végeztük.

A modell csatornát egy $k(t)$ impulzus szeizmogramm realizáció és egy ismert $w_0(t)$ jelalak konvolúciójával képeztük. A $k(t)$ nem nulla impulzusainak távolságai 2 ms-os mintavételi távolság mellett 10 ms-os várható értékű, 6.4 ms-os szórású Poisson eloszlásból vett véletlen számok voltak. Az impulzusok adott σ_0 szórású, normális eloszlásból vett nulla várható értékű véletlen minták voltak.

A jelalak becsléshez a $k(t)$ függvény különféle zajokkal terhelt változatait használtuk. Négyféle torzítást alkalmaztunk, hogy az eljárások zajokkal szembeni viselkedését tanulmányozzuk:

a) Lineáris nyújtás ms/sec-ban megadva. Ez a szónikus karotázis integrálásának hibáját utánozza.

b) $k(t)$ nem nulla impulzusaihoz egy véletlenszám hozzáadása. (Megadása %-ban, σ_0 -hoz képest.)

c) $k(t)$ nem nulla impulzusainak eltolása, véletlenszerűen. (Megadása ms-ban, egy normális eloszlású véletlenszám szórásával.)

Az eltolásokat a mintavételi távolság többszöröseire kerekítettük.

d) $k(t)$ minden mintájához egy normális eloszlású véletlenszám hozzáadása. (Megadása %-ban, σ_0 -hoz képest.)

* A homomorf transzformációval kapcsolatos eljárásokat itt nem tárgyaljuk.

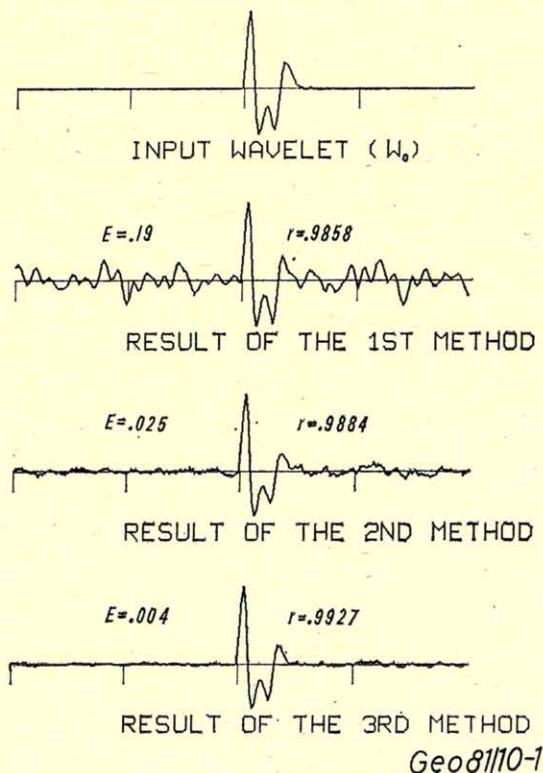
Mindhárom módszert egy rövid (400 ms-os) és egy hosszú (1200 ms-os) időablakra is összehasonlítottuk. A módszerek hatásosságát két mennyiséggel mértük:

a) A becsült jelalak és az ismert $w_0(t)$ jelalak között számított maximális r korrelációs koefficiens, $w_0(t)$ adott, λ hosszán számítva.

b) A becsült jelalak szárnyainak E_{rel} relatív energiája a középső λ hosszúságú, $w_0(t)$ -nek legjobban megfelelő részhez képest. (A szárnyak szintén λ hosszúságban vannak figyelembe véve a középső rész előtt és után.)

Eredmények

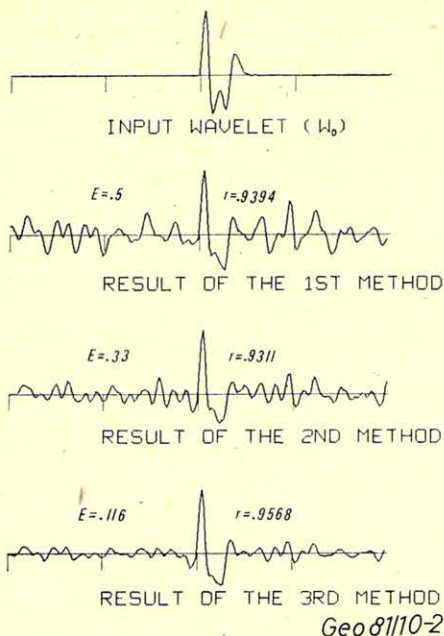
Az 1. és 2. ábrán mindhárom módszer egy-egy eredménye látható zajmentes és 40% additív (d típusú) zajt tartalmazó modellre. A leggyengébb eredményt az 1. módszer produkálta az esetek túlnyomó többségében. A 2. és 3. módszer eredményeit az $a-d$ típusú zajokra a 3-6. ábrákon foglaltuk össze. Az ábrák feltüntetik a 10 realizáció alapján számított r és E_{rel} adatok átlagát és szórását. Ez utóbbiakat függőleges vonalak jelzik. A karikák a 2. módszer, a háromszögek pedig a 3. módszer eredményeit jelölik. A szaggatott vonal a 400 ms-os, a folytonos vonal az 1200 ms-os időablak eredményeit jelzi. A 3. eljárás minden esetben



1. ábra. Az 1-3 módszerek eredményei 400ms hosszú zajmentes modellen

Рис. 1. Результаты методов 1-3 для модели длиной 400 мс без шума.

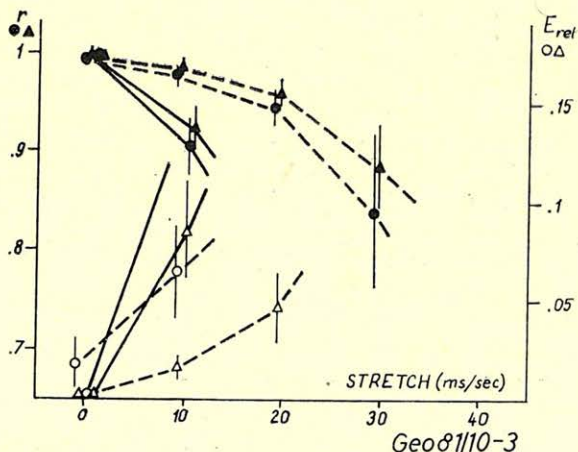
Fig. 1. Results of methods 1-3 using 400ms long noise free model.



2. ábra. Az 1-3 módszerek eredményei 400ms hosszú ablakra, 40% „d” típusú additív zaj mellett

Рис. 2. Результаты методов 1-3 для модели длиной 400 мс с добавлением 40% аддитивного шума типа «d».

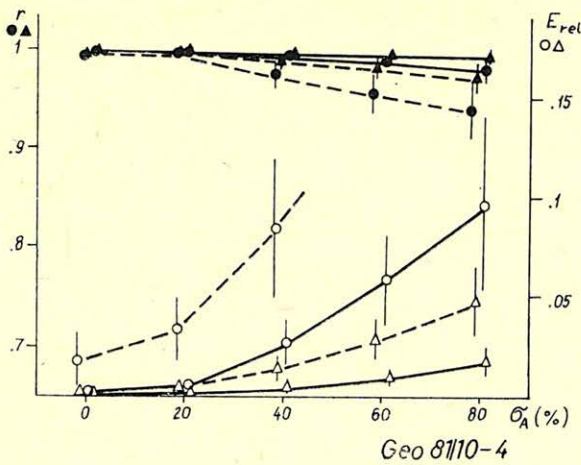
Fig. 2. Results of methods 1-3 using 400ms long model corrupted by 40% additive noise of type „d”



3. ábra. A 2. (o) és 3. (Δ) módszer eredményei (r és E_{rel}) az „a” típusú lineáris nyújtás függvényében. A folyamatos vonal az 1200ms-os, a szaggatott vonal a 400ms-os ablakhosszra vonatkozik. A függőleges vonalak a 10 realizáció alapján számított szórásokat jelölik

Рис. 3. Результаты 2-ого (o) и 3-его (Δ) методов (r и E_{rel}) в зависимости от линейного растяжения типа «a». Сплошная линия относится к длине окна 1200 мс, а пунктирная к длине окна 400 мс. Вертикальные линии отмечают разброс, вычисленный на основании 10-ти реализаций.

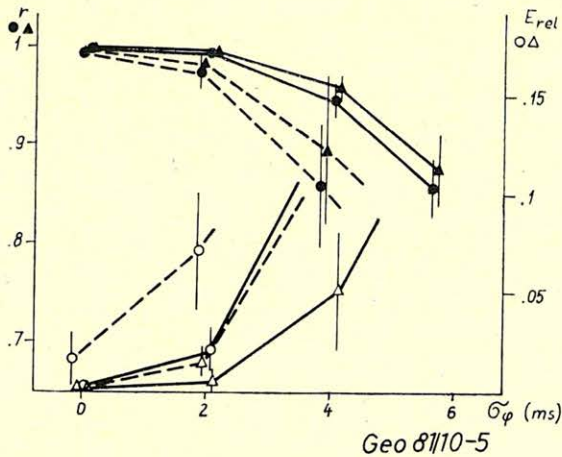
Fig. 3. Computed r and E_{rel} values of methods 2(o) and 3(Δ) against the linear stretch of type „a”. The solid lines depict the results of 1200 ms long gates, the dashed lines correspond to the results of 400 ms long gates. Vertical lines are proportional to the deviations computed from 10 realizations.



4. ábra. A 2.(o) és 3.(Δ) módszer eredményei a „b” típusú, reflexivitás függvényt terhelő zaj nagyságának függvényében

Рис. 4. Результаты 2-ого (o) и 3-его (Δ) методов в зависимости от величины осложняющего функцию рефлексивности шума типа «b».

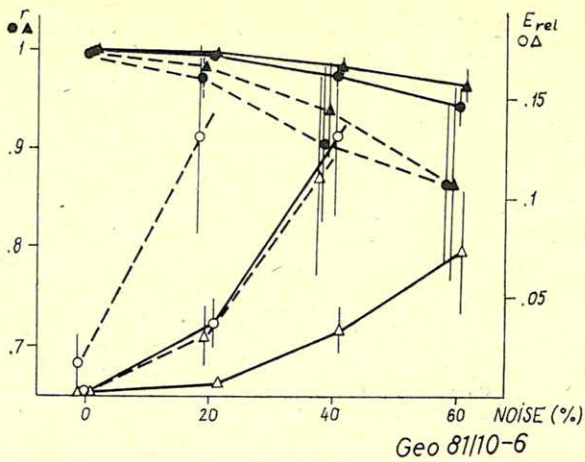
Fig. 4. Results of methods 2(o) and 3(Δ) against the amount of noise of type „b” corrupting the reflectivity function



5. ábra. A 2.(o) és 3.(Δ) módszer eredményei a „c” típusú fázisingadozás szórásának függvényében

Рис. 5. Результаты методов 2 (o) и 3 (Δ) в зависимости от разброса фазового колебания типа «c»

Fig. 5. Results of methods 2(o) and 3(Δ) against the deviation of phase uncertainties of type „c”.



6. ábra. A 2.(o) és 3.(Δ) módszer eredményei a „d” típusú, reflexivitás függvényt terhelő zaj nagyságának függvényében

Рис. 6. Результаты методов 2 (o) и 3 (Δ) в зависимости от величины осложняющего функцию рефлексивности шума типа «d».

Fig. 6. Results of methods 2(o) and 3(Δ) against the amount of noise of type „d” corrupting the reflectivity function

a legkedvezőbbnek bizonyult. A lineáris nyújtás kivételével a hosszú ablak alkalmazása az előnyösebb. A 3. módszer az alábbi küszöb zaj értékekig ad elfogadható jelalak becslést:

Zaj típus	Ablakhossz (ms)	
	400	1200
a ms/sec	20	5
b %	80	> 80
c ms	2	4
d %	20	40

Az *a-d* típusú zajok együttes fellépése esetén nyilván alacsonyabbak a küszöb értékek.

IRODALOM

- Wiggins R. A., 1978, Minimum Entropy Deconvolution. *Geoexploration* v. 16. No. 1/2.
 Gray W. C., 1979, Variable Norm Deconvolution. *Stanford Expl. Project Rep.* No. 19.
 Stone D. G., 1976, Robust Wavelet Estimation By Structural Deconvolution. Presented at the 46-th SEG meeting held in Houston
 Meskó Attila, 1972, A digitális szeizmikus feldolgozás alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest.
 Késmárky István, 1980, Vegyesfázisú dekonvolúció és jelalak becslés (GKV jelentés)

Autokorrelációs függvény invertálása

Az autokorrelációs jelalakok nulla fázisának ismerete lényeges könnyítést jelent az inverz szűrésnél, mivel ekkor az inverz szűrő is nulla fázisú kell, hogy legyen. A megoldásnál kiindulhatunk a valós, pozitív $\Phi(f)$ spektrumból. Tegyük föl, hogy egy konstanssal való szorzással elértük, hogy

$$\max(\Phi(f)) < 2.$$

Ekkor $\Phi(f)$ fölírható, mint egy egységnyi konstans és egy $\Psi(f)$ perturbáló tag összege úgy, hogy $|\Psi(f)| \leq 1$:

$$\Phi(f) = 1 + \Psi(f), \tag{A1}$$

$\Phi(f)$ inverze az alábbi Taylor sorba fejthető:

$$\frac{1}{\Phi(f)} = \frac{1}{1 + \Psi(f)} = 1 - \Psi(f) + \Psi^2(f) - \Psi^3(f) + \dots \tag{A2}$$

A sor a $|\Psi(f)| < 1$ tartományon konvergens. $|\Psi(f)| \ll 1$ értékeire a sor első néhány tagja jó közelítést adja az inverznek.

Sajnos, $\Psi(f) - 1$ -hez közeli értékeket fölvehet, ahol a spektrum kicsi. Ilyen esetben a sorfejtés értéke nem haladja meg a figyelembe vett tagok számát, $1/\Phi(f)$ közelítése nem válik meghatározatlan, instabil nagy számmá.

Célszerű az alábbi közelítés alkalmazása:

$$\frac{1}{\Phi(f)} \approx 1 - a_1 \Psi(f) + a_2 \Psi^2(f) - a_3 \Psi^3(f) + \dots \tag{A3}$$

ahol $1 > a_1 > a_2 > \dots > 0$.

A kapható megoldás közel fehér spektrum esetén lesz pontos. $\Psi(f) \approx -1$ esetén a megoldást a tagok száma határozza meg, $\Psi(f)$ kis megváltoztatása a megoldást alig befolyásolja, tehát stabil.

Az (A2) vagy (A3) megoldás az időtartományban konvolúciós operátorok lineáris kombinációjának (összegének) felel meg.

Ez belátható az alábbi lépésekben: (A1) alapján felírható $\Psi(f)$ időtartománybeli transzformált párja:

$$\psi(t) = \varphi(t) - \delta(0) \tag{A4}$$

ami nem más, mint az adott, egységre normált autokorrelációs függvény, centrális eleme nélkül. A teljes megoldás az (A2) alapján ilyen $\psi(t)$ operátorokkal írható föl:

$$\varphi^{-1}(t) = \delta(0) - \psi(t) + \psi(t) * \psi(t) - \psi(t) * \psi(t) * \psi(t) + \dots \tag{A5}$$

Jelalakbecslés esetén az (A5) súlyfüggvény alkalmazása az alábbi iterációval ekvivalens:

$$w_{i+1} = w_i - \psi * w_i \tag{A6}$$

ahol w_1 tetszőleges adott, $w * \varphi$ alakú függvény. (Az argumentumokat itt és a továbbiakban elhagyjuk.) Egyszerűen belátható a fenti állítás:

$$\begin{aligned} w_2 &= w_1 - \varphi * w_1 = w_1 * (\delta(0) - \varphi) \\ w_3 &= w_1 - \varphi * w_2 = w_1 * (\delta(0) - \varphi + \varphi * \varphi) \\ &\vdots \\ w_n &= w_1 * (\delta(0) - \varphi + \varphi * \varphi - \varphi * \varphi * \varphi + \dots) \end{aligned} \quad (A7)$$

(A7) jobb oldalán felismerhető az (A5) súlyfüggvény. (A6) szemléletes jelentése az, hogy w_1 -ből minden i -edik iterációs lépésben kivonjuk a $\varphi(t)$ autokorrelációs függvény nem kívánatos mellékmaximumainak megfelelő járulékokat. Ezt mindig csak a w_i jelalak közelítés segítségével végezhetjük el.

Az (A3) formulának megfelelő iteráció az alábbi alakú lehet:

$$w_{i+1} = \frac{1}{2} [w_i + w_1 - \varphi * w_i] \quad (A8)$$

(A8) alkalmazásával a következő a_i együtthatók kaphatók:

$$\begin{aligned} w_2 &= w_1 * \left(\delta(0) - \frac{1}{2} \varphi \right) \\ w_3 &= w_1 * \left(\delta(0) - \frac{3}{4} \varphi + \frac{1}{4} \varphi * \varphi \right) \\ w_4 &= w_1 * \left(\delta(0) - \frac{7}{8} \varphi + \frac{1}{2} \varphi * \varphi - \frac{1}{8} \varphi * \varphi * \varphi \right) \\ &\vdots \end{aligned}$$

Az a_i együtthatók az alábbi, Pascal-háromszöghöz hasonló séma soraiként képezhetők:

$$\begin{array}{cccc} & & \frac{1}{1} & & \\ & & \swarrow & \searrow & \\ & \frac{2}{2} & & \frac{1}{1} & \\ & \swarrow & & \swarrow & \\ \frac{4}{4} & & \frac{3}{4} & & \frac{1}{1} \\ \swarrow & & \swarrow & \searrow & \swarrow \\ \frac{8}{8} & & \frac{7}{8} & & \frac{4}{8} & & \frac{1}{8} \end{array} \quad (A9)$$

Az egymás alatti sorok nevezői 2 hatványai szerint növekednek. A belső elemek számlálói a két szomszédos felső elem számlálójának összege. A monoton csökkenő a_i súlyok alkalmazásának előnye, hogy az egyre hosszabb súlyfüggvények egyre kisebb súllyal szerepelnek a megoldásban.

A megoldás stabilizálását és a konvergencia gyorsítását a becült jelalak szárnyainak elnémitását végző automatikus eljárás nagymértékben elősegíti. Az alkalmazott program a w_i burkolója alapján jelöli ki w_i domináns szakaszát. Öt iteráció általában bőségesen elegendő a stabil megoldás számításához.

A teljesség kedvéért megmutatjuk, hogy az (A6) kifejezéssel leírt iterációnak milyen még egyszerűbb, stacking szerű eljárás felel meg. Ehhez csupán az (A6) kifejezés részletesebb leírására van szükség:

$$\begin{aligned}
 w_{i+1} &= w_1 - \varphi * w_i + \varphi(0) \cdot w_i \\
 &= x(t) * r(-t) - w_i * r(t) * r(-t) + w_i \\
 &= [x(t) - w_i * r(t)] * r(-t) + w_i & \text{(A10)} \\
 &= [x(t) - x_i(t)] * r(-t) + w_i \\
 &= \Delta x_i(t) * r(-t) + w_i,
 \end{aligned}$$

ahol a zárójelbe tett tag az eredeti és a w_i jelalakkal számítható modell csatorna különbsége. A $\Delta x_i(t)$ különbség $r(t)$ -vel korrelálódó része a w_i becsléshez adódik, mint korrekció. (A w_1 tag az eredeti $x(t)$ csatorna és az $r(t)$ korrelációs függvénye!)

Minden korreláció az $x(t)$ vagy $\Delta x_i(t)$ csatorna $r(t)$ elemeinek megfelelő eltolását, skálázását és összeadását jelenti. Az így kapott összegben a jelek erősítik egymást, a zajok az interferencia miatt csillapodnak.

Ez tehát lényegében azonos a többszörös fedés eljárásával.

Egyesületi hírek

Beszámoló a 26. Nemzetközi Geofizikai Szimpóziumról és a további tervekről

Hagyományos nemzetközi nagy rendezvényünkre idén, szeptember 22 – 25. között, az NDK-ban, *Lipcseben* került sor a markleebergi mezőgazdasági állandó kiállítás (agra) konferencia termében.

A megnyitó plenáris ülésen a szimpózium főrendezője – a *VEB Geophysik, Leipzig* – áttekintést adott a geofizikai kutatás NDK-beli 30 éves fejlődésének eredményeiről.

A szimpózium szaküléseinek két szekciójában összesen 65 előadás hangzott el bolgár, csehszlovák, kubai, lengyel, magyar, német és szovjet előadóktól. A magyar résztvevők 13 előadást tartottak, amelyeket élénk érdeklődés kísérte. Jól sikerült az ez évi Ifjúsági Ankéton az első három helyezést elért előadás fiatal előadóinak nemzetközi bemutatkozása is.

Az előadások témaválasztása mind a felszíni geofizikai módszerek, mind a mélyfúrású geofizika területén a szimpózium hivatalos tárgyköréhez kapcsolódott.

A szimpózium szakmai programjához geofizikai műszerbemutató is tartozott, amelyen idén a megszokottnál kevesebb kiállítóval találkozhattak a résztvevők. Hazánkat a műszerbemutatón az *ELGI* és a *NIKEX* képviselte. Csehszlovákiából a *Geofizika n. p. Brno* vett részt, a főrendező NDK részéről a *VEB Geophysik Leipzig*, a *Robotron*, a *Kabelwerk Plauen* és az *NDK Tudományos Akadémiájának Földfizikai Intézete* állított ki.

Nyolc szocialista országból (*Bulgária, Csehszlovákia, Kuba, Lengyelország, NDK, Szovjetunió, Vietnam* és *hazánk*) érkezett 390 résztvevő között hazai geofizikusaink, a főrendező után a legnépesebb küldöttséget alkották. A *Magyar Geofizikusok Egyesülete* 70 fős delegációján kívül a műszerkiállítás résztvevőjeként, valamint kétoldalú magyar–NDK geofizikai együttműködés keretében további 24 magyar szakember képviselte a hazai geofizikát.

A szimpózium résztvevői számára szervezett egynapos szakmai kirándulás igen emlékezetes élményt nyújtott a híres NDK-beli külszíni barnaköszén-bányászat – *Lipce* közelségében levő – külfejtésének megtekintésével, valamint a bányászatot követő rekultiváció problémáinak és eredményeinek helyszíni megismerésével. A kirándulás különleges színfoltját jelentette az *Altenburgi Vármúzeum*.

A 26. *Nemzetközi Geofizikai Szimpózium* ideje alatt ülést tartott a szimpózium nemzetközi rendezőbizottsága, amelyen sor került az évenkénti nemzetközi geofizikai szimpózium szervezésére vonatkozó szerződés megújítására. Az új szerződéshez – amely a kialakult hagyományok szerint ad keretet és alapot a további rendezvényekhez – hivatalosan csatlakozott a *Szovjetunió* is, a nemzetközi rendezőbizottságban képviselétével. A „*Nyftegeofizika*” kapott megbízást.

Csehszlovák partnereink bejelentették, hogy a soronkövetkező 27. *Nemzetközi Geofizikai Szimpóziumot*, 1982. szept. 7 – 11 között, *Csehszlovákiában, Pozsonyban* rendezik.

Az 1983. évi 28. szimpózium pedig valószínűleg ismét Magyarországon kerül megrendezésre.

Az 1982. évi rendezvényre az 1. sz. körlevelet a Rendezőbizottság még az idén kiadja, mivel az előadások beadásának határideje korábbi lesz a megszokottnál. Ezúton is felhívjuk erre tagtársaink figyelmét.

NAGY ZOLTÁN

Felhívás az *Acta Geodaetica Geophysica et Montanistica* támogatására

A jelenleg 16. évfolyamában levő *Acta Geodaetica Geophysica et Montanistica* feladata, hogy a geodézia, geofizika és bányászat területén elért magyar tudományos eredményeket ismertesse a nemzetközi tudományos közösséggel. Emellett közli külföldi tudósoknak Magyarországhoz valamilyen módon kapcsolódó tanulmányait, sőt esetenként nem zárkózik el egyes tudományos konferenciák anyagának közlésétől sem.

A folyóirat elsődleges céljának eléréséhez az szükséges, hogy a benne képviselt szakterületeken elért legkiemelkedőbb tudományos eredményeket ismerjék alkotóik. Ennek érdekében kérjük ezen szakterületek vezető szakembereit, különösen pedig a kutatóintézetek irányítóit, gondoskodjanak arról, hogy a megfelelő eredményekről szóló beszámolók eljussanak a lap szerkesztőségéhez. Kérjük azt is, hogy amennyiben szakmai lektorálás céljából tanulmányokat küldünk nekik, azokat gondosan és szigorúan bírálják felül, és közöljék kifogásaikat.

Tájékoztatásul közöljük, hogy a lap ezentúl külön geodéziai, geofizikai és külön bányászati számokkal fog jelentkezni. Rövid átmeneti idő után a közlés kizárólagos nyelve az angol lesz. Amennyiben egy tanulmányt kutatóintézettől vagy egyetemi tanszéktől kapunk meg és annak tartalmát ott megvitatták, ennek megfelelően a szerzők az esetleges kifogásokat figyelembe vették és ezt a körülményt kifejezetten közlik a szerkesztőséggel, úgy ezt egyik szakmai lektori véleményként elfogadjuk. Minden más esetben a szerzővel nem azonos munkahelyen dolgozó két kollégától kérünk lektori véleményt (a jelzett esetben csak egytől).

A tanulmányokat két példányban kérjük beküldeni, angol vagy magyar nyelven. Ha angol nyelven kapjuk a tanulmányt, úgy lehetőség van az elfogadás után fordítói díj fizetésére. Az ábrákat nem szükséges tussal rajzolva küldeni, mivel a kiadó minden ábrát átrajzoltat. Az viszont lényeges, hogy az ábrák világosak, egyértelműek legyenek, lehetőleg kevés szöveggel.

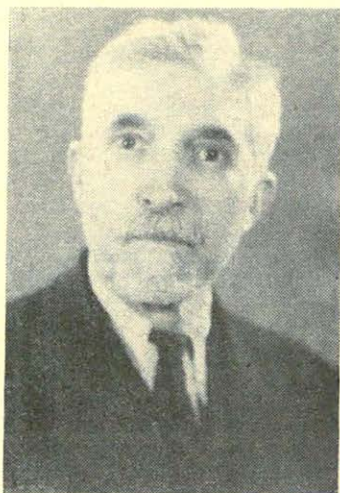
Kérünk minden kollégát, segítse elő a folyóirat színvonalának emelését és evvel tegye lehetővé szakterületeink nemzetközi megbecsülésének növelését is.

VERŐ JÓZSEF

MEGEMLÉKEZÉS

SZEC SŐ D Y M I K L Ó S

(1881 – 1962.)



Szecsődy Miklós 1881. május 15-én született Egyházas-Szecsődön, Vas megyében. Születésének 100. évfordulója alkalmából idézzük emlékét, emlékezve derűs egyéniségére, az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet hajdani fáradhatatlanul tevékeny munkatársára.

Középiskolai tanulmányait Szombathelyen kezdte meg, majd néhány éven át Erdélyben járt iskolába, de a reáliskola VIII. osztályát már Budapesten a Toldy Ferenc főreálban végzi el és itt tesz érettségi vizsgát.

Katonai szolgálatának egyéves önkéntes idejét az Osztrák – Magyar Monarchia haditengerészetének kötelékében 1903/04-ben tölti le, egyetemi tanulmányait ezt követően végzi. 1908-tól kezdődően már Szecsődy is részt vehetett a műegyetemi Geodéziai Intézet felsőgeodéziai munkálataiban és ezt követően, 1910. szeptember 30-án a Pénzügyminisztérium háromszögelési hivatalához nevezik ki műszaki rapidíjasi minőségben, ahol 1910-től 1913-ig terjedő időben Matheóczy-Fleischer Kálmán, Szecsődy Miklós és Szilágyi Béla együtt végeznek az országban számos kijelölt ponton csillagászati meghatározásokat, amely munkáik eredményeit 1915 és 1917. években, két kötetben adják közre [1, 2].

1913. június 29-én háromszögelő segéddé lép elő és az ott kijelölt feladatai mellett, az 1911-től, 1914-ig terjedő években, a műegyetem tanársegédi teendők ellátására is megbízást nyer.

1914-ben, az I. világháború kitörésének idején, Szecsődy is elhagyja békés, polgári tevékenységének helyét és bevonul katonai alakulatához és a Monarchia haditengerészetének pólai hadikikötőjébe, ahol a Hydrographisches Dienst (Vízrajzi Szolgálat) csillagászati osztályán, chronométer-tiszti beosztásban teljesít szolgálatot. Ebben a minőségében feladata volt a haditengerészet összes óráinak – természetesen hajó óráinak – az ellenőrzése és karbantartása.

Leszerelését követően, 1918-ban, a Pénzügyminisztérium bányakutatási osztályába történt áthelyezése kapcsán, Szecsődy az „Eötvös Loránd-féle geofizikai mérésekhez” nyer beosztást, bár a megelőzőekben már más korábbi érintkezései is léteztek az Eötvös-féle mérésekkel. Itt talán utalnom kell arra, hogy 1906 szeptemberében a Nemzetközi Földmérő Szövetség XV. általános konferenciájának Budapesten megtartott ülésén, az azon résztvevő nagy tekintélyű külföldi szakemberek részéről a magyar kormányhoz intézett az az óhaj és javaslat hangzik el, hogy a kormány támogassa és segítse elő az Eötvös által megkezdett és megítélésük szerint rendkívüli jelentőséggel bíró nehézségi erő mérések lehető folytatását.

Az előterjesztett kérelem és javaslat mérlegelését követően a kormány a megjelölt cél támogatását 60 000, – K/év összegnek 3 éven át, azaz 1907, 1908 és 1909. években, az állami költségvetésbe történő beállításával biztosítja és ennek az összegnek a csavarási-ingával végzendő vizsgálatok költségeinek fedezésére való felhasználását teszi lehetővé.

A konferencián kialakult megbeszélésekben azonban némi kétségek is kifejezésre jutottak a csavarási-ingamérésből nyerhető nehézségi adatok megbízhatósága iránt és ezek nyomán az a kívánság is kifejezésre jutott, hogy az ily módon származó eredmények szabatossága relatív-ingamérések útján volnának ellenőrizendők. Erre az észrevételre való tekintettel Eötvös indítatva érezte magát arra, hogy a kormány első kiutalását két teljes invariabilis-inga berendezésének beszerzésére használja fel, amelyekkel az ellenőrző mérések – elvben – elvégezhetőek volnának.

Itt talán utalnom kell arra, hogy a Műgyetem új épületének 1907-ben történt befejezésével, Dr. Bodola Lajosnak, a Műgyetem akkori geodézia professzorának lehetővé vált tanszékét egy külön Geodéziai Intézettel is összekapcsolni. Amikor az 1906. évet követően Eötvös az elnyert állami támogatással már szélesebb arányokban végezhetette csavarási-ingaméréseit és az ezekkel összefüggő felsőgeodéziai mérések ellátása is szükségessé vált, Eötvös Bodola professzor intézetét kérte fel ezeknek a méréseknek az ellátására és a már állami támogatásból beszerzett relatív-inga berendezését, összes tartozékaival együtt, a Geodéziai Intézetnek adta át és ugyanakkor az elvégzendő mérések ellátására Bodola professzor adjunktusát, utóbb a geodéziai tanszéken tanárságában is tanszéki utódját, Oltay Károlyt kérte fel és bízta meg, hogy a gravitációs mérésekkel kapcsolatosan végzendő minden mérések a célnak és igényeknek legjobban megfelelő szabatossággal történjenek meg. Oltay számára arra is lehetőség nyílt, hogy a szükséges mérések metodikáját a potsdami Geodéziai Intézetben tanulmányozhassa, a beszerzendő új mérőeszközöket, műszereket a potsdamiak segítségével kiválogathassa és azok beszerzése után, a műszerek szakszerű kezelését elsajátíthassa.

Ennek megtörténtét követően, 1908-ban, Oltay első tennivalójává vált az 1906-ban befejezésre jutott, a Potsdam „g abszolút” mérésben meghatározott alapértékből kiindulóan, Magyarország számára az új Műgyetem Geodéziai Intézetében létesített geodéziai főalappontra érvényes helyi értéket levezetni. Az így átszarmaztatott érték lett kiindulási értéke azoknak a relatív-nehézségméréseknek, amelyeket a továbbiakban Oltay végzett abból a célból, hogy az azokon nyert nehézségi értékek az Eötvös Loránd által végzett csavarási ingaméréseihez országos nehézségi szintet meghatározó értékekül szolgálhassanak. (3, 4.).

Az 1908-ban Potsdamot Budapesttel összekötő relatív-ingamérésben, Oltay mellett, de következőkben Magyarországon végzett több relatív-ingamérésekben is, jó ideig Oltayval együtt, Szecsődy Miklós is részt vesz. Oltay, vonatkozó jelentéseiben, Szecsődynek ezekben a mérésekben való közreműködését 1908 – 1909 – 1911 – 1914 – 1916 – 1917 – 1918. és 1923. évekre vonatkozóan felemlíti. Majd jóval később, 1944-ben kiadott összefoglaló beszámolójában Szecsődyről ismét megemlékezik, mint akiről számos munkatársa közül elsősorban kell megemlékeznie, „... aki ... teljes önállóan is, kiváló intuícióval, végezte reá-háruló tennivalóit”. (3.)

1918-ban a Pénzügyminisztériumba történt áthelyezésével Szecsődy Miklós az „Eötvös Loránd-féle gravitációs kutatószolgálat” mind rendszerezesebbé váló gyakorlati érdekű feladataival jut szorosabb kapcsolatba. Ezt követően ez a szolgálat rövidesen „Eötvös Loránd Geofizikai Intézet” nevet veszi fel és ezen a néven működik tovább.

Ebben a keretben is, Szecsődynek jelentős tennivalói származtak, ahol korábbi szolgálati helyein szerzett tapasztalatait igen előnyösen használhatta fel. A csavarási-ingák kezelésében és karbantartásában, általánosságban az intézetben folyó laboratóriumi munkában, de a terepi mérések ellátásában és az azoktól nyert értékek kiértékelésében is változatos és célszerűségekre törekvő kezdeményezéseivel igen hasznosan járult hozzá az Eötvös Intézetben folyamattá alakult munka menetéhez. Eötvös Lorándnak 1919. április 8-án bekövetkezett elhunytá utáni időben, a Geofizikai Intézet személyi ellátottsága elég bizonytalanak mutatkozott, amennyiben a vezető Dr. Pekár Dezső főgeofizikus, később miniszteri tanácsos mellett, csupán Szecsődy Miklós volt a minisztériumi állományba besorolt munkatársa. Az intézeti munkák ellátására mindig időszakai munkavállalókat kellett bevonní, akik túlnyomóan fizikai, matematikai tanárok, vagy mérnökök lehettek, de akiket mindenkor bevezető instrualásban kellett részesíteni és ezt követően is tevékenységüket irányítani. Szecsődy mindig élen járt ezeknek a tennivalóknak az intézésében, végül is az egyre nagyobb arányokban folyó terepi munkák vezetését is önállóan intézte.

Időközben lehetősége nyílt Szecsődynek külföldön végzendő torziós-ingamérésekben is résztvennie. 1927/28 telén Indiában, Upper Assam tartományban, a Burmah Oil Co. Ltd. számára, igen nehéz terepi viszonyok között, olajkutató érdekében végzett méréseket, majd 1936/37. évek téli időszakában, Dél Iránban, Khuzistán tartományban, a Perzsa-öbölhöz közeli területen, az Anglo-Iranian Oil Co. részére végez ellenőrző torziós-ingaméréseket. (5,6.)

1940-ben még bányatanácsossá lép elő, de röviddel utána nyugállományba vonul és kiválik a tényleges szolgálatból, ami azonban nem jelent számára télenlétséget, mert különböző geodéziai munkálatok ellátására vállalkozik.

1947-ben az Állami Földhivatallal köt munkaszerződést és mint magánvállalkozó elvállalja a nógrádmegyei Szécsény község környékének torziós-ingával történő felmérését, amihez az Eötvös Intézettől kér és kap kölcsön 2 db torziós-ingát és az Intézet két volt munkatársával együtt végzik el a méréseket.

Utóbb a Magyar-Amerikai Olajipari R.T.-nél, a vállalat saját geofizikus csoportjának használatában álló automatikusan működő ingáinak karbantartását vállalja el mindaddig, amíg ez az egész geofizikus kutatócsoport, átszervezés útján, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézethez nem nyer beilleszkedést, ami 1949-ben következik be. Ekkor Szecsődy ismét régi intézeteivel kerül kapcsolatba, ahol saját kezdeményezéséből, Haáz Istvánnal és másokkal együtt, egy új torziós-inga típus kidolgozásán fáradoznak. Ennek prototípusa 1959-ben

készüelés több vonatkozásban eltér az eredeti ingamegoldástól. Az új Szecsődy – Haáz-ingának a csillapodási ideje, egy csillapító szerkezet beiktatása útján, 15 – 20 percre volt leszállítható. Ennek az ingának gyakorlati használatbavétele már nem kerülhetett sor. De arra sem kerülhetett sor, hogy Szecsődy Miklós megálljon és örökös újrakezdése helyett végül megpihenhessen. Számára a megpihenés már az örökké tartó megpihenésre volt fenntartva. 1962. január 1-én fejezi be fáradságot nem ismerő, vég nélküli küzdelmeit.

1981. május 15-én, születésének századszor forduló napján emlékezünk szelíd, mindenki számára mindenkor segítséget nyújtani kész, derűt sugárzó, meleg tekintetűre. Az emberi sorsnak a vége az elmúlás, de akik ismerték Szecsődy Miklóst, amíg élnek szeretettel fognak Reá emlékezni és a reávaló emlékezést mindvégig megőrizni.

Budapest 1981. május havában.

SZILÁRD JÓZSEF

IRODALOM

1. Az Országos Kataszteri Felmérés háromszögelő hivatalának ... azimut- és sarkmagasság meghatározásai ... stb. *Matheóczy-Fleischer Kálmán, Szecsődy Miklós és Szilágyi Béla* ... 1915 és 1917 években.
2. *Oltay Károly*: Tudományos Geodézia, Bp. 1930.
3. *Oltay Károly*: Az Eötvös-ingával végzett függővonal deviáció-meghatározások pontossága ... stb. Bp. 1927.
4. *Oltay Károly*: A Magyar Geodéziai Intézet invariábilis-ingákkal végzett relatív-gravitáció-mérései. Bp. 1944.
5. *Desiré Pekár*: Rapport pré a la quatrieme assemblée ... a Stockholm en aout 1930. Bp. 1930.
6. *Pekár Dezső*: Eötvös Loránd. A torziós-inga ötven éves jubileumára, Bp. 1941.

CONTENTS

<i>E. Z. Kiss – P. Szlabóczky</i> : Well logging techniques in planning underground tunnels	201
<i>I. Szulyovszky</i> : Pseudo-acoustic impedance section computation and adoption in direct hydrocarbon exploration	214
<i>I. Késmárky</i> : Comparative Study of Wavelet Estimation Methods	227
News about the Association	236
Commemoration	238

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Э. Кишиш – П. Сладоуцки</i> : Значение каротажных работ для проектирования туннелей для метро	201
<i>И. Суевскии</i> : Псевдоакустический каротаж и его применение в прямых поисках нефти и газа	214
<i>И. Кешмарки</i> : Сравнение методов определения формы сейсмического сигнала	227
Новости в общества Венгерских геофизиков	236
Воспоминания	238

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. 23

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

81.955. Állami Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Mihalek Sándor igazgató

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507