

MAGYAR

# Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA  
BUDAPEST, 1975. XVI. ÉVFOLYAM, 4. SZÁM

**MAGYAR GEOFIZIKA**  
**a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE folyóirata**

**XVI. évfolyam**

**4. szám**

**TARTALOMJEGYZÉK**

<i>Véges István – Zsellér Péter: Automatikus információ meghatározás reflexiós szeizmogrammból</i> .....	121
<i>Karas Gyuláné – Lantos Miklós – Nagy Zoltán – Péterfai Béla – Vida Zsolt – Zimányi István: Első hazai kísérletek CH telepek és környezetük vizsgálatára elektromos mérésekkel</i> .....	129
<i>Késmárky István – Kloska Károly – Makáry Elemér: Szintvonalas térképek gépi előállítása</i> .....	136
<i>Jesch Aladár: Kőzetfeszültség, kőzetszilárdság, mélyfurási geofizika</i> .....	147
Lapszemle: .....	146, 160

**MAGYAR GEOFIZIKA**

Szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

Szerkesztőség címe: 1368 Budapest, Anker köz 1. Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 221–285. Levélcím: 1906 Budapest Pf. 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

75.882. Állami Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Boskovitz A. Gyula

Terjeszti: **MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE**

Megjelenik évente hatszor

Megrendelhető egész évre 60,— Ft előfizetési áron, mely összeg a MTESZ 232–90171–2494 csekkszámájára fizetendő be. Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

**Index: 26 507**

# Automatikus információmeghatározás reflexiós szeizmogrammokból\*

VÉGES ISTVÁN – ZSELLÉR PÉTER\*\*

*A GSI 600 és 700 programcsomag alapján kidolgoztunk egy számítógépes módszert, amellyel meghatározhatjuk a reflexiós horizontokat és azok mentén az amplitúdó és a sebesség folytonos változását.*

*A cikkben ismertetjük a módszer fő lépéseit és terepi példákon mutatjuk be alkalmazását.*

*С использованием комплекса программ ГСИ-600 и -700 был разработан метод, позволяющий определить на ЭВМ отражающие горизонты, а также постепенное изменение амплитуд и скоростей по этим горизонтам.*

*В настоящей работе описываются основные этапы работ по рассматриваемому методу, причем применение последнего иллюстрируется на фактических примерах.*

*Based on the program-package GSI 600 and 700 a computer method has been constructed for the determination of reflection horizons and of the continuous variation of amplitude and velocity along them. The main steps of the method are described and applications in the field are shown.*

Az utóbbi években a reflexiós szeizmikus adatfeldolgozásban a kvantitatív információ meghatározás felé fordult a figyelem. Több adatfeldolgozó központban kifejlesztettek olyan számítógépes algoritmust, amellyel a reflexiós horizontok mentén folytonosan meghatározhatók az amplitúdó, az energia, a sebesség és egyéb, az értelmezés számára informatív mennyiségek.

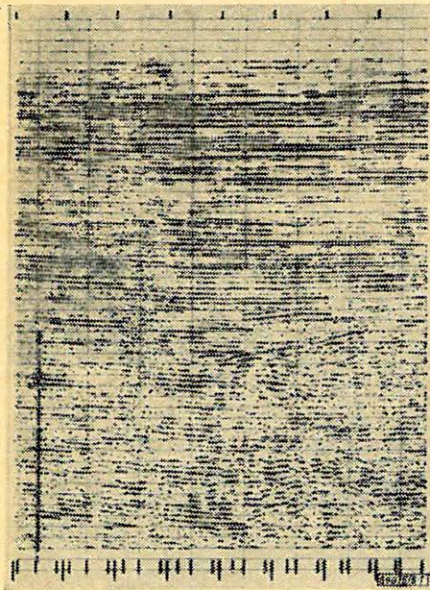
A különféle módszerek mind többszörös fedéses mérési rendszerrel nyert adatokat használnak fel. A mélységpontként elvégzendő analízis és a hatalmas adattömeg tárolása, mozgatása igen számítás- és időigényes, és így drága. A szelvény mentén folytonosan meghatározott információk azonban nagy segítséget nyújtanak az időszelvények értelmezésében, sőt új távlatokat nyitnak a szeizmikus módszer alkalmazásában.

Megfelelő pontosságú becslés esetén ugyanis az amplitúdókból, a sebességekből és egyéb szeizmikus paramétereiből közvetlen földtani információk (agyag-homok arány, olaj és gáz akkumuláció, olaj-víz határ stb.) is származtathatók.

*1. ábra.* Stacking időszelvény, amelyen bemutatjuk az ismertetett módszer egyes lépéseit.

*Рис. 1.* Временной разрез ОГТ, на котором показываются отдельные шаги предлагаемого метода

*Fig. 1.* A stacking time profile showing individual steps of the method considered



\* Elhangzott 1974. szeptemberben, a XIX. Szimpóziumon, Torunban.

\*\* Véges István – Zsellér Péter; Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Geofizikai Kutatási Üzem, Budapest.

Számos elvi és gyakorlati probléma miatt azonban a szeizmikus módszer közvetlen földtani kutatásban való alkalmazása még nem vált ipari gyakorlattá. Jelenleg a becsült paraméterek elsősorban az időszelvények minőségének javításában és az értelmezésben jelentenek nagy segítséget.

A cikkben beszámolunk ebben a témában végzett fejlesztési munkánk első eredményeiről. Kidolgoztunk egy számítógépes módszert, amellyel meghatározhatjuk a reflexiók horizontokat és azok mentén az amplitúdó és a sebesség folytonos változását. Ismertetjük a módszert és az 1. ábrán látható többszörös fedéses szelvényen mutatjuk be alkalmazását.

### A módszer ismertetése

A módszer három fő fázisból áll. Az első fázisban a szelvény mentén mélységpontként moveout scan eljárással sebesség- és amplitúdóbecslést végzünk. A második fázisban a  $t_0$ - $NMO$ -amplitúdó tartományban koherens pontokból szegmenseket képezünk, amiket reflexiók elemeknek feleltetünk meg. A nem korrelálódó pontokat, mint zajokat kizárjuk a további műveletekből. A harmadik fázisban a szegmenseket különböző paraméterek alapján válogatjuk.

A továbbiakban részletesebben áttekintjük a módszert egyes lépéseit.

Az első fázisban a szelvény mentén minden egyes mélységre moveout scan számítunk. A közös mélységpontú csatornák összegét az alábbi átlagos, keresztszorozattal súlyozzuk a jobb jelkiemelés érdekében:

$$w(t) = \frac{\left[ \sum_{k=1}^N a_k(t + \Delta t_k) \right]^2 - \sum_{k=1}^N [a_k(t + \Delta t_k)]^2}{N(N-1)},$$

ahol  $a_k(t)$  a  $k$ -edik összegzendő csatorna,  
 $\Delta t_k$  a  $k$ -edik csatornára alkalmazott korrekció,  
 $N$  a közös mélységpontú csatornák száma,  
 $w(t)$  a súly.

Ezekután a súlyozott összeg

$$s(t, \Delta t_{\max}) = \frac{w(t)}{N} \sum_{k=1}^N a_k(t + \Delta t_k)$$

ahol  $\Delta t_{\max}$  a referencia offsetre vonatkozó moveout. A súlyozott összegzéssel kapcsolatban Zsellér Péter végzett vizsgálatokat.

A 2. ábrán, amely egy szelvény mentén számított moveout scan sorozatot ábrázol, megfigyelhetjük, hogy a lokális maximumok dőlt, elnyúló vonulatként jelentkeznek. A dölések az egész moveout scanen azonosak, és belátható, hogy csak az összegzésben résztvevő csatornák offsetjeitől függ.

Az összegzendő jelek közelítőleg parabola mentén helyezkednek el. Ha  $x_k$ -val jelöljük a  $k$ -edik csatorna offsetjét,  $x_{\max}$ -al azt az offsetet, amelyre az adott  $\Delta t_{\max}$  moveout vonatkozik, akkor a  $k$ -edik csatornán levő jel a

$$t_k = t_0 + \Delta t_{\max} \left[ \frac{x_k}{x_{\max}} \right]^2$$

időpontban van. Az összegzett jel  $t^*$  ideje közelítőleg a  $t_k$  idők számtani közepe:

$$t^* = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N t_k.$$

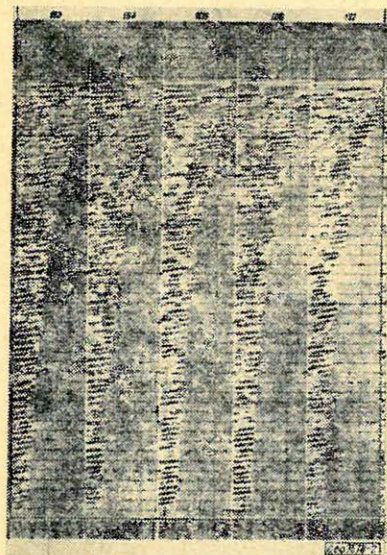
$t_k$  fenti kifejezését behelyettesítve, kapjuk:

$$t^* = t_0 + \Delta t_{\max} \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \left[ \frac{x_k}{x_{\max}} \right]^2,$$

$t^*$  tehát a  $t_0 - \Delta t_{\max}$  síkon, azaz a moveout scan síkján egy egyenes mentén helyezkedik el, amelynek iránytangense adott  $x_{\max}$  esetén az  $x_k$  offsetektől függ. Ezt a jelenséget a lokális maximumok kijelölésénél felhasználjuk.

A kijelölhető maximumok  $t_0 - NMO$ -amplitúdó értékhármast határoznak meg. A szelvény mentén minden mélységpontra elvégezzük a fenti műveletet. A meghatározott  $t_0$ -amplitúdó értékekből mélységpontonként impulzuscsatornákat képezhetünk és időszelvényt szerűen ábrázolhatjuk azokat. A 3. ábrán ezt az impulzusszelvényt láthatjuk. Összehasonlítva az 1. ábrával, látjuk, hogy a moveout scanek lokális maximumaiból előállított szelvény egyáltalán nem tisztább, mint a hagyományos összegszelvény. Zajból is nagyon sok lokális maximum származik a moveout scaneken, ezért további műveletekkel kell megtisztítani adatrendszerünket. Megjegyezzük, hogy a lokális maximumokhoz tartozó sebességek itt nincsenek ábrázolva, de azok is éppoly zajosak lennének, mint az időszelvényt szerű kép.

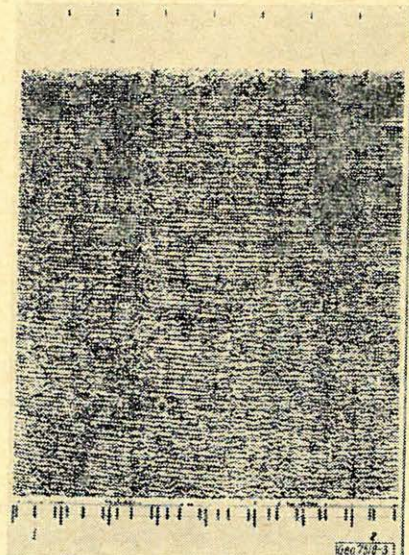
A módszer második fázisában a rendezetlen zajokból származó maximumok eltávolítása történik. Ennek egy lehetséges módja, hogy az időben, moveoutban és amplitúdóban koherens maximumokat a szelvény mentén kiválogatjuk. Ha a szomszédos mélységpontokon talált lokális maximumok az időben egy  $\delta t_0$ , a moveoutban egy  $\delta \Delta t$  küszöbértéken belül megegyeznek és ampli-



2. ábra. Moveout scanek sorozata a 153 – 157. mélységpontokra.

Рис. 2. Серия перебрсов динамических поправок в пунктах глубин 153 – 157

Fig. 2. Series of moveout scans for depth points 153 – 157



3. ábra. A moveout scanek lokális maximumaiból készült impulzusszelvény.

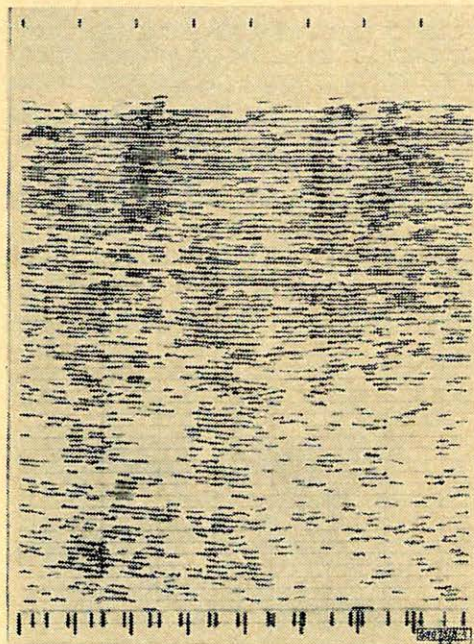
Рис. 3. Импульсный разрез, составленный по гокальным максимумам перебрсов динамических поправок

Fig. 3. Impulse-profile gained from local maxima of move-out scans

túdójuk aránya is kisebb egy értéknél, a pontokat összetartozónak tekintjük és a továbbiakban reflexiós szegmenseként kezeljük. Legalább három mélységponton keresztül követhető pontokból alkotunk egy szegmenst, a többi adatot zajnak tekintjük és eldobjuk.

A meghatározott szegmenseket azonosító sorszámokkal látjuk el. A szegmenseket jellemző értékek a mélységpontonkénti idő, amplitúdó, sebesség valamint ezek átlaga és szórása.

A 4. ábrán a 3. ábrán bemutatott impulzusszelvényből előállított szegmensszelvény látható. A szegmensekhez tartozó sebességek itt sincsenek ábrázolva. A szelvény tisztább lett, de még mindig sok koherens zajból származó szegmens maradt. Ezeket további műveletekkel kell eltávolítani.



4. ábra. Szegmensszelvény. A 3. ábrán látható impulzusszelvényből készült

Рис. 4. Разрез сегментов, составленный по импульсному разрезу, представленному на рис. 3.

Fig. 4. Segment-profile, made on the ground of impulse profile of Fig. 3.

A detektált szegmensek minősíthetők szegmenshossz, sebesség, sebesség-szórás, intervallumsebesség és egyéb rendelkezésre álló adat alapján. Minden paraméter szerint, előírt küszöbértékekkel osztályozhatjuk a szegmenseket. Az amplitúdóértékek a jelenlegi amplitúdó visszaállítási eljárásunk miatt nem kerülnek felhasználásra.

A sornyomató-kiírásokból megbecsülhetjük az egyszeres reflexiók sebességintervallumát és ennek alapján elkülöníthetjük az egyszeres és a többszörös reflexiókat. A 8. és 9. ábrán az egyszeres, illetve a többszörös szegmensszel-

A módszer harmadik fázisában történik a számítási eredmények analízise és ennek alapján a szegmensek különböző paraméterek alapján való értékelése, osztályozása. Ez a fázis tehát közvetlenül a kiértékelési, értelmezési munkákhoz kapcsolódik. A számítási eredmények a szelvényyszerű adatábrázoláson kívül sornyomatón történt kiíratásokon állnak rendelkezésre. Ilyenek a szegmensparaméterek táblázata (5. ábra), a  $V-T$  és a  $V^2T-T$  koordináta-rendszerben kinyomatott adatok (6. és 7. ábra).

Ezen utóbbi kiíratásból az intervallumsebességek egyszerű, grafikus úton becsülhetők. Mivel az  $i$  és  $i+1$  horizontok közötti intervallumsebesség közelítőleg:

$$V_{int} = \sqrt{\frac{V_{i+1}^2 T_{i+1} - V_i^2 T_i}{T_{i+1} - T_i}},$$

ahol  $V_i$  az  $i$ -edik horizont átlag *rms* sebessége,

$T_i$  az  $i$ -edik horizont átlag-ideje,

a  $V^2T-T$  koordináta rendszerben levő pontokat összekötő egyenesek iránytangenseiből leolvashatók az intervallumsebesség négyzetei.

MELYSEG PONT INTERVALLUMI:				350	44							
SZEGM	HOSSZ	EMPNT	BENNE	T	V	A	TSZ	VSZ	ASZ	KMA2/SEC*E3		
22	10	29	4	572	2028	18432	1	26	135	2352		
27	6	31	2	1511	1848	30720	1	13	0	5160		
28	5	31	1	1356	1741	10240	0	0	0	4110		
29	8	31	4	595	1985	20992	1	26	155	2344		
30	5	31	1	626	1957	20480	0	0	0	2396		
36	5	33	3	3128	2770	30720	0	3	0	23990		
41	5	33	3	1044	2138	30720	1	20	0	4772		
42	6	33	4	932	1899	22016	1	34	140	2360		
48	6	34	5	767	1976	30310	1	30	14	2994		
50	5	35	5	2954	2243	24985	4	3	140	14861		
51	14	35	10	872	1873	26624	2	45	158	3050		
52	7	36	7	2736	2450	28000	3	110	133	16421		
56	6	37	6	2765	2187	29013	3	4	47	13222		
61	6	37	6	947	1889	26202	6	27	111	3370		
65	13	38	7	692	1932	28672	3	40	103	2502		
73	5	39	5	1280	1735	23756	4	9	152	3076		
76	16	39	6	664	1926	30037	2	33	29	2462		
79	5	40	5	3103	2384	24100	3	5	155	17634		
84	5	40	5	640	2082	30720	2	12	0	2773		
94	6	42	3	2281	2428	15701	2	3	143	13440		
95	6	42	3	2535	2686	15010	2	103	91	18207		
97	5	42	3	2024	2239	29354	3	80	26	10140		
102	6	42	3	1060	1778	30720	1	31	0	3350		
103	12	42	3	770	1989	30720	1	26	0	3040		
106	13	42	3	618	1946	25250	1	10	56	2330		
111	5	43	2	1664	1939	30720	0	0	0	6254		
115	5	43	2	897	2092	18432	3	40	45	3925		
121	6	44	1	1400	2221	12280	0	0	0	7320		
122	5	44	1	1388	2140	30720	0	0	0	6391		
124	7	44	1	830	2003	24576	0	0	0	3320		

Geo 75/8-5

5. ábra. A szegmens-paraméterek sornyomatán kiírt táblázata. A számoszlopok rendre: szegmens sorszám, szegmenshossz, a szegmens első mélységpontja, a vizsgált mélységpont-intervallumba eső szegmenshossz, idő, sebesség, amplitúdó, idő-szórás, sebesség-szórás, amplitúdó-szórás,  $V^2T$ .

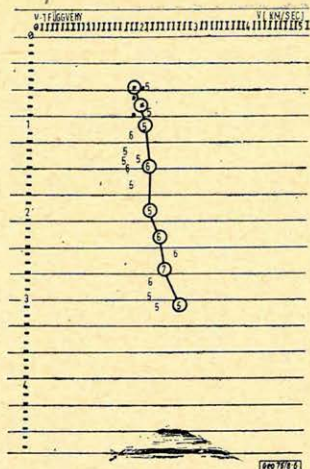
Рис. 5. Параметры сегмента, записанные строчкопечатающим устройством. Колонки содержат: номер по порядку сегментов, длину сегментов, первый глубинный пункт сегмента, длину первого сегмента, приходящегося на интервал изучаемых глубинных пунктов, время, скорость, амплитуду, разброс времени, разброс скоростей, разброс амплитуд,  $V^2T$ .

Fig. 5. Table of segment parameters written out by a line printer. The columns are als follows: numero of the segment, length of the segment, its first depth-point, length of segment falling into the depth-point-interval considered, time, velocity, amplitude, standard error of time, standard error of velocity,  $V^2T$ .

vényt láthatjuk, amiket a 4. ábrán bemutatott szegmensszelvényből kaptunk, a megfelelő sebességintervallum alapján való osztályozással. A területen erős többszörös reflexiós tevékenység volt. A válogatással sikerült a szegmensszelvényt megtisztítani a többszörösöktől, és így a felszín alatti rétegződés egy tisztább, könnyebben értelmezhető képét létrehozni.

Sokszor hasznos lehet a kiértékelő számára a horizontoknak a meghatározott sebességértékekkel való szelvénytérkép ábrázolása (10. ábra).

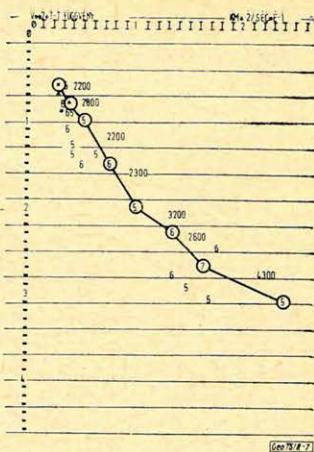
A szegmenseknek az állandó sebességű összegzéses sebességmeghatározási eljárásához hasonló ábrázolása is lehetséges. A kívánt mélységpont tartományba



6. ábra. A szegmensek ábrázolása a sebesség-idő koordináta rendszerben. A tíznél tövidebb szegmensek a hosszukkal, az annál hosszabbak csillaggal vannak jelölve.

Рис. 6. Представление сегментов в системе координат скорость-время. Длина сегментов, более коротких десяти, обозначается их длиной, а более длинных — звездочкой

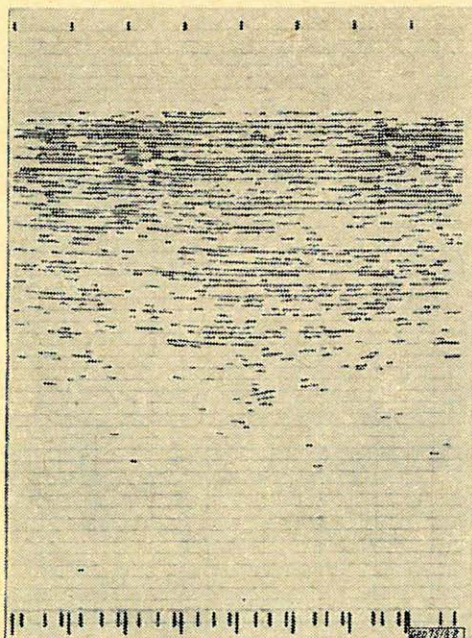
Fig. 6. Representation of segments in a velocity-time coordinate system. Segments shorter than 10 figure by their length, the longer ones marked by asterisk



7. ábra. A szegmensek ábrázolása a  $V^2T-T$  koordináta rendszerben. A tíznél rövidebb szegmensek a hosszukkal, az annál hosszabbak csillaggal vannak jelölve.

Рис. 7. Представление сегментов в системе координат  $V^2T - T$ . Длина сегментов, более коротких десяти, обозначается их длиной, а более длинных — звездочкой

Fig. 7. Representation of segments in a coordinate system  $V^2T - T$ . Segments shorter than 10 figure by their length, the longer ones marked by an asterisk



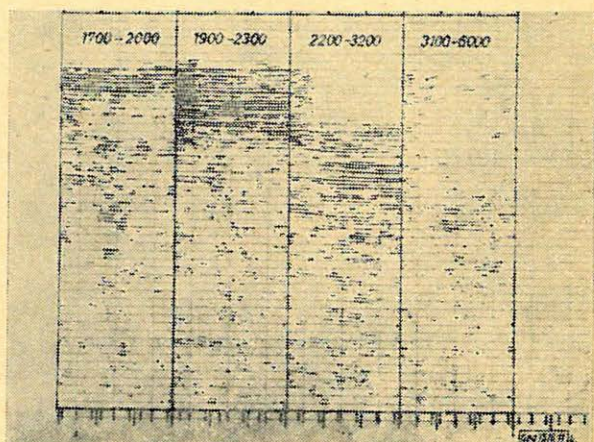
8. ábra. Az egyszeres reflexiók szegmensszelvénye. A 4. ábrán látható szegmensszelvényből készült, az egyszeres reflexiók sebességsávjába eső szegmensek kiválogatásával.

Рис. 8. Разрез сегментов однократных отражений. Составлен по разрезу сегментов, представленному на рис. 4. путем выделения сегментов, приходящихся на интервал скоростей однократных отражений

Fig. 8. Segment-profile of single reflections. Constructed from the segments obtained by selecting from the profile of Fig. 4. those ones falling into the velocity-band of single reflections



eső szegmenseket előírt sebességablak sorozat szerint válogathatjuk, és így a 11. ábrán látható sebesség scan-szerű képet kapunk. Ennek alapján is megbecsülhetjük a sebesség-idő függvényt.



11. ábra. Sebességablak sorozattal válogatott szegmensek.

Рис. 11. Сегменты выделенные по сериям окон скоростей

Fig. 11. Segments selected by means of velocity-window-series

### Összefoglalás

A mélységpontonkénti sebességbecslés lehetőséget nyújt az egyes pontokban végzett becslés hibáinak csökkentésére. A szelvény menti sebességmenetből felismerhetők bizonyos hamis vagy torzult sebességek. Ezek vagy korrigálhatók, pl. simítással, vagy kizárhatók, mint hibás értékek. A sebességbecslés elérhető pontossága – anyagminőségtől függően – 5–10%. Az intervallumsebességek számítása is jó ellenőrzési módja a felépített modell helyességének. Erre jelenleg kézi eszközökkel van lehetőség; a számítógépes algoritmus kidolgozása folyamatban van.

A módszer az összegzéshez és a migrációhoz felhasználható sebességbecslésen kívül, közvetlen értelmezési problémák megoldásához, mint pl. az egyszeres és a többszörös reflexiók elkülönítése, is hasznos lehet.

A módszer végső fázisa általában többszöri értelmezői döntést és programfutásba való ismételt beavatkozásokat igényel, aminek legalkalmasabb eszköze interaktív hardware rendszer lenne. Ennek hiányában is igyekeztünk a számítógép és a felhasználó közötti kommunikációt a lehetőségekhez képest a legkényelmesebbé kialakítani.

### IRODALOM

- Schneider, W. A.: Developments on seismic data processing and analysis (1968–1970). *Geophysics* 1971. v. 36. n. 6.
- Sherwood, J. W. C. – Poe, P. H.: Continuous velocity estimation and seismic wavelet processing. *Geophysics* 1972. v. 37. n. 5.
- Garotta, R.: Selection of seismic picking based upon the dip, moveout and amplitude of each event. *Geophysical Prospecting* 1971. v. 19. n. 3.
- Quarles, M.: Correlation of extracted seismic properties with known oil and gas deposits. Petty-Ray Geophysical Inc. kiadvány 1973.
- GSI kiadvány: 700 package, seismic data processing, 1972.
- Zsellér Péter: Összegzésen alapuló sebességmeghatározási eljárások felbontóképességének növelése. *Magyar Geofizika* 1974. XV. évf. 3–4. szám.

# Első hazai kísérletek CH-telepek és környezetük vizsgálatára, elektromos mérésekkel\*

KARAS GYULÁNÉ—LANTOS MIKLÓS—NAGY ZOLTÁN—  
PÉTERFAI BÉLA—VIDA ZSOLT—ZIMÁNYI ISTVÁN\*\*

*A Geofizikai Kutatási Üzem geoelektromos mérési módszereinek továbbfejlesztése területén 1971 óta tervszerű munkával törekedtünk olyan külföldi tapasztalatok felhasználására, melyek CH-telepek felkutatásához, illetve feltárásához a gyakorlatban használható eszközöket képezhetnek a szénhidrogénkutató geofizika számára.*

*Az előadás röviden ismerteti azokat az új technikai eszközöket és eljárásokat, melyekkel 1972 és 1973 folyamán már eredményes kísérleteket végeztünk tisztán felszíni, illetve mélyfúrásokban és felszínen végzett észlelések kombinációjával, két hazai CH-telepen.*

*Az első hazai kísérletek eredményei arról tanúskodnak, hogy az új eljárások rendszeres alkalmazása a CH-telepek felkutatásához, illetve lehatárolásához hasznos segédeszköz lehet.*

*На Предприятии геофизической разведки Треста нефтяной промышленности начиная с 1971 г. проводится планомерная работа для использования опыта, накопленного за-границей в области поиска и разведки нефтегазовых месторождений.*

*В работе коротко излагаются новые технические средства и методы, с использованием которых в 1972 и 1973 гг. уже были проведены эффективные опытные работы наземными методами и комбинированным наземнымскважинным методом на двух венгерских месторождениях нефти и газа.*

*Полученные результаты показывают, что систематическое применение новых методов может оказаться полезным средством поиска и оконтуривания нефтегазовых залежей.*

*As a part of development of geoelectric measuring methods used at the Geophysical Exploration Enterprise it has been our aim since 1971 to adopt such foreign experiences, which could furnish useful practical tools for the exploration of CH beds with geophysical methods.*

*The paper deals with the new technical tools and procedures applied during the years 1972 and 1973 and the results obtained by combination of purely surface as well as of bore-hole measurements on two CH beds in Hungary.*

*The results of these first experimental measurements in Hungary have shown that the systematic application of the new methods can be useful for the detection respectively exact location of CH beds.*

Az alkalmazott geofizika módszereinek fejlesztésében a legutóbbi években olyan törekvések figyelhetők meg, amelyek a szénhidrogéntelegek felkutatásához a geológiai szerkezetre jellemző adatok mellett egyéb — a CH-telepek felderítéséhez közvetlenebb módon hasznosítható — mérhető információk szerzésére irányulnak.

Ezek eredményeképpen, többek között már az 1960-as években publikáltak cikkeket külföldön eredményesen kipróbált geoelektromos mérési változatokról, amelyek egyrészt CH-telepek felkutatásánál, másrészt a már mélyfúrással harántolt CH telepek horizontális kiterjedésének meghatározására, lehatárolására használhatók [1], [2], [3], [4].

Ezek a mérések kedvező eredményeket adnak olyan esetben, amikor a földtani modell eleget tesz bizonyos alapfeltételeknek. Például, ha a CH-telep, jelenléte következtében megnő a tárolóközet fajlagos ellenállása a meddő, illetve a vízzel kitöltött közetkez képest.

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemének szakembereiként 1971-ben lehetőségünk volt részletesebben megismerkedni egy tanulmányút keretében

\* Elhangzott 1974. nov. 12—13-án a 7. Vándorgyűlésen, Szolnokon.

\*\* OKGT Geofizikai Kutatási Üzem.

ilyen mérések eredményeivel a moszkvai *VNIIGEOFIZIKA* elektromos módszerekkel foglalkozó részlegében. A tanulmányozott példák esetében felszíni elektromos, illetve elektromágneses mérésekkel – speciális terepi metódikával – meghatározták különböző mélységben elhelyezkedő szénhidrogéntelepek által létrehozott fajlagos ellenállás anomáliákat (1500–2600 m). A méréseket egyrészt már ismert telepeken végezték kísérleti jelleggel, másrészt a mérésekkel kimutatott anomáliákon utólagosan mélyített fúrások *CH*-telepeket tártak fel.

Ugyanezen alkalommal tanulmányozhattuk azoknak a geoelektromos méréseknek eredményeit is, amelyeket a mélyfúrásban és a fúrás környezetében a felszínen elhelyezkedő táp és mérőelektroda-kombinációkkal végzett mérésekkel nyertek a *CH* telepek kiterjedésének körvonalazása céljából [5].

A látott, kedvező eredmények a módszerek hazai kipróbálására ösztönöztek. Célunk elsősorban az volt, hogy ezeket az eljárásokat már ismert, hazai *CH* telepeken a rendelkezésre álló műszertехnikai lehetőségeink mellett kísérleti jelleggel alkalmazzuk.

A kísérleti adatokból támpontot nyerhetünk a módszerek rendszeres alkalmazásának műszertехnikai feltételeire és a várható eredmények megítélésére.

Az első kísérleteket 1972-ben a fedémesi gáztelepen végeztük, felszíni mérések formájában, az egyenáramú dipol mélyszondázásoknál használt műszerberendezések és felszerelések felhasználásával. A mérésekkel egyrészt azt kívántuk megvizsgálni, hogy a felszín alatt mintegy 500 m mélységben levő gáztelep, amely az elektromos karottázs szelvényeken jellegzetes ellenállás-anomáliával jelentkezik, a felszínről történő méréseknél milyen anomáliát okoz? Másrészt meg akartunk győződni arról, hogy a felszíni mérések alapján kapott fajlagos ellenállás-anomáliák tükrözik-e az egyes fúrások között a karottázs szelvények alapján kimutatható fajlagos ellenállásváltozásokat?

A kísérleti mérések kétoldali dipol ekvatoriális szondázásokból álló szelvényrendszer bemérésével, a *Fedémes-6.* és a *Fedémes-15.* sz. fúrásokot összekötő, mintegy 2100 m hosszú szelvényen történtek, amely mellett még további 5 fúrás helyezkedik el, közöttük három gáztermelő. A szondázások középpontjai – a tápdipolok – a szelvény irányára merőlegesen, 200 m-es távolságban követték egymást. A szondázások dipolsugara mindig a mérési szelvény mentén haladt. A dipolsugár növelés azonban – eltérően a hagyományos szondázásoknál alkalmazott mértani haladványtól – az anomáliák várható zónájában, 300–1200 m közötti dipolsugaraknál lineáris volt, 25 m-es egyenküli lépésekkel.

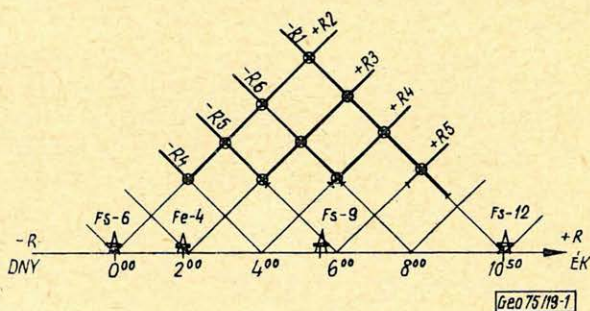
Ez a mérési rendszer a hagyományos szondázásoktól eltérően, olyan egyenletes adat-mintavételezést biztosít, amely lehetővé teszi kis vastagságú és kis horizontális kiterjedésű rétegek hatásának felismerését és nyomon-követését is. A hagyományos szondázások görbéin ez a hatás legfeljebb csak egy-egy kissé kiüti pont formájában jelentkezhet, amit a kiértékelő mérési hibának vagy zavaró torzulásnak minősítene és elhanyagolna. A szűrőelmélet alapján is kézenfekvő mérési rendszerrel kapott adatok elemzésének elveit és gyakorlati megvalósítását a legújabb szovjet geoelektromos kézikönyvben B. K. Matvejev részletesen ismerteti [6].

A kísérleti mérésekről az *1. ábrán* bemutatott terítésvázlat ad áttekintést, amely a refrakciós szeizmikus mérések lövési rendszerének áttekintésére alkalmazott szokásos szemléltetési utat követi. A vízszintes tengely a mérési vonalat

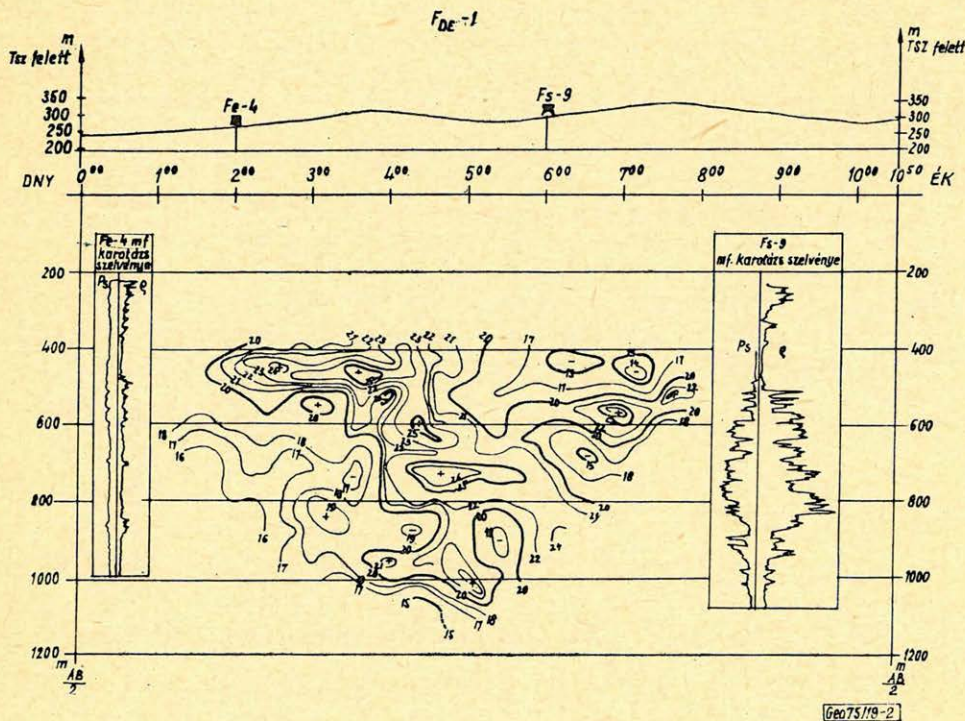
jelképezi a kétoldali szondázások középpontjaival, a  $45^\circ$ -os emelkedésű egyenesek a  $+R$  és  $-R$  irányokban egy-egy szondaközéppontból lineáris lépésközzel bemért ágakat jelölik.

A  $45^\circ$ -os ágak metszéspontjai az ún. kölcsönös pontok, amelyek a tápdipol és a mérődipol helyzetének felcserélődésével jönnek létre. A kölcsönös pontokban a két irányból mért látszólagos fajlagos ellenállásnak meg kell egyeznie, ha külső zavaró hatás nem lép fel. Ilyen módon a kétoldali szondaágakat egyesítő terítésvázlat lehetővé teszi az értelmezés vezérfonalául szolgáló izo-ohm szelvény megszerkesztését is, ahol a kölcsönös pontokban teljesülő fajlagos ellenállásérték-korrespondencia a ki-mutatott anomáliák megbízhatóságának egyik fontos ellenőrzési lehetősége képezi.

$F_{DE}^{-1}$  szelvény  
lineáris De szondázások terítés vázlata



1. ábra - puc. - Fig.



2. ábra - puc. - Fig.

A tapasztalat szerint a 200 – 400 m-es tápdipolok és az 50 m-es mérődipolok közötti hosszkülönbség a mérési szelvény első 1000 m-es szakaszán nem zavarta a korrespondenciák teljesülését a kölcsönös pontokban. Azonban a szelvény második felén, ahol a gáztermelő kutak fő gyűjtővezetétek rendszere, valamint számos ipari elektromos távvezetékek és egyéb zavaró létesítmény is volt (szénbánya), nem lehetett biztosítani az értelmezés számára megbízható mérési adatokat. Az 1. ábra tehát csak az értelmezéshez felhasználható eredményekről ad áttekintést.

A bemért szelvényrendszer alapján megszerkesztett látszólagos fajlagos ellenállás-szelvényt (izo-ohm szelvény) a 2. ábra mutatja. A szelvény vertikális irányban látszólagos mélységet mutat, a geoelektromos módszernél szokásos  $AB/2$  paraméter szerint, ami jelen esetben az aktuális dipolsugarat jelenti.

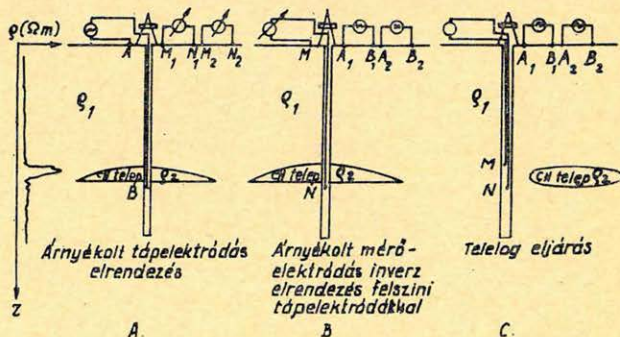
Az izo-ohm szelvényen a fúrások elektromos szelvényezése alapján várt fajlagos ellenállás anomáliák egyértelműen kirajzolódnak. Megfigyelhető a szelvény  $0\infty$  vonalkarójának irányában a látszólagos fajlagos ellenállásértékek csökkenése, amit a karottázsszelvények jeleznek a gáztermelő kutak irányából ( $Fs-9$ ;  $Fs-12$ ) a még gázosnak tartott  $Fe-A$ . sz. kút felé.

A fedémesi gáztelepen végzett kísérleti mérések tapasztalatai szerint a lineáris szondázások módszere alkalmasnak bizonyult a kiválasztott területen a CH-telepes összetett fajlagos ellenállásanomáliájának kimutatására és változásainak indikálására. A módszer szakirodalmában a látszólagos fajlagos ellenállás-szelvény helyettesítésére az ún. differenciális izo-ohm szelvényt szerkesztik meg, amely lényegében a látszólagos fajlagos ellenállás szelvény deriváltjaként származtatható. Bizonyos esetekben ugyanis a rétegsor geoelektromos paramétereinek változása olyan, hogy az izo-ohm szelvény közvetlenül nem emeli ki jellegzetesen a keresett információkat. Jelen esetben a rétegsor paramétereinek kedvező volta miatt a differenciális izo-ohm szelvény a látszólagos fajlagos ellenállás szelvényhez képest több információt nem adott, így közlését mellőztük [6] [7].

Mélyfúrással harántolt kőolajtelep horizontális kiterjedésének lehatárolására 1973 végén végeztünk újabb kísérleteket.

A kísérletnél alkalmazott eljárást az „árnyékolt elektróda módszere” néven ismertették a szovjet szakirodalomban 1965-ben. Lényegét tekintve rokonelveken alapul a TELELOG eljárás, melytől a WORLD OIL 1971-ben közölt publikációt.

Ezeknek a méréseknek elrendezését a 3. ábrán tekinthetjük át. Az árnyékolt elektródás módszert a 3a. ábra mutatja. A mélyfúrással harántolt CH-



3. ábra – puc. – Fig.

Geo75/19-3

telep alá helyezett tápelektroda áramterét a környezetnél nagyobb fajlagos ellenállású telep leárnýekolja. A felszínen mozgó  $MN$  mérődipollal mért potenciálkülönbség és a tápáramerősség alapján meghatározott fajlagos ellenállás változásából a mérési szelvényben a telep széle kimutatható.

Azonos eredményt ad – a táp- és mérőelektrodák négyelektrodás mérésre érvényes kölcsönösségi elve folytán – a 3b. ábrán látható inverz konfiguráció, amikor a tápdipol mozog a felszínen és a mérődipol egyik elektrodja van a  $CH$ -telep alatt.

A 3c. ábra szerint a *TELELOG* mérésnél is az  $AB$  tápdipol mozog a felszínen, itt azonban az  $MN$  mérődipol mindkét elektrodjával a kútban mozog, különböző mélységekben. A *TELELOG* célja a közlések szerint a meddő kutak mintegy 1000 m-es körzetében fajlagos ellenállásanomáliát okozó hatók felderítése – melyek kedvező esetben  $CH$ -telepet jelezhetnek – így további fúrások esetében a produktivitás valószínűbb.

Árnyékolt elektrodás módszerrel végzett modellkísérlet eredményeként kapott fajlagos ellenállásváltozást mutat be a 4. ábra, idealizált  $CH$ -telep esetére. A szelvénygörbe a telep szélének közelében maximumot jelez, amelyet a gyakorlatban a kút térségében elvégzett mérésekkel meghatározva, megállapítható a  $CH$ -telep horizontális kiterjedése.

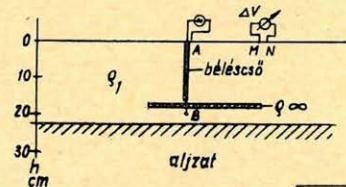
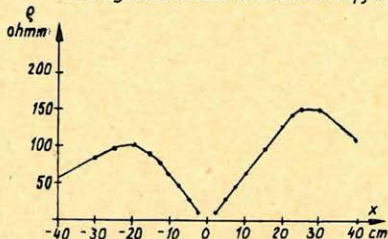
A módszerek alkalmazása a gyakorlatban beléscsővezetlen lyukszakaszt kíván. 1973 végén a Pusztapáti 1. sz. mélyfúrásnál kínálkozott először lehetőség az árnyékolt elektrodás módszer kísérleti alkalmazására. Adott volt mind a telepet harántoló nyitott lyukszakasz, mind pedig az a feltétel, hogy a  $CH$ -telep és környezetének fajlagos ellenállása között megfelelő kontraszt legyen.

A fúrási adatokból és a mélyfúrásban elvégzett elektromos karottázmérések szelvényeiből megismert kis fajlagos ellenállású terciér üledéksor (5–10 ohmm) alatt 2664 m mélységben helyezkedett el a triászkorú dolomit olajtároló. Az olajtelep mélységintervallumában a fajlagos ellenállás közel 2500 ohmm, az alatta levő vizes szakaszon pedig 300–800 ohmm közötti. Ez a modell kedvezőnek bizonyult az árnyékolt elektrodás módszer kipróbálására.

A méréseket a mélyfúrásból kiinduló szelvényvonalon végeztük a 3b. ábra szerinti inverz elrendezéssel, ugyanis technikai okok miatt el akartuk kerülni a tápelektroda elhelyezését a fúrólyukban. Ez a megoldás azzal a nehézséggel járt, hogy a tápdipol mozgatása a felszínen ( $AB$  400 m); 200 m, ill. 400 m-es lépésközzel lassította a méréseket és a kivitelezéshez szükséges gépi-és létszükséglet megnőtt.

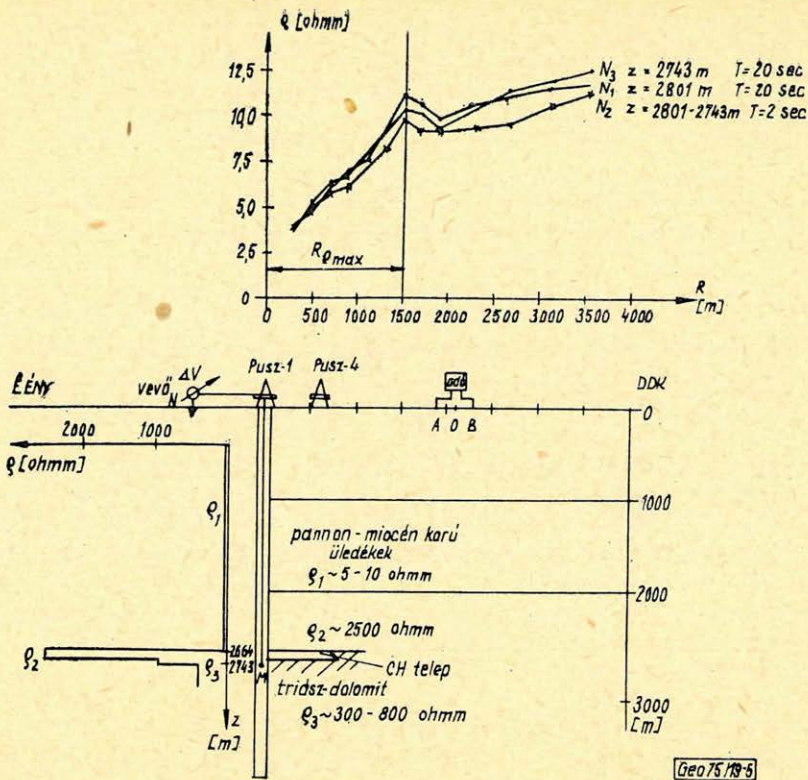
Az észlelelektrodák egyike a lyukszáj közelében, a másik a telep alatt változó mélységben helyezkedett el. A különböző mélységben történő észlelést ellenőrzési céllal végeztük. A mérésnél két frekvenciát alkalmaztunk, az egyik közel egyenáram (0,05 Hz) volt, a másik 0,5 Hz. A mérőberendezés a nagy mélységű frekvenciaszondázásainknál alkalmazott apparátus volt.

Az árnyékolás hatása modellmérés alapján



(Geof 76/19-4)

4. ábra – puc. – Fíg.



5. ábra — puc. — Fig.

A mérések eredményeképpen kapott fajlagos ellenállásszelvényt az 5. ábra mutatja. A különböző periódusú árammal, ill. különböző mérőelektroda helyzetekkel mért adatok azonos lefutású görbéket eredményeztek. Mindhárom görbén jellegzetesen kirajzolódik a nagy ellenállású árnyékoló réteg (CH telep) horizontális lehatárolódását jelző maximum. A görbe további emelkedését az okozza, szemben a 4. ábrán bemutatott modellel, hogy a valóságban a telep alatt a terciér üledéksornál jóval nagyobb az aljzat fajlagos ellenállása. A modellmérésnél az aljzat hatása nem jelentkezett.

Az árnyékoló réteg lehatárolását jelző maximum megjelenésének helye a fajlagos-ellenállásszelvényen a települési viszonyoktól is függ. A települési mélység és a telep kiterjedésének mérete befolyásolja a kapott eredményeket. Ezért a kísérletek stádiumában a mért adatok alapján a telep kiterjedése csak bizonyos közelítéssel volt meghatározható. Annyit biztosra vehettünk, hogy a telep kiterjedése a mérési szelvény mentén legalább 700–800 m-t elér a Pusz-1 mélyfúrástól számítva.

A kísérleti mérés alapján megállapított következtetéseket a mérési szelvényen a Pusz-1 mélyfúrástól mintegy 600 m távolságban lemélyített Pusz-4 sz. fúrás igazolta, néhány hónappal a kísérletek befejezése után. A fúrás még a telep határán belül, az olajos zónában mélyült, azonban jellegét tekintve a premerészen, a kapott közlések szerint.

1974-ben a Pusz-4 mélyfúrásnál további kísérleteket végeztünk, melyek a mérőberendezés tökéletesített változatának kipróbálását szolgálták első-sorban, bár a telep ÉK-i irányú lehatárolására is szolgáltattak további ada-

tot. A telep kiterjedése ebben az irányban a mérések szerint max. kb 500 m, ezt a megállapítást a Pusz-6 sz. fúrás meddő volta igazolta. Az újabb kísérletek során a méréseket már az eredeti, árnyékolt tápelektrodás elrendezéssel végeztük, a 3a. ábra szerint. A mérővevő megnövelt érzékenysége következtében a fúrásba bocsátandó tápáram erőssége nem haladja meg az 1 ampert.

Az ismertetett kísérletek számos további kérdést is felvetettek még mind elméleti, mind módszertani értelemben. Ezek részletesebb elemzése a rendelkezésre álló keretek között, a jelen dolgozat keretében nem lehetséges. A módszerek további finomítása mind modellkísérletek útján, mind terepi mérésekkel látszik célszerűnek [8].

Előadásunkban elsősorban az alkalmazott geofizika hazai szakembereinek – ezen belül a CH-kutatás területén a különböző geofizikai méréseket tervező, irányító, illetve az eredményeket felhasználó szakemberek – figyelmét kívántuk felhívni az első sikeres kísérletek eredményeinek bemutatásával azokra a lehetőségekre, amelyek a két ismertetett mérési módszer további, szélesebb körű alkalmazásában rejlenek.

Az árnyékolt elektrodás módszer alkalmazásának előnyei és felhasználásának lehetőségei különösebb magyarázatra nem szorulnak. A módszertől várható eredmények a mélyfúrás geofizikai szelvények elemzése alapján előre megbecsülhetők adott esetben. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a módszer alkalmazásával kapcsolatban nagy szerepe van az elektromos karottázs szelvények interpretációjánál a CH-telepre, illetve a környezetére jellemző valódi fajlagos ellenállás minél pontosabb meghatározásának.

A csak felszíni mérések – a lineáris szondázások – tekintettel a szükséges jelentős időráfordításra a mérési vonalak gondos kiválasztását igénylik. Alkalmazhatók pl. szeizmikusan felderített szerkezetek környezetében a fúrások megkezdését megelőzően, vagy CH-nyomokat indikáló, de produktívnak nem minősülő fúrások környezetében, ahol további kutatófúrások lemélyítését tervezik és a geológiai viszonyok a módszer alkalmazására kedvezőek. A módszer hatékonyságát lényegesen javíthatja – mind a ráfordítások, mind a geofizikai eredmények szempontjából – az egyenáramú mérésről a tranziens, vagy változó frekvenciájú elektromos mérésre való áttérés [9].

#### IRODALOM

- [1] Korol'kov Ju. Sz. O vügyelenyii nyeodnorodnosztyej vüszokovo szoprotyivlenyija (tyipa gazonyeftjanüh zalezsej) pri interpretacii krivüh ZSZM Prikladjana Geofizika 49. 1967.
- [2] Kiriček M. A. i drug. O vozmoznosztyi okonturovanyija gazonyeftjanüh zalezsej metodom elektricseszkih zongyirovanyij sz iszpolzovanyiem szkvazsinü. Geologija nyeftyi i gaza No. 12. 1965.
- [3] Kiriček M. A. i drug. O rezultatah elektrorazvedocsnü isszledovanyij pri poiszkah zalezsej nyeftyi i gaza. Prikladnaja Geofizika 56. 1969.
- [4] Kukuruza V. D.: Vozmoznoszty okonturivanyija gazovüh i nyeftjanüh zalezsej metodom ekranirovannovo elektroda. Geologija Nyeftyi i gaza No. 11. 1969.
- [5] Karas Gyuláné – Lantos M. – Nagy Zoltán: Beszámoló az 1971. évben a Szovjetunióban tett tanulmányútról. OKGT. GKÜ Dok. tár. 1971.
- [6] Matvejev B. K.: Interpretacija elektromagnitnü zongyirovnyij. Nyedra. 1974.
- [7] E – I/4. sz. Információs jelentés az 1972. évben a fedémesi gázmezőn végzett geoelektromos mérésekről. OKGT. GKÜ. 1973.
- [8] E – I/7. sz. Információs jelentés a Pusztapaati – 1. mélyfúrás környezetében 1973-ban végzett geoelektromos mérésekről. OKGT. GKÜ. 1974.
- [9] Dzwiniel J.: CH-telepek litológiai-faciális csapdának felszíni kutatómódszere a vizsgált rétegek helyi ellenállásanomáliáinak és tárolótulajdonság anomáliáinak kereséseként. Prace Geologiczne 73. Varsó 1972. (NIMDOK ford. C 6097)

## Szintvonalas térképek gépi előállításá\*

K É S M Á R K Y I S T V Á N – K L O S K A K Á R O L Y –  
M A K Á R Y E L E M É R \*\*

Szabályos rácsálózatban adott értékeket felhasználó térképrajzoló programot ismertetünk. Az eljárás lényege kétdimenziós interpolálás, majd a szintvonalaknak megfelelő koordináták kijelölése.

Az interpolációt a szükséges pontosságig az egzakt képlettel végezzük. A módszer minden kiegészítő feltétel nélkül biztosítja a hegyidomtani és vonalvezetési problémák egyértelmű, elvileg jó megoldását. A rajzolást off-line TNR plotter végzi  $0,4 \times 0,4$  mm finomságú hálózatban, de az eljárás bármilyen más rajzóberendezésre is adaptálható.

A program gyorsasága lehetővé teszi nagy tömegű szintvonalas térkép előállítását. A finom hálózatra történő nagy pontosságú interpolálás következménye, hogy a kapott izotérkép koncepció nélkül, torzításmentesen ábrázolja az adatrendszert információtartalmát.

A módszer illusztrálására mágneses, gravitációs, szeizmikus és geoelektromos módszerekkel kapcsolatos példákat mutatunk be. Néhány példán rámutatunk olyan részletekre is, ahol a gépi előállítás a hagyományos kézi módszernél jobb, elvileg helyes eredményt adott.

В работе описывается программа для построения карт, использующая величины, заданные в точках сетки правильной формы. В основе метода лежит двухмерная интерполяция с последующим выделением координат, соответствующих изолиниям.

Интерполяция выполняется с использованием экзактной формулы до необходимой точности. Рассматриваемый метод без всяких дополнительных условий обеспечивает однозначное и теоретически обоснованное решение проблем, связанных с рельефом. Графическое представление карты выполняется плоттером типа TNR, работающим в автономном режиме, в сетке  $0,4 \times 0,4$  мм, но предлагаемый способ может быть приспособлен к любому другому устройству черчения.

Быстродействие программы позволяет проводить массовое построение карт. Благодаря высокоточной интерполяции, осуществляемой в тонкой сетке, получаемая карта изолиний отображает информацию, содержащуюся в серии данных, без искажений и без субъективных представлений.

Для иллюстрации приводятся примеры карт, полученных по магнитометрическим, гравиметрическим, сейсмическим и электроразведочным данным. На примере некоторых из карт приводятся детали, по которым машинный способ построения карт дает принципиально правильные результаты, превосходящие по своему качеству результаты стандартных ручных способов.

A mapping program is dealt with using values of a regular grid. The basic element of the procedure is two dimensional interpolation, then the determination of coordinates corresponding to the level lines.

The interpolation upto the necessary accuracy has been made using the exact formula. The method assures – without any additional conditions – the unequivocal and principally correct solution of topographical and tracing problems. Drawing is accomplished by an off-line TNR-plotter in a grid of  $0.4 \times 0.4$  mm dimensions, but the procedure can be adapted to other drawing equipments too.

The speed of the program enables the production of a big quantity of contour maps. A consequence of the interpolation of great accuracy made into a fine grid is that the isomap obtained represents the information content of the data system without any distortion and suggestion.

To illustrate the method, magnetic, gravity, seismic and geoelectric examples are shown. A few of them contain such details, where the use of machine-processing has given better – and in principle more correct – results than the conventional processing method.

### Bevezetés

Legtöbb geofizikai módszernél a kiértékelés alapja, vagy a végeredmény megjelenítési formája szintvonalas térkép. Az értelmezés, illetve a levonható következtetések helyességének fontos feltétele a korrekt térképszerkesztés.

\* Elhangzott 1975. jan. 9-én, a Felszíni Szakosztály ülésén.

\*\* OKGT Geofizikai Kutatási Üzem, Budapest

Tegyük fel, hogy szabályos rácshálózatban levő (tetszőleges fizikai jelentésű) adatokból kell térképet készítenünk. A gravitációs módszernél például ma már általános törekvés, hogy a mérések szabályos rácshálózat mentén történjenek. Ellenkező esetben a rendszertelen, vagy kevésbé szabályos adatok rácshálózatba interpolálása szükséges, amelynek tárgyalására nem térünk ki.

Különös paradoxon, hogy a lehetőségekhez képest pontos mérési és feldolgozási eljárásokat követő térképrajzolás egzaktnak nehezen leírható műveletként él a szakmai közvéleményben, és az adatfeldolgozási folyamat kevésbé ellenőrizhető, nem szabványosított pontját jelenti. Kétségtelen, hogy e munkafázis erősen befolyásolja a térkép értelmezhetőségét, „olvashatóságát” és esztétikai megjelenését. A kézi szerkesztés szubjektív, közelítő jellegének és a nagytömegű munkánál elkerülhetetlen hibák mennyiségének csökkentése a kiértékelés szempontjából fontos feladat. Dolgozatunkban azt kívánjuk bemutatni, hogy a kiértékelés előtti térkép-előállítás precíz matematikai alapokra helyezhető folyamat. A műveletnek az alább kifejtendő elvek alapján történő automatizálásával a térképrajzolás is a jelenlegi, rutinszerű adatfeldolgozás színvonalára emelhető.

Az OKGT Geofizikai Kutatási Üzemében a szerzők által megvalósított izotérkép-rajzoló programcsomag biztosítja, hogy a kiértékelő kezébe pontos, objektív, előzetes „konceptiót” nem tartalmazó térkép kerüljön. A térkép rajzolásakor elkövetett tudatos változtatások ugyanis a formális logika egyik axiómájának megsértését jelentik, mivel valamely tétel (jelen esetben egy feltételezett geológiai ható létezésének) bizonyításához nem használható fel ugyanaz a tétel. A geológiai modellt úgy kell megválasztani, hogy a különböző, mért fizikai paraméterekkel és egyéb geológiai megfontolásokkal minimális ellentmondásban legyen. A helyes koncepció kialakítását, azaz a földtani modell minőségi és mennyiségi meghatározását így nem zavarják szubjektív hibák, mivel a zajsintet növelő nem tudatos (egyéntől függő) rajzi tévedések is ki-küszöbölhetők.

Az eljárás mindezen túl biztosítja a hegyidomtani jellegű és vonalvezetési problémák egyértelmű, elvileg helyes megoldását.

### *Az izotérkép-rajzolás elvi alapjai*

Az algoritmus megtervezésekor tudatosan törekedtünk arra, hogy a lehető legkevesebb feltételt használjuk ki a feladat megoldásához. Az alábbi négy feltétel teljesítése mellett az elkövethető hibák becsülhetők, és pusztán numerikus jellegű többlet-ráfordítással tetszőleges korlát alá szoríthatók.

#### *I. Kétdimenziós képek digitalizálásának elve:*

Az emberi látás természetéből következik, hogy tetszőleges látvány különböző színű és tónusú foltokra bontható. A szem véges felbontóképessége miatt az elegendően finom eloszlású foltokat folytonosnak látjuk. Jó példa erre az apró szemcsékből álló fénykép.

A vázolt okok miatt tetszőleges „fekete-fehér kép” (például egy fehér alapon fekete vonalakat tartalmazó izotérkép) ábrázolható fekete és fehér foltok tömegével. A kezelhetőség kedvéért szabályos, derékszögű négyzethálót választunk, mely négyzet alakú „foltok” halmazát definiálja. Egy szeizmikus szelvényíró (plotter) „változó terület” írásmódban képes ilyen mozaikszerű kép létrehozására. A kirajzolandó csatornákon levő negatív értékek fehér, a pozitív impulzusok fekete foltot eredményeznek a filmen.

A plotter kijátszási paraméterei megválaszthatók úgy, hogy az elemi foltok négyzet (nem téglalap) alakúak legyenek. A gyakorlatban a  $0,4 \times 0,4$  mm-es méret elegendően finomnak bizonyul.

Az ilyen elemi foltokból felépülő görbe vonalak elegendően simáknak, folytonosaknak látszanak. A szeizmikus szelvényíró alkalmazásából következik, hogy a kész képet szeletenként fel kell bontani, minden szeletet egy „szeizmikus csatornán” kell tárolni. Látni fogjuk, hogy más szerkezetű mechanikus rajzoló berendezések vezérlése is egyszerűen megoldható, bár az előbbinél több gondot igényel.

## 2. Interpoláció szabályos négyzetháló adatai alapján:

Az izotérkép szerkesztését szabályos rácshálózatban levő adatok alapján végezzük,

A területet az alaphálózatra támaszkodó, finom (például 50-szer sűrűbb) rácshálózattal elemi foltokra bontjuk, melyek fekete vagy fehér tónusát a kérdéses helyen felvett függvényérték határozza meg. Szükséges tehát a környező alappontok ismeretében interpolálni a függvényt. Ismert tény, hogy a szabályos rácshálózatban mintavételezett kétváltozós függvény elvben precíz interpolációja kétváltozós szinusz kardinális függvénnyel való konvolúcióval végezhető el (Meskó, 1972.).

Gyakorlati szempontok miatt szükséges az operátor csonkítása. A csonkítófüggvény tervezéséről egy korábbi dolgozatban már beszámoltunk (Göncz, Késmárky 1972).

A kétváltozós, folytonos operátor pontos alakja:

$$O(x, y) \sin c \left( \frac{x}{\tau} \right) \cdot \sin c \left( \frac{y}{\tau} \right) \cdot \exp \left( -2\pi^2 (56 \cdot 6)^2 (y^2 + x^2) \right)$$

ahol  $x$  és  $y$  a két független változó,  $\tau$  a mintavételi távolság (az alaphálózat rácscellájának) és

$$\sin c \alpha = \frac{\sin \pi \alpha}{\pi \alpha}.$$

Az  $O(x, y)$  interpoláló függvény Gauss-csonkítás miatt elegendően koncentrált az  $(x, y)$  síkon,  $8 \times 8$  ponttal számított konvolúció esetén az interpolációs relatív hiba  $-50$  dB alatt van.

Az algoritmus elvben szükségessé teszi a finom rácsháló minden pontjában a függvény meghatározását interpolációval. Mivel így az egész felület igen részletesen ismertté válik, az egyes szintek vonalvezetése semmiféle problémát nem jelent, illetve nem vezet semmiféle dilemmához, nem igényel mesterkelt kiegészítő feltételezéseket. Hegyidomtani jellegű hibák lehetősége ki van zárva.

Megjegyezzük, hogy a kézi izotérkép-rajzolás a szinusz kardinális operátor által szolgáltatott értékekhez hasonló, a körül szóró eredményt ad.

## 3. Megfelelően mintavételezett alaphálózat:

Az interpoláció művelete csak a mintavételi törvény kielégítése esetén szolgáltat elegendően pontos eredményeket. A  $2\tau$  kétszeres rácscellánál kisebb hullámhosszú komponenseket is tartalmazó tér esetén az eredeti függvény pontos visszaállítása nem lehetséges, a térkép torzul. E hiba csak megfelelő mérési metodikával (kisebb  $\tau$  választásával) csökkenthető.

4. Szabálytalan helyzetű adatok esetén szükséges a rácshálózatba való interpolálás művelete:

Ennek tárgyalását mellőzzük.

*Az algoritmus leírása*

A szeizmikus plottert vezérlő csatornák az alaphálózatra fektetett finom rácsháló oszlopaihoz vagy soraihoz tartozó elemi cellák csúcsaiba történő interpolálás után készíthetők el. A finom rácsháló által meghatározott elemi négyzeteket akkor sötétítjük be a térképen, ha területüket metszi valamely adott izovonal.

Ennek logikai feltétele egyszerűen megfogalmazható: legyen  $A_1, A_2, A_3$  és  $A_4$  az elemi négyzet négy sarkán felvett interpolált függvényérték. Egy izovonal akkor metszi a négyzetet, ha  $A_1, A_2, A_3$  és  $A_4$  közül legalább egy kisebb és legalább egy nagyobb vagy egyenlő az izoértéknél.

Válasszuk ki az eredeti rácsháló egy négyzetét. A négyzet négy csúcának koordinátái:

$$(x_0, y_0 + D), (x_0 + D, y_0 + D), (x_0, y_0), (x_0 + D, y_0), \quad (1)$$

ahol  $D$  a négyzet oldalhosszúsága. Ha  $n \times n$ -es sűrítést akarunk, a finomabb rácsháló négyzeteinek oldalhosszúsága

$$d = \frac{D}{n}. \quad (2)$$

A finom rácsháló pontjai:

$$(x_0 + kd, y_0 + md). \quad (3)$$

$$k = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$m = 0, 1, 2, \dots, n.$$

Ilyen  $k$  és  $m$  indexű pontokban szeretnénk kiszámítani az alappontokban ismert függvényt.

Az  $O(x, y)$  szinuszosz kardinálisz operátor alkalmazása esetén konvolúcióval kapható az eredmény:

$$f(x_0 + kd, y_0 + md) = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 f(x_0 + (i-4)D, y_0 + (j-4) \cdot D) \cdot O((i-4)D - kd, (j-4)D - md). \quad (4)$$

Az eljárás alkalmazásának egyedüli hátránya, hogy a többi szűrési művelethez hasonlóan az adatrendszer szélein veszteség vagy némi torzulás lép föl.

A finomabb rácshálóba történő interpolálás elvégezhető lineárisnak nevezett interpolációval is. Ennek lényege a következő: Az (1) négyzet felső és alsó oldalán lineárisan interpolálunk az

$$(x_0 + kd, y_0 + D) \quad \text{és} \quad (x_0 + kd, y_0) \quad (5)$$

pontokba, majd ezekből az értékekből ugyancsak lineáris interpolációval a (3) pontba. Az így kapott interpolációs formula:

$$f(x_0 + 4d, y_0 + md) = \frac{1}{n^2} [(n-k)mf(x_0, y_0 + D) + kmf(x_0 + D, y_0 + D) +$$

$$+ (n - k)(n - m)f(x_0, y_0) + k(n - m)f(x_0 + D, y_0)]. \quad (6)$$

Látható, hogy a négy darab súly csak az interpolációs pont és a négy szomszédos alappont relatív helyzetétől függ.

(Hasonló eredményt kapunk, ha először a négyzet két függőleges oldalán interpolálunk, és utána vízszintes irányban.)

A lineáris interpoláció komoly hátránya, hogy a Nyquist-frekvencia közelében tekintélyes interpolációs hibákon túl a kapott térkép vonalai „szögletesek”.

A szögletes vonalvezetésű térképek, bár hibáik a zajszintnél általában kisebbek, nem népszerűek az értelmezéssel foglalkozó szakemberek körében, mivel a potenciáltér szintjei nem lehetnek szögletesek. Az  $O(x, y)$  operátorral végzett, elvileg helyes interpoláció viszont sok gépidőt igényel, ha a finomítás mértéke nagy. Ezért célszerű szinuszkardinálisos interpolációval bizonyos finomítást elvégezni, majd ezt tovább sűríteni lineáris interpolációval. Ilyen módon kevés gépidő felhasználásával elegendően sima szintvonalakat kapunk.

Természetesen az alappontok értékét sem külön-külön, sem kombinálva nem változtatja meg a kétféle interpoláció. Tapasztalataink szerint az eredeti alaphálózat ( $D = 500$  vagy  $1000$  m) ötszörös sűrítése szinuszkardinálisos operátorral elegendő, ezt követi további ötszörös vagy tízszeres sűrítés lineáris interpolációval. Az így kapott térkép a megfelelő pontosságon túl jó vonalvezetésű.

A belső számbábrázolási pontosság megtervezésekor figyelembe kell venni azt a tényt, hogy kis gradiensű helyeken a függvényérték kis megváltozása (hibája) az izovonalak alakját erősen befolyásolja. A relatív pontosság növelésével ez a nehézség tetszőlegesen csökkenthető.

*Röviden néhány szót egy rajzolófej vezérléséről*

Szeizmikus szelvényíró esetén a térkép igen egyszerűen, vékony szeletenként rajzolható meg. Kissé bonyolultabb feladatot jelent egy mechanikus rajzológép írófejének vezérlése. Erre csak elvi megoldást adunk.

Láttuk, hogy az izovonalak leírhatók egy szabályos (finom) rácshálózat alapján, ahol a rácspontok közti négyzetekhez (fejpozíciókhoz) fekete vagy fehér színt, illetve  $T$  vagy  $F$  logikai értéket rendelünk. A vezérlés elvi feltétele, hogy a rajzolni kívánt területnek megfelelő finom hálózat a memóriában, legalább bitenként ábrázolható legyen. (Alkalmas logikai konstrukcióval a tárigeny jelentősen csökkenthető; az előbbi feltétel tompítható.)

A rajzolófej mozgása megoldható a rácson definiált ( $T$  logikai értékű elemi négyzeteken átmenő) irányított gráffal. Minden pozícióból a fej nyolc szomszédos pontba léphet. Az egymás utáni lépések előírt sorozatával tehát megvalósítható a vezérlés.

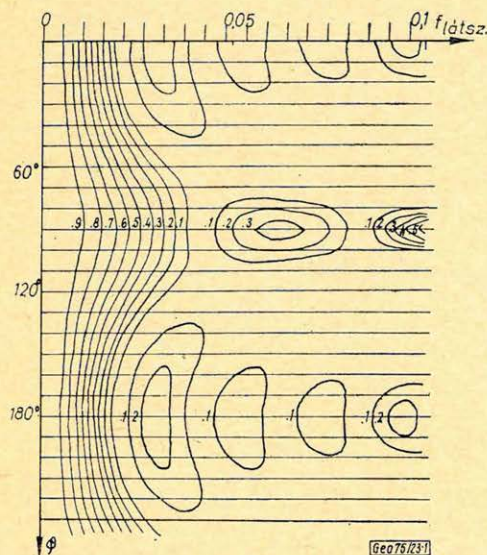
A kiinduló pont meghatározása után a folytonos vonal kihúzása addig tart, amíg a szomszédos pozíciókban van  $T$  érték. Természetesen az egyes pozícióknak megfelelő lépések megtétele után a memóriában törölni kell a  $T$  logikai értékét. Így például egy záródó izovonal rajzolása a kiinduló pozícióba való visszatérés után befejeződik. Az izotérkép akkor készül el, ha már egyik pozíció sem  $T$  logikai értékű.

### *Alkalmazások*

Nyilvánvaló, hogy bármilyen kétdimenziós adatrendszer a program segítségével elkészíthető szintvonalas kép formájában, csak a megfelelő adatelő-

készítést kell elvégezni a rendszer bemenete részére. A kimeneten kapott térkép méretaránya és vonalköze tetszőlegesen megválasztható.

Az 1. és 2. ábrán geofoncsoportok átviteli függvényeit mutatjuk be. A rugalmas, tetszőleges geofoncsoport átviteli függvényét kiszámító programok eredményei így kényelmesen, gyorsan megjeleníthetők, ami jelentősen megkönnyíti a metodikai tervező munkát.

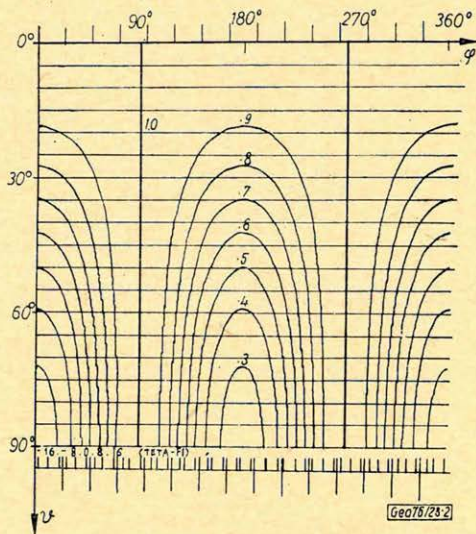


1. ábra.  $3 \times 6 = 18$  geofonból álló geofoncsoport átviteli függvénye. A geofonok három sorba helyezkednek el, a sorok távolsága 6 m, és a geofonok távolsága a soron belül is 6 m. A koordináták jelentése:  $\varphi$  a hullámfront felszíni vetületének az  $x$  tengellyel bezárt szöge,  $f$  társz pedig a felszíni vetület tér-frekvenciája. [1/m]

Puc. 1. Характеристика группы сейсмоприемников состоящей из  $3 \times 6 = 18$  приборов. Сейсмоприемники расположены в трех рядах, удаленных на 6 м друг от друга с шагом приборов 6 м. Обозначение координат:  $\varphi$  — угол между проекции фронта волны на поверхности и осью  $x$ ;  $f$  társz — пространственная частота проекции (1/m)

Fig. 1. Transfer-function of a geophone-group of  $3 \times 6 = 18$  geophones. These are arranged in three rows, distance of the rows: 6 m and that of the geophones within the rows is also 6 m. Meaning of the coordinates:  $\varphi$  is the angle of the surface projection of wave-front subtended with the  $x$ -axis,  $f$  represents the volume-frequency of the surface projection (1/m)

A 3. ábrán egy speciális többszörös csillapító eljárás átviteli karakterisztikája látható. Geoelektromos és mágneses alkalmazási példaképpen a 4. ábrán



2. ábra. Egy sorban 8 m távolságra elhelyezett, öt geofonból álló geofoncsoport átviteli függvénye. A  $\theta$  koordináta jelentése: a hullámfront irányának a függőlegessel bezárt szöge.  $\varphi$  a hullámfront felszíni vetületének az  $x$  tengellyel bezárt szöge

Puc. 2. Характеристика группы сейсмоприемников, в которой пять приборов расположены по одной линии с шагом 8 м. Значение координаты  $\theta$ : угол между направлением фронта волны и вертикалью;  $\varphi$  — угол между проекцией фронта волны на поверхности и осью  $x$ .

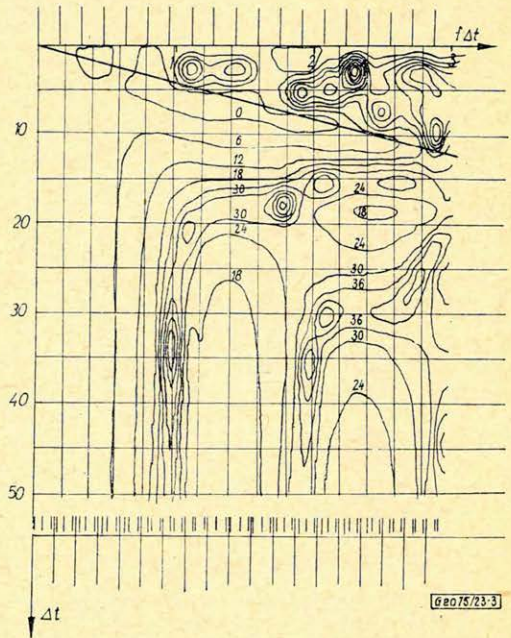
Fig. 2. Transfer-function of a geophone-group of 5 geophones arranged in a row at a distance of 8 m one from another. Meaning of the coordinates:  $\theta$  is the angle of wave-front direction subtended with the vertical,  $\varphi$  is the angle of the surface projection of wave-front subtended with the  $x$ -axis

egy dél-alföldi kutatási terület izoarea térképe látható, az 5. ábrán pedig a Pásztori környékének  $\Delta Z$  anomália-képét közöljük.

3. ábra. 24-szeres fedés esetére a 24 közös mélységpontú csatornára alkalmazott ún. linearizált legyezősűrűs átviteli függvénye. A szintvonalértékek a többszörös reflexiók csillapítását jelzik  $dB$ -ben az egyszerűsekhez viszonyítva,  $\Delta t$  a többszörös moveoutja a szélső geofonnál,  $f$  a jel frekvenciája  $Hz$ -ben

Рис. 3. Характеристика так называемой линейного веерного фильтра, применяемого для канала с 24 ОГТ, при 24-кратном перекрытии. Величины изолиний означают затухание кратных отражений в  $dB$  по сравнению с одиночными;  $\Delta t$  — разность времени кратной волны для крайнего сейсмоприемника;  $f$  — частота сигнала в  $Гц$ .

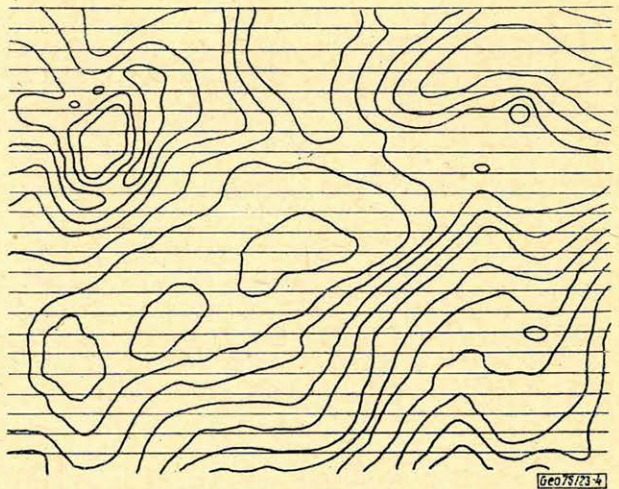
Fig. 3. Transfer-function of the so called „linearized fan-filtering” applied for the 24 common depth point channel in case of 24-fold stacking. Level-line-values represent the damping of multiple reflections in  $dB$  as related to simple ones,  $\Delta t$  is the moveout of the multiple at the outermost geophone,  $f$  is the frequency of signal in  $Hz$



4. ábra. Dél-alföldi kutatási terület izoarea térképe (Izovonal értékköz 0,05)

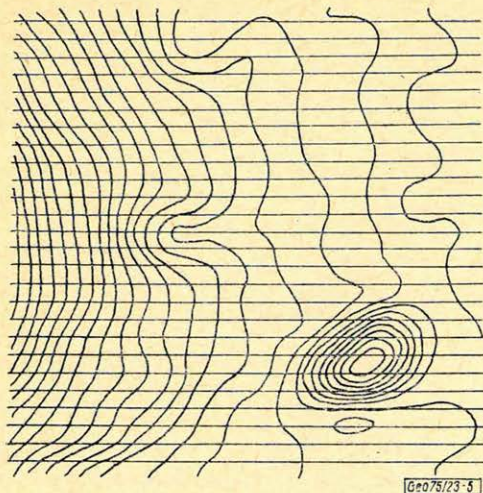
Рис. 4. Карта изоареоал района работ южной части Большой низменности (сечение изолиний — 0.05)

Fig. 4. Isoarea-map of the exploration area of the South-Plane (step of isolines: 0.05)



Az izovonalas térképrajzoló programrendszer alkalmazható a gravitációs adatok kiértékelésénél használt Bouguer-anomália-térképek és szűrt gravitációs anomália-térképek rajzolására is. Az OKGT GKÜ Gravitációs Osztályán ez utóbbi feladat képezi a rendszer alkalmazásának domináns részét. A térképrajzoló programrendszerhez illesztettük a korábban is használt szűrőprogramot. A térképrajzoló programok lehetővé teszik a már ismert és rutinszerűen alkalmazott szűrősorozat korábbinál szélesebb körű alkalmazását, és a fejlesztési tevékenységnek is hasznos eszközei.

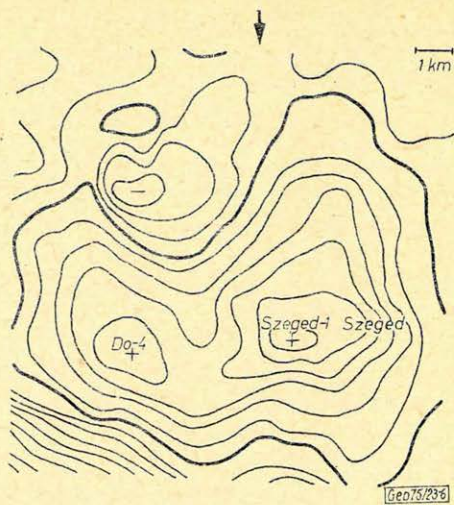
A rendszer ilyen lehetőségeinek bemutatására a 6–11. sz. ábrákon látható, azonos területről készült térképeket közöljük. Ezek az anomáliaképek



5. ábra. Pásztori környékének  $\Delta Z$ -anomaliaképe (Izovonal értékköz 10 $\gamma$ )

Рис. 5. Карта аномалий  $\Delta Z$  в районе работ Пастори (сечение изолиний – 10 гамм)

5.  $\Delta Z$ -anomaly-map of the surroundings of Pásztori (step of isolines: 10  $\gamma$ )



6. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomaliaképe a Rez M-2 ( $s=500$  m) szűrő alkalmazása után, kézi szerkesztéssel. (Izovonalak értékköze 0,1 mgal)

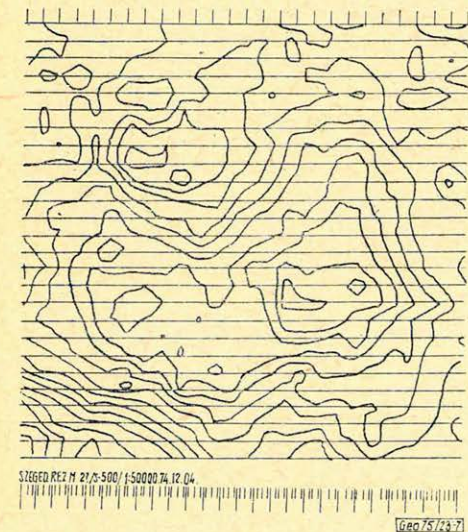
Рис. 6. Карта аномалий поля силы тяжести района работ в южной части Большой низменности, полученная с использованием фильтра Rez M-2 ( $S = 500$  м) ручным способом (сечение изолиний – 0,1 мгл)

Fig. 6. Gravity-anomaly-map of South-Plane exploration area after applying the Rez M-2 ( $s = 500$  m), hand-made. (Step of isolines: 0,1 mgal)

7. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomaliaképe a Rez M-2 ( $s=500$  m) szűrő alkalmazása után, lineáris interpolációval (Izovonalak értékköze 0,1 mgal)

Рис. 7. Карта аномалий поля силы тяжести района работ в южной части Большой низменности, полученная с использованием фильтра Rez M-2 ( $S = 500$  м), при линейной интерполяции (сечение изолиний – 0,1 мгл).

Fig. 7. Gravity-anomaly map of a South-Plane exploration area after applying the Rez M-2 ( $s = 500$  m) filter, with linear interpolation (Step of isolines: 0,1 mgal)



néhány perc gépidő felhasználásával készültek a TIOPS számítógépen. Mágnesszalagról filmre való kijátszásuk a TNR szeizmikus off-line plotteren történt. A gépi rajz hibái a mérési hibáknál nagyságrendekkel kisebbek.

A 6. ábrán egy dél-alföldi kutatási területen szerezett részletező mérésekből Rez M-2-es alulvágó szűrővel származtatott, kézi szerkesztésű térkép látható. (Az M szűrők az  $S(n, f) = \exp[-(36/n)f]^2$  alakú átviteli függvényekből származtathatók, ahol  $n$  a szűrő paramétere,  $f$  a relatív frekvencia. Például a 9/2 paraméterű sáváteresztő szűrő átviteli függvényét az  $n = 9$  és  $n = 2$  para-

méterű  $S$  függvény különbségéből kapjuk, a reziduál szűrők átvitele pedig  $[1 - S/n, f]$  alakú. Az átviteli függvények maximális értéke mindig 1.) Az izovonalak értékköze  $0,1 \text{ mgl}$ . A szűrés után az izovonalakon kézi simítás történt.

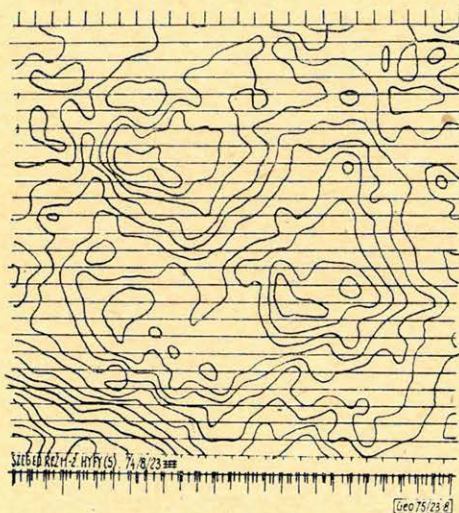
A 7. és 8. ábrán a fent bemenő adatokból és ugyanazon paramétere-  
rekkel szűrt, de gépi úton előállított térképek láthatók.

A 7. ábrán lineáris interpolációval, a 8. ábrán szinusz kardinális és lineáris interpoláció kombinációjával szerkesztett anomáliakép van feltüntetve.

A két térkép minden lényeges részletet (és zajt is) tartalmaz. Potenciál-elméleti, mintavételelméleti és esztétikai szempontok alapján nyilván a 8. ábra az elfogadhatóbb.

A 9. és 10. ábrán a  $Sáv M - 9/2$  sávszűrővel, szinusz kardinális és lineáris interpoláció kombinációjával készült térkép látható rendre  $0,1$  és  $0,05 \text{ mgl}$  izovonalközzel. Ez utóbbi sűrűbb vonalközt a zajszint felülvágás miatt be-  
következő csökkenése indokolja.

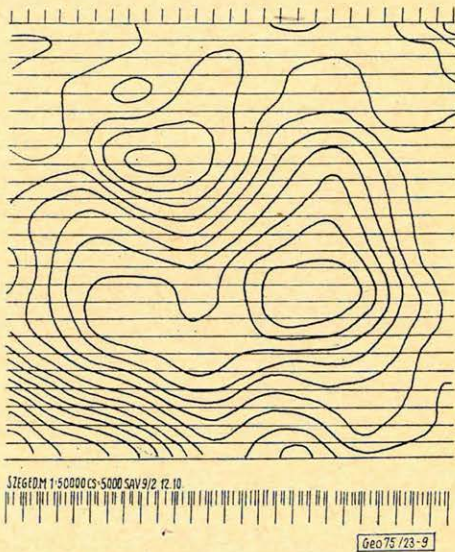
A 11. ábra a  $Sáv M - 15/2$  paraméterű, szélesebb sávú áteresztő, csak enyhén simító speciális szűrővel készült. Tanulságos összehasonlítani a 6. és 8., 10., illetve 11. sz. ábrát. Látható, hogy a gépi úton kapott térképek nem



8. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomáliaképe a  $Rez M - 2$  ( $s = 500 \text{ m}$ ) szűrő alkalmazása után,  $\sin x$  és lineáris interpoláció kombinációjával (Izovonalak értékköze  $0,1 \text{ mgl}$ )

Рис. 8. Карта аномалий поля силы тяжести района работ южной части Большой низменности, полученная с использованием фильтра  $Rez M - 2$  ( $S = 500 \text{ м}$ ) с комбинацией  $\sin x$  и линейной интерполяции (сечение изолиний  $- 0,1 \text{ мгл}$ )

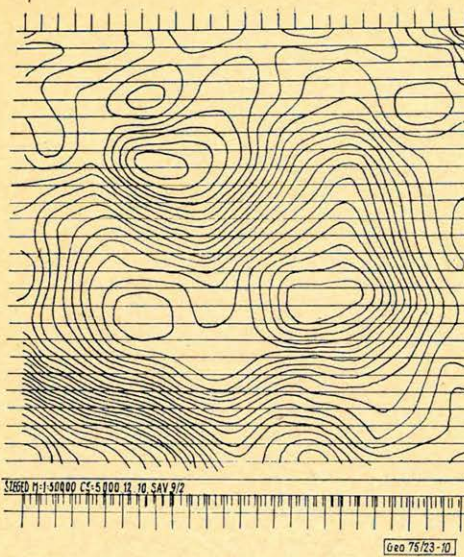
Fig. 8. Gravity-anomaly-map of a South-Plane exploration area after applying the  $Rez M - 2 = 500 \text{ m}$  (filter), using a combination of  $\sin x$  and linear interpolation (Step of isolines:  $0,1 \text{ mgl}$ )



9. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomáliaképe a  $Sáv M - 9/2$  ( $s = 500 \text{ m}$ ) szűrő alkalmazása után,  $\sin x$  és lineáris interpoláció kombinációjával (Izovonalak értékköze  $0,1 \text{ mgl}$ )

Рис. 9. Карта аномалий поля силы тяжести района работ в южной части Большой низменности полученная с использованием фильтра  $Sáv M - 9/2$  ( $s = 500 \text{ м}$ ) при комбинации  $\sin x$  и линейной интерполяции (сечение изолиний  $- 0,1 \text{ мгл}$ )

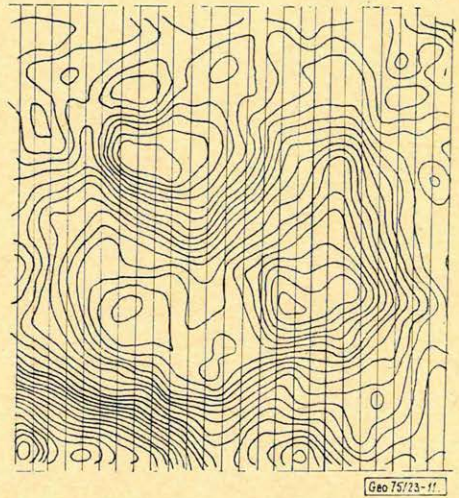
Fig. 9. Gravity-anomaly-map of a South-Plane exploration area after applying the  $Sáv M - 9/2$  ( $s = 500 \text{ m}$ ) filter, using a combination of  $\sin x$  and linear interpolation (Step of isolines:  $0,1 \text{ mgl}$ )



10. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomáliaképe a  $Sáv M - 9/2$  ( $s = 500$  m) szűrő alkalmazása után,  $\text{sinc } x$  és lineáris interpoláció kombinációjával (Izovonalak érték köze  $0,05$  mgal)

Рис. 10. Карта аномалий поля силы тяжести района работ в южной части Большой низменности, полученная с использованием фильтра  $Sáv M - 9/2$  ( $s = 500$  м) при комбинации  $\text{sinc } x$  и линейной интерполяции (сечение изолиний  $-0,05$  мгл)

Fig. 10. Gravity-anomaly-map of a South-Plane exploration area after applying the  $Sáv M - 9/2$  ( $s = 500$  m) filter, using a combination of  $\text{sinc } x$  and linear interpolation (Step of isolines:  $0,05$  mgal)



11. ábra. Dél-alföldi kutatási terület gravitációs anomáliaképe a  $Sáv M - 15/2$  ( $s = 500$  m) szűrő alkalmazása után,  $\text{sinc } x$  lineáris interpoláció kombinációjával (Izovonalak érték köze  $0,05$  mgal)

Рис. 11. Карта аномалий поля силы тяжести района работ в южной части Большой низменности, полученная с использованием фильтра  $Sáv M - 15$  ( $s = 500$  м) при комбинации  $\text{sinc } x$  и линейной интерполяции (сечение изолиний  $-0,05$  мгл)

Fig. 11. Gravity-anomaly-map of a South-Plane-exploration area after applying the  $Sáv M - 15/2$  ( $s = 500$  m) filter, using  $\text{sinc } x$  and linear interpolation (Step of isolines:  $0,05$  mgal)

tartalmaznak szubjektív eredetű indokolatlan részleteket, mivel az átviteli függvények pontosan szabályozhatók és stabilak. A szerkezet gradienseiről is megbízhatóbb kép nyerhető a 10. és 11. sz. ábra alapján. A 6. és 11. sz. ábra összevetése (mivel ezek frekvenciatartalma hasonló) jól szemlélteti a gépi térképrajzolás előnyeit.

#### Következtetések

A javasolt eljárás nem a kézi térképrajzolás folyamatának gépi imitációja, hanem olyan algoritmus, mely az adott gépi konfiguráció lehetőségein belül (és ahhoz jobban alkalmazkodva) biztosítja a maximális pontosságot, minimális számú feltétel kihasználása mellett.

Az elmúlt évtizedben számos geofizikai módszer tért át a nehézkes kézi kiértékelésről magasabb technológiai szintet jelentő interpretációs algoritmusok alkalmazására. Példa a szeizmikában az izokron diagramokkal történő mélységtranszformáció helyett digitális migráció bevezetése, vagy a geoelektromosságban a görbeseregek helyett direkt interpretációs algoritmus alkalmazása stb.

Nem vitás, hogy ezen eljárások bevezetése a módszerek fejlődésében jelentős minőségi javulást eredményező állomás volt. A javasolt automatikus

térképrajzolás szintén a kézzel végzett műveletek egyikét helyettesíti magasabb színvonalon, melyet tetszőleges geofizikai módszer eredményeinek megjelenítésére fel lehet használni.

A gépi térképrajzolás jelentősége abban van, hogy mennyiségi és gyorsasági szempontokon túl az egzakt interpoláció alkalmazása miatt a térkép feltétlenül jobb minőségű, mint kézi szerkesztés esetén. A kiküszöbölt szubjektív hibák nem terhelik a zajsintet, mely felülvágó szűrés után már amúgy is kisebb. Természetesen kvalitatív jellegű felhasználás esetén a kézi szerkesztésű térképek is megfelelően jók lehetnek.

A bemutatott példák mind minőségi, mind gazdaságossági szempontból azt bizonyítják, hogy a geofizikai adatfeldolgozást – ahol lehet – célszerű a térképszerkesztésig bezárólag automatizálni. A kapott térképek gyorsabban, pontosabban elkészíthetők. Mód nyílik a legmegfelelőbb feldolgozási- és szűrőparaméterek gyors kikísérletezésére, mely a fáradságos kézi adatmegjelenítés mellett elképzelhetetlen volt. Ezáltal a kiértékelői munka hatékonyabban válik.

Illesztési révén a rendszer lényegében egy geofizikai adatbank egy lehetséges kimeneti funkcióját képes ellátni. *FORTRAN* változata tetszőleges számítógépre és konfigurációra adaptálható.

Az eljárás alapul szolgálhat a geofizikai adatok szintvonalas megjelenítésének szabványosításához is, amelyre a fokozódó pontossági követelmények miatt szükség lenne.

#### IRODALOM

- Meskó Attila*: A digitális szeizmikus feldolgozás alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.  
*Göncz Gábor – Késmárky István*: Interpolációs operátor tervezése a hiba első abszolút momentuma alapján. Magyar Geofizika, 1972. XIII. évf. 4–5. szám.

## Lapszemle

*Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz*, 8/108. évf., 7. sz., 1975. július

*Csath Béla*: 10 éve tört fel az olaj a tápéi termálfűrészből, 207–214 old.

A századforduló első évtizedeiben Szeged környékén végzett geofizikai méréseket 1940-től a MANÁT folytatta, de az ezek alapján telepített fűrészek nem bíztattak eredménnyel. Az 1962-ben végzett graviméteres mérések eredményei alapján tűzték ki az Algyő-1 jelű fűrészt 1965 júliusában. Ettől függetlenül a Vízkutató és Fűró Vállalat geotermikus energia feltárására mélyített egy 2000 méteres fűrészt Tápén, a Tiszatáj TSZ területén. A kút megnyitása folyamán a várt meleg víz helyett olajat kaptak. A további fűrészek 24 gázt és olajat tároló réteget tártak fel. A cikk nagy részletességgel kitér a feltárásokat megelőző és lehetővé tevő geofizikai mérések történetére és lefolyására, egészen a „hőskorig” visszamenően. „A terület előkutatásának története” c. első rész első mondata így hangzik: „Szeged környékén az első geofizikai méréseket maga Eötvös Lóránd vezette 1909–1911-ben.” „Majd beszámol a cikk a Dugonics Társaság 1918-ban tartott üléséről, ahol az elnöklő Somlyódy István egyebek között ezt mondta: „Szegeden van földgáz, csak meg kell keresni. Bizonyos, hogy a Nagy Magyar Alföldön a kutatás eredménytelennel bíztat, csak a módját kell tudni. . .” Mindezt 1918-ban! Érdekes volna tudni, hogy a nyilván nem szakember elnök magabiztos és korát megelőző nyilatkozatát melyik szakemberünk sugalmazására tette.

A továbbiakban a cikk leírja a kutatás és feltárás, majd az üzembe helyezés történetét és a jelenlegi helyzetet.

*Bencze Géza*: „A modern mélyfűrés 40 éve Magyarországon” kiállítás, 221–223 old.

T. G.

# Kőzetfeszültség, kőzetszilárdság, mélyfúrási geofizika\*

J E S C H A L A D Á K\*\*

*A cikk általános szilárdságtani elvek ismertetése után tárgyalja azokat a kapcsolatokat, amelyek egyes geofizikai és mechanikai paraméterek között érvényesek. Foglalkozik a geofizikai paraméterek jelenlegi mérési és kimutatási lehetőségeivel. Ismerteti a kőzetmagokon végzett rugalmassági és szilárdsági mérések között megállapítható összefüggéseket*

*Befejezésül megfogalmazza a lyukfal stabilitásának feltételét, és útmutatást ad a további ilyen irányú tevékenység elősegítésére.*

*Коротко излагаются общие принципы теории прочности и рассматриваются взаимосвязи между геофизическими и механическими параметрами. Обсуждаются существующие возможности измерения и выявления геофизических параметров. Анализируются связи, выявляемые измерением упругости и прочности буровых кернов.*

*В заключение описываются условия устойчивости стенки буровых скважин и даются указания, способствующие дальнейшей деятельности в этом направлении.*

*After a review of general static principles connections between the individual geophysical and mechanical parameters are dealt with. The present measuring and determination possibilities of geophysical parameters are discussed. The paper presents the connections which can be stated between elastic and rigidity measurements carried out on rock-samples (cores):*

*Finally, the conditions of well-wall-stability are formulated and suggestions are given for a further development of activities in this direction.*

## Bevezetés

A földkéregnek azt a felszínközeli részét, amelyben a bányászati kutatás folyik, általában a mozdulatlanság, a nyugalom jellemzi. Ez a mozdulatlanság fennáll addig, amíg a ható erők egyensúlyban vannak. Az egyensúly megbomlásának következtében létrejövő jelenségek között gyakoribbak az olyanok, amelyek kis tömegeket kis gyorsulással mozgatnak. Ilyenek – többek között – a kőzetkompaktálódás, a különféle folyadékok fajsúly szerinti elkülönülése stb. Ritkábbak a nagy tömegeket mozgásba hozó egyensúlymegbomlások, mint pl. a földrengések.

Az említett spontán mozgások mellett jelentősek az emberi tevékenység hatására bekövetkező „mesterséges” egyensúlymegbomlások. Ilyenek a bányászati és mélyfúrási munka során lépnek föl. Ebben a tanulmányban a mélyfúrás következtében előálló egyensúlymegbomlásokkal és elsősorban azok detektálási lehetőségeivel kívánok foglalkozni. Az ennek során felszabaduló erőhatások részben nem kívánatos, káros mozgásokhoz vezetnek, részben azonban éppen az egyensúly megbontása a műszaki, bányászati cél. Az előbbire példa lehet a fúrt lyuk falának beomlása, a másodikra a folyadék termelése, vagy a rétegrepesztő munka.

A kőzetekben bekövetkező geometriai változások, elmozdulások kapcsolatban vannak a ható erőkkel és a kőzet mechanikai tulajdonságaival. Egy

\* Elhangzott: az 1975. február 27-i Mélyfúrási Geofizikai Szakosztály ülésén.

\*\* OKGT Dunántúli Kőolajkutató és Feltáró Üzem.

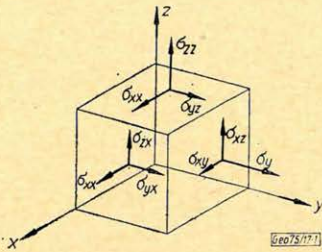
szilárdságtani problémával állunk tehát szemben, amelynek megoldása az erők, feszültségek és deformációk szilárdságtani tárgyalása nélkül nem lehetséges. Ezért röviden áttekintjük a kérdéshez kapcsolódó szilárdságtani elveket.

### Szilárdságtani alapok

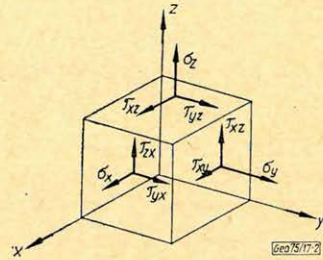
Egy térbeli állapot általában lineáris vektorfüggvényekkel, *tenzorokkal* írható le. Ha például egy közegre térbeli erőrendszer hat, amely deformációkat hoz létre, akkor egy-egy tenzorral jellemezhető a deformáció (alak- ill. méret-változás), a közeg elemi részeiben ébredő feszültségeloszlás és végül maga az erőrendszer is.

Ha elképzelünk egy teljesen általános erőrendszert, amely egy közegre hat, akkor e közeg egy kocka alakú elemi részében az erők hatására feszültségek jönnek létre az 1. ábra szerint. Ez a feszültségi állapot a következő tenzorral jellemezhető:

$$\Phi = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{bmatrix}. \quad (1)$$



1. ábra - puc. - Fig.



2. ábra - puc. - Fig.

A 2. ábrán ugyanezt a feszültségeloszlást láthatjuk, de a gyakorlatban jobban elterjedt jelölésekkel. Ezzel a jelölésmóddal a feszültségállapot tenzora így írható:

$$\Phi = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Ez az írásmód megfelel az általában alkalmazott jelöléseknek. A műszaki mechanikai gyakorlatban ugyanis  $\sigma$ -val mindig normális, tehát a húzó- vagy nyomófeszültségeket jelölik, viszont  $\tau$ -val a csúsztató-, nyíró-, tangenciális feszültségeket.

A feszültségeloszlás törvényszerűsége, hogy a feszültségi tenzor mindig szimmetrikus. Ez matematikailag így fejezhető ki:

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ji}. \quad (3)$$

illetőleg:

$$\tau_{ij} = \tau_{ji}. \quad (4)$$

A feszültségi tenzonnal jellemzett feszültségeloszlás egy másodrendű felülettel szemléltethető, amelyet általában feszültségi ellipszoidnak neveznek, (habár nem mindig ellipszoid).

Ennek egyenlete:

$$\sigma_{xx}x^2 + \sigma_{yy}y^2 + \sigma_{zz}z^2 + 2\sigma_{xy}xy + 2\sigma_{xz}xz + 2\sigma_{yz}yz = \text{konstans.} \quad (5)$$

ha az 1. egyenlet jelöléseit alkalmazzuk. Ez az egyenlet tükrözi a feszültségi tenzor szimmetrikus voltát, mert  $\sigma_{xy} = \sigma_{yx}$  lévén:

$$\sigma_{xy} + \sigma_{yx} = 2\sigma_{xy}.$$

Megfelelő transzformálás segítségével az 5. egyenlet a következő alakra hozható:

$$\sigma_1 \bar{x}^2 + \sigma_2 \bar{y}^2 + \sigma_3 \bar{z}^2 = \text{konstans.} \quad (6)$$

Ez a feszültségállapotnak egy olyan koordinátarendszerben felírt egyenlete, amelyikben a koordinátatengelyek irányában nyírófeszültségek nem lépnek fel, és amelyikben a tengelyirányú feszültségek a feszültségi állapot főtengeleibe esnek. Ezért a  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  és  $\sigma_3$  feszültségeket a feszültségi állapot főfeszültségeinek szokás hívni.

A főfeszültségekkel síkban is lehetséges egy térbeli feszültségeloszlás szemléltetése. A *Mohr-féle feszültségábrázolásnál* a nyírófeszültségeket a normális feszültségek függvényében rakják fel derékszögű koordinátarendszerben (3. ábra). Az ábrából látható, hogy a  $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$  főfeszültségekkel jellemzett igénybevétel hatása alatt a test bármely síkjában meghatározható az abba a síkba eső nyíró- és a rá merőleges normális feszültségek, ha ismerjük a főfeszültségeket és a szóban forgó síknak a tengelyekkel bezárt  $\alpha$  szögét.

### Deformációk

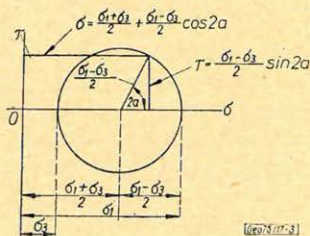
A test feszültségi állapotát létrehozó erők abban geometriai változásokat okoznak, amelyeket általánosan *deformációknak* szokás nevezni. A geometriai változások is egy tenzonnal jellemezhetők. A két, a feszültségi és a deformációs tenzor közötti kapcsolatot az anyag, a közeg mechanikai tulajdonságai szabják meg.

A deformációs tenzor a feszültségekével teljesen analóg formában írható föl:

$$S = \begin{bmatrix} \varepsilon_{xx} & \varepsilon_{xy} & \varepsilon_{xz} \\ \varepsilon_{yx} & \varepsilon_{yy} & \varepsilon_{yz} \\ \varepsilon_{zx} & \varepsilon_{zy} & \varepsilon_{zz} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

ahol  $\varepsilon_{ij}$ -vel jelöltük a fajlagos geometriai változást.

A feszültségekhez hasonlóan a deformációknál is szokás megkülönböztetést tenni a normális, ill. a nyírófeszültségek hatására létrejövő geometriai változások között. A normális feszültségek hatására kialakuló nyúlást, ill. összenyomódást, amelyek csupán *méretváltozások*,  $\varepsilon$ -nal, a nyírófeszültség hatására bekövetkező különféle *alakváltozásokat* pedig  $\gamma$ -val szokás jelölni. Ezekkel azután a 7. tenzor a következő alakban írható föl:



3. ábra - puc. - Fig.

$$S = \begin{bmatrix} \varepsilon_x & \gamma_{xy} & \gamma_{xz} \\ \gamma_{yx} & \varepsilon_y & \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} & \gamma_{zy} & \varepsilon_z \end{bmatrix}. \quad (8)$$

A deformációs tenzor is szimmetrikus, tehát itt is érvényes, hogy

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ji} \quad \text{illetőleg} \quad \gamma_{ij} = \gamma_{ji}.$$

A feszültség és a deformáció analóg volta azonban nem jelenti azt, hogy a két mennyiség változása egybeesik, tehát, hogy például maximumaik és minimumaik iránya egyezik. A két tenzor közötti kapcsolat a test mechanikai tulajdonságaitól függ, és e tulajdonságok is lehetnek irányfüggőek (pl. anizotróp kőzetek esetében).

Ezek a deformációk egyébként bizonyos határértékekig lineárisak. Ezeknek a kis deformációknak a tartományában érvényes a közismert *Hooke-törvény*, amely szerint a *feszültség* és a *deformáció* közötti összefüggés *lineáris*. Ebben a tartományban a deformációk rugalmasak, tehát a feszültség megszüntetése után a test visszanyeri eredeti méreteit és alakját. Ezért nevezik ezt a feszültség-, ill. deformációtartományt *rugalmasnak*.

A legáltalánosabb Hooke-törvény szerint a két tenzor közötti lineáris kapcsolat a következőképpen írható fel:

$$\sigma_{xx} = c_{11} \varepsilon_{xx} + c_{12} \varepsilon_{yy} + c_{13} \varepsilon_{zz} + 2 c_{14} \varepsilon_{xy} + 2 c_{15} \varepsilon_{xz} + 2 c_{16} \varepsilon_{yz} \quad (9)$$

és még további öt analóg egyenlet, (ugyanis  $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ ).

Ha a test szilárdságtani szempontból anizotróp, akkor az elméletileg lehetséges 36 állandó helyett maximálisan 21 van (mert  $c_{ij} = c_{ji}$ ).

Ezek az állandók a test, az anyag mechanikai-szilárdsági tulajdonságainak jellemzői, az úgynevezett *rugalmassági együtthatók* vagy *rugalmassági modulusok*.

Az anizotróp testek esetében elméletileg lehetséges 21 különféle állandó között is van azonban összefüggés, mert természetsszerűleg a különféle deformációk hatással vannak egymásra, s így az egyes rugalmassági modulusok nem függetlenek egymástól.

Izotróp testeknél *mindössze két* rugalmassági állandó állapítható meg egymástól függetlenül: ha kettőnek az értéke ismert, akkor a többi ezekből számítható. Tehát egy izotróp test rugalmas tulajdonságainak és állandóinak jellemzésére elegendő kettőnek a megmérése, ezek megadják a többit.

A gyakorlatban leginkább a következő állandókat használják:

$E$  = húzó-nyomó rugalmassági modulus (Young-modulus);

$G$  = a nyíró vagy csúsztató rugalmassági modulus;

$\mu$  = Poisson-féle viszonyszám;

$\alpha$  = Lamé-állandó;

$K$  = térfogati vagy kompresszió-modulus;

$\kappa = 1/K =$  kompresszibilitás;

Valamennyi itt felsorolt állandó az anyag, a közeg mechanikai tulajdonságaira jellemző érték a rugalmas, tehát a kis deformációk tartományában.

Az egyes rugalmassági állandók között izotróp testek esetén fennálló összefüggéseket meghatározták, ezek közül néhány fontosabbat, amelyek témánkat is érintik, itt bemutatunk:

$$K = \frac{E}{3(1-2\mu)}, \quad (10)$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}, \quad (11)$$

$$\lambda = \frac{2\mu G}{1-2\mu}, \quad (12)$$

$$\alpha = \frac{E\mu}{(1+\mu)(1-2\mu)}. \quad (13)$$

Bár az említett rugalmassági állandók közismertek, mégis érdemes röviden fizikai jelentésükre utalni.

Az  $E$  rugalmassági modulus a normális feszültség és az ennek hatására bekövetkező nyúlás, ill. összenyomódás közötti arányossági tényező.

A  $G$  rugalmassági modulus a csúsztató- (csavaró-, nyíró-) feszültség és a hatására bekövetkező szögelfordulás-arányossági tényező.

( $G$ -t szokás az egyik Lamé-féle állandónak is nevezni.)

A  $\mu$  Poisson-féle szám a nyújtási alakváltozás és a vele egyidejűleg bekövetkező harántirányú alakváltozás viszonya.

A  $\alpha$  Lamé-állandó elméleti meggondolásoknál fordul elő, végeredményben – mint az a 12. és 13. egyenletekből látszik – a nyújtási vagy csúsztató rugalmassági modulusok és a Poisson-féle szám közötti kapcsolatok kifejtésénél van rá szükség.

### Maradó alakváltozások

A Hooke-törvény – mint arról már szó volt – csak a kis alakváltozások tartományában érvényes. Ez annyit jelent, hogy csak egy bizonyos feszültség-értékig áll fenn a lineáris kapcsolat a feszültség és a deformáció között. Azt a határfeszültséget, amelynek túllépése végleges változást, maradó alakváltozást, vagy éppen törést eredményez, nevezik rugalmassági határnak vagy folyási határnak. A rugalmassági határ éppen úgy az anyag minőségére jellemző mechanikai tulajdonság, mint az egyes rugalmassági állandók.

Témánk szempontjából az anyagnak ez a tulajdonsága még fontosabb, mint a rugalmassági modulusok.

### A közetek mechanikai viselkedése

A vizsgálatunk tárgyát képező közegek, a közetek inhomogén testek, s mindhárom halmazállapot előfordul bennük. Viszont a különféle halmazállapotú közegek viselkedése eltér egymástól terhelés alatt. A gázok összenyomhatók, energia tárolható bennük összenyomás, kompresszió által. Végeredményben tehát rugalmas közegeknek tekinthetők.

A folyadékok is összenyomhatók, ha csak igen kis mértékben is, és energiát is tudnak kompresszió formájában tárolni; sőt igen kis alakváltozással nagy energia tárolható a komprimált folyadékban. Ezért a folyadék is rugalmas közegnek tekinthető.

Mindkét fluidum-halmazállapotra jellemző, hogy szerkezeti változást, maradó alakváltozást még extrém igénybevételeknél sem lehet előidézni rajta.

Alapvető jellegzetessége azonban a fluidumoknak szilárdságtani szempontból, hogy nyíró- és csavaró- (általában csúsztató) feszültségek nem keletkezhetnek bennük. Teljes mértékben igaz ez a gázokra, viszont a valóságos folyadékokra csak közelítőleg. A szilárd anyagok feszültségeivel összehasonlítva azonban a folyadékokban keletkező nyírófeszültségek elhanyagolhatóan kicsinyek.

Ez érvényes az akusztikus szelvényezés hullámterjedése terén is: a folyadékokban (pl. a fúróiszapban) csak a nyomáshullámok (P-hullámok, longitudinális hullámok) terjedését veszik számításba.

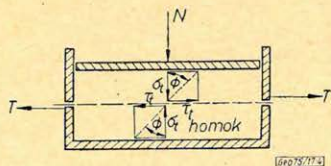
Szemben a fluidumokéval merőben más a szilárd testek viselkedése. Csak egészen kis igénybevételi, illetőleg alakváltozási tartományokban rugalmasak, a rugalmassági határon túl bekövetkezik a maradó alakváltozás, a törés.

A szilárd anyagok közül témánkhoz a kőzetek szilárd váza tartozik, s földkéregben előforduló igénybevételnek megfelelően elsősorban a nyomó- és nyírófeszültségeket tárgyaljuk.

### Több irányú igénybevételek

Ha egy közegre egyidejűleg több erő hat, akkor a létrejövő alakváltozások vagy törések bekövetkezése az igénybevételek irányától és jellegétől is függ. A 4. ábrán bemutatott modell jól megvilágítja ezt a kérdést. Az ábrán látható két félből álló „készülék” segítségével meg lehet határozni a dobozban levő közege a nyíró- és nyomóerők összefüggését. Különbféle  $N$  nyomóerőkkel egymásnak szorítva a két fél dobozt, különféle  $T$  nyíróerőknél áll elő az anyag törése. Ilyen mérésorozattal meg lehet mérni a  $\tau_t - \sigma_t$  összefüggést. ( $\tau_t$  és  $\sigma_t$  a törőfeszültségek).

Teljesen laza közegeknél (pl. homok) a zérus összenyomás esetén zérus a nyíróerő is. Az ilyen anyagnak nincsen belső súrlódása, részecskéi között jelentős kohézió terhelés nélkül nem áll fenn.



4. ábra - puc. - Fig.

Ha az anyagnak összenyomás nélküli állapotban is van nyírószilárdsága ( $\tau_0$ ), akkor kompaktálódott, cementálódott anyaggal állunk szemben. Ilyen a legtöbb kőzet.

A nyomó és nyíró törő-feszültségek közötti kapcsolat lineáris.

Belső súrlódás nélküli anyagnál:

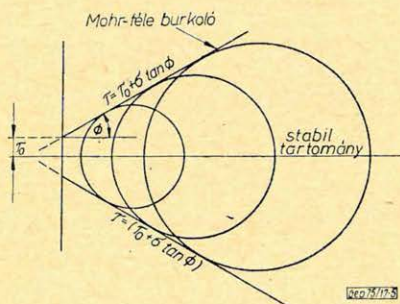
$$\tau = \pm \tau \operatorname{tg} \varphi, \quad (14)$$

belső súrlódással rendelkezőnél viszont:

$$\tau = \pm (\tau_0 + \sigma \operatorname{tg} \varphi), \quad \text{ahol} \quad (15)$$

$\varphi$  a belső súrlódás szöge. Ez ugyanolyan anyagi tulajdonság, mint a rugalmassági állandók, a folyási határok stb.

A nyíró- és nyomófeszültségek derékszögű koordinátarendszerében (amely azonos a Mohr-féle feszültségábrázolás rendszerével) a 14., ill. a 15. egyenlettel jellemzett egyenes a mezőt két részre osztja. Az egyenestől

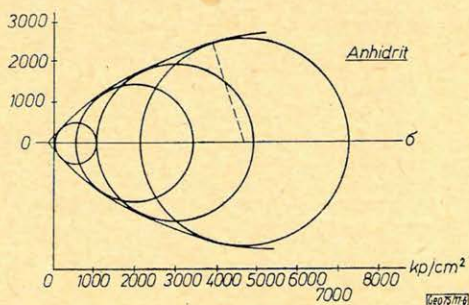


5. ábra - puc. - Fig.

jobbra eső mezőben törés nem következik be, ez a stabil állapot helye; ugyanakkor az egyenestől balra eső helyeken a töréshez vezető  $\tau - \sigma$  értékpárokat találjuk. Az egyenestől jobbra tehát tetszőleges, az egyenest érintő köröket lehet felvenni, a  $\sigma_1$  és  $\sigma_3$  főfeszültségeknek megfelelően. Az 5. ábrán láthatjuk az anyag Mohrköreit, a törés határvonalát jelentő burkoló egyenessel, amelynek egyenlete 15-tel egyezik.

A  $\varphi$  szög nem mindig állandó a teljes igénybevételi tartományban, hanem a gyakorlatban előforduló anyagoknál (kőzeteknél) olykor a 6. ábra szerint változik. Ebben az esetben a Mohr-körök burkoló görbéje nem egyenes.

A 6. ábrával kapcsolatban megemlítendő még, hogy az abszcissa pozitív iránya a nyomófeszültségek tartománya. Az abszcissa negatív tartományában is találunk nyírószilárdságot, ami annyit jelent, hogy a mintának választott anyag (anhidrit) még egy bizonyos kis értékű húzás hatása alatt is rendelkezik nyírási szilárdsággal.



6. ábra - puc. - Fig.

#### A mechanikai hatásra bekövetkező közettörés néhány esete

Az előbbieken tárgyalt  $\tau(\sigma)$  függvény ismerete többek között a kőzet felrepedése szempontjából is jelentős. A lyukfalra ható hidrosztatikus nyomás felrepedést idéz elő, ha a tangenciálisan fellépő kőzetfeszültség nagyobb, mint a kőzet folyási határa. A 16. egyenletrendszer a lyuk környékén a belső differenciális nyomás hatására fellépő radiális, tangenciális és függőleges feszültségeket adja meg:  $\Delta p$  a nyomásnövekedés a lyuk belsejében a hidrosztatikushoz képest,  $a$  a lyuk sugara,  $r$  a radiális koordináta,  $\sigma_r$  és  $\sigma_\theta$  a radiális, illetve tangenciális,  $\sigma_z$  pedig a vertikális feszültség:

$$\begin{aligned}\sigma_r &= \Delta p \frac{a^2}{r^2}, \\ \sigma_\theta &= -\Delta p \frac{a^2}{r^2}, \\ \sigma_z &= 0.\end{aligned}\tag{16}$$

Látható, hogy létezik olyan  $\Delta p$  nyomásnövekedés, amelynél a lyukfal feszültsége túllépi szilárdságát és repedés következik be.

A repesztési nyomás azonban függ a pórusnyomástól is. Más következtetésből kiindulva a 17. egyenlethez juthatunk:

$$p_w = \frac{\mu}{1 - \mu} \sigma_z + p,\tag{17}$$

ahol  $p_w$  a repesztést előidéző iszapnyomás a kút belsejében,  $p$  a pórusnyomás,  $\sigma_z$  a vertikális feszültség és  $\mu$  a Poisson-állandó.

A kőzetek mechanikai állapotára további példának említhetjük az úgynevezett „pergő” márgákat, ahol a márga abnormális pórusnyomása veszi igénybe a kőzet mátrixát, és a lyuk megfúrása következtében előálló egyensúly-megbomlás okozza a mátrix összetörését, mert a pórusba zárt, rugalmasan összenyomott folyadék az „ellennyomás” megszűnése következtében szétnyomja a nem áteresztőképes pórust. Az ilyen márgák tehát túlnyomásosak, de mivel permeabilitásuk nincsen, a pórusaikba zárt víz csak a mátrix szétromcsolása útján tud kiszabadulni. A túlnyomásos áteresztőképes rétegek esetében roncsolás nem jön létre, hanem a kitörés veszélye lép előtérbe.

Termelés közben is felléphet a kőzetváz törése, összeomlása. *Laza homokokban* jól ismert az a káros jelenség, hogy a termelvényel együtt a mátrixot alkotó szemcsék is betermelődnék, „befolyznak” a béléscsőbe. Az ebből származó hátrányok elkerülésére alkalmaznak különféle homokszilárdító eljárásokat.

Hasonló folyamat játszódhat le erősen kötött kőzetekben is akkor, ha a pórustér túlnyomásos. Az ilyen tároló intenzív, nem fojtott termelésbe állítása esetén a mátrix igénybevétele meredeken nő, pórusai összezáródhatnak. Együttjárhat ezzel a mátrix összeroncsolódása is, és ekkor a perforációk felé sodort szemcsék véglegesen leronthatják az áteresztőképességet. Egyes szerzők statisztikai megfigyelések alapján kimutatták, melyik az a túlnyomás, illetőleg mekkora az a porozitás-anómália, amelynél ez a jelenség előreláthatólag lehetetlenné teszi a szénhidrogéntermelést (megjegyzendő, hogy ilyen kőzetviszonyok között már csak gáztermelés jön szóba) (8).

Mindezeket a mechanikai jelenségeket példának hoztuk fel arra, hogy milyen sok területen nyújthat segítséget a kőzetek feszültségének és szilárdságának ismerete. Kétségtől mentesen hasznos lenne, ha mélyfúrású geofizikai úton is sikerülne a kőzet feszültségi állapotáról közelebbi adatokat szerezni.

### *Mélyfúrású geofizikai és mechanikai paraméterek kapcsolata*

A mélyfúrású geofizikai mérési módszerek választéka nem túlzottan nagy. A rendszeresen mért paraméterek közül a legtöbb a kőzet mechanikai tulajdonságaitól független fizikai jellemző, amelyből különféle elméleti vagy gyakorlati, esetleg statisztikai úton meghatározott összefüggés segítségével számolják ki a geofizikai adatokat.

A kőzet geometriájához kapcsolódnak a porozitásérzékeny mérési módszerek: neutronmérés, sűrűségmérés, akusztikus mérés és távolabbról az ellenállásmérés is.

A kőzet mechanikai állapotával viszont az akusztikus mérések vannak kapcsolatban, mert a rugalmas hullámok terjedése szoros összefüggésben van a közeg mechanikai tulajdonságaival. A közeg mechanikai tulajdonságai és az akusztikus terjedési sebességek között a következő összefüggések ismeretesek:

$$\mu = \frac{1 - 2(v_s/v_c)^2}{2[1 - (v_s/v_c)^2]}, \quad (18)$$

$$V_s = \sqrt{\frac{G}{\rho_b}} \quad \text{ill.} \quad \Delta t_s^2 = \frac{\rho_b}{G}, \quad (19)$$

$$V_c = \sqrt{\frac{\lambda + 2G}{\rho_b}} \quad \text{ill.} \quad \lambda + 2G = \frac{\rho_b}{\Delta t_c^2}, \quad (20)$$

$$K = \frac{1}{\alpha} = \frac{32 + 2G}{3} = \rho_b \left( \frac{1}{\Delta t_c^2} - \frac{4}{3 \Delta t_s^2} \right). \quad (21)$$

Az itt alkalmazott jelölések:

$\rho_b$	= a kőzet térfogati sűrűsége	$g/cm^3$ ,
$V_s$	= a tranzverzális (nyírási) hangsebesség,	$m/s$ ,
$V_c$	= a longitudinális (nyomási) „	$m/s$ ,
$\Delta t_s$	= a nyírási hullám terjedési ideje	$mikros/m$ ,
$\Delta t_c$	= a nyomáshullám terjedési ideje	$mikros/m$ .

A kifejezésekből látható, hogy az akusztikus sebességek és a kőzet rugalmas tulajdonságai között jól definiált összefüggések állnak fenn. Természetesen a kőzetek ismert anizotrópiája befolyásolja a 18–21. egyenletek érvényességét, mert a geofizikai módszerek vertikálisan is, térfogatilag is átlagolnak.

Ez a tény figyelmeztessen minket arra (amit sajnos sokszor elfelejtünk), hogy a geofizikai (jelen esetben geofizikai-mechanikai) összefüggések *érvénye korlátozott*, és ennek megfelelően óvatosan kezelendő.

A 18–21. egyenletek alkalmazásánál felmerül néhány, egyrészt geofizikai, másrészt szilárdságtani természetű nehézség.

A képletekben szereplő geofizikai mutatók ugyanis részben közvetlen „termékei” a szelvényezési munkának ( $\Delta t_c$ ;  $\rho_b$ ), részben azonban a jelenlegi mérési és értelmezési módszerekkel nem határozhatók meg ( $\Delta t_s$ ). Az összefüggések áttekintése világosan mutatja, hogy éppen a  $\Delta t_s$  ismerete nélkül a kifejezések nem használhatók rendszeren.

A geofizikai-mechanikai összefüggések alkalmazásának másik nehézsége, hogy a segítségükkel számítható mechanikai mutatók egytől-egyig *rugalmassági állandók*, vagyis csak a Hooke-törvény értelmezési tartományában, tehát a kis deformációk esetében érvényesek. Segítségükkel tehát meg lehet határozni a kőzet rugalmas állandóit, de nem *feszültségi állapotát* vagy *igénybevételének a nagyságát*.

Ha tehát a 18–21. egyenleteket használni akarnánk, akkor két, egymástól lényegében független problémára kell választ találnunk.

Nézzük először a geofizikai adatok kérdését. Egyelőre *nincs biztos lehetőség* a tranzverzális sebesség közvetlen mérésére (habár egyes tanulmányok már közelítik a kérdés megoldását), ezért közvetett utat kell keresnünk.

Közelítő út lehet a következő. A 12. és 20. egyenletből levezethető a következő összefüggés:

$$G = \frac{\rho_b}{2 \Delta t_c^2} \cdot \frac{1 - 2\mu}{1 - \mu}. \quad (22)$$

Sűrűségmérés és akusztikus sebességmérés eredményeinek birtokában tehát számítható a nyírási rugalmassági modulus, ha ismerjük a *Poisson-számot*. A kőzetminőségek ismeretében fel lehet esetleg egy átlagos Poisson-számot venni a rétegsor egyes szakaszaira, és azzal azután számítható lesz  $G$ . Ez azonban veszélyes út, mert a rétegsor erősebben, a környezettől eltérően igénybe vett szakaszaiban feltehetőleg *éppen nem* egyezik a Poisson-szám értéke az átlaggal.

Más utakat kerestek *Anderson és szerzőtársai* (6). Egyik megoldásuknál a 18. egyenletet használták föl. Ez akkor lehetséges, amikor a két akusztikus sebesség viszonya ismert; vagyis amikor valamilyen módon  $v_s/v_c$  értékét meg lehet határozni. Ez a számítási módszer is csak közelítő megoldás lehet, mert itt ugyanúgy fennáll a  $v_s/v_c$  viszonzyszám bizonytalansága éppen az érdekes szakaszon, mint a Poisson-szám esetében.

Andersonék másik megoldása a *közetek agyagosságára* alapul. Méréssorozat alapján megállapították ugyanis, hogy a homokkő-tárolók agyagossága és Poisson-száma között összefüggés áll fenn. Regressziós analízissel sikerült egy adott területre érvényes egyenletet is találniok az agyagosság és a Poisson-szám értéke között:

$$\mu = 0,125 q + 0,27. \quad (23)$$

Ha tehát ezen az adott területen meghatározható a homokkő agyagossága, akkor abból számítható a Poisson-szám is. A szerzők szerint a *Gulf-Coast* területen ezt a kifejezést jól lehet használni repesztési nyomás meghatározásához.

(Feltételezhetően lehetne hasonló összefüggést hazai területekre is megállapítani kellő számú mechanikai és analízáló magvizsgálat alapján.)

Az agyagosságot ennél a módszernél szelvényekből vették a következő ismert összefüggés szerint:

$$q = \frac{\varphi_s - \varphi_D}{\varphi_s}. \quad (24)$$

ahol  $\varphi_s$  a szónikus,  $\varphi_D$  pedig a sűrűségporozitás.

*Tixier és társai* ismét más úton keresték a megoldást az ismeretlen tranzverzális sebesség pótlására (7).

A Schlumberger vállalat által bevezetett mechanikai szelvény (Mechanical Properties Log) alkalmazásáról és eredményeiről beszámoló cikkükben ismertetik az új eljárást, amely a longitudinális sebességre és a sűrűségértékekre épül.

Gépi úton végzett számításaihoz felhasználják a 23. egyenletet is, ugyancsak a 24. egyenlet alapján számolva. Az alapszelvények: *SP*; term. gamma; akusztikus lefutási idő; sűrűség. Különbféle korrekciók alkalmazásával kapják meg a mélységfüggő szelvények formájában megjelenített eredményeket: a Poisson-számot, a *G* rugalmassági modulust és a *K* kompressziós modulust.

A számítások csak megfelelő korrekciók után adnak helyes eredményeket. Így helyesbíteni kell a szónikus sebesség értékét és a sűrűséget is, hogy a kapott mechanikai adatok a valósággal jól egyezzenek. Ezek az így kapott mechanikai mutatók azonban a közeg rugalmas tulajdonságait tükrözik. Ugyanakkor az egyensúly-meghomlások hatására bekövetkező végleges, maradandó alakváltozások nem a kőzet rugalmas tulajdonságaitól függnek, hanem a *szilárdsági értékeitől*.

A felsorolt és a számításokhoz is felhasznált egyenletek tehát csak akkor alkalmasak a szilárdsági vagy igénybevételi állapot jelzéséhez, ha a kérdéses közeg (kőzet) rugalmassági modulusai és szilárdsági mutatói között összefüggés áll fenn. A kérdés felvetése jogos, mert például az acélananyagok esetében a folyási határ széles határok között változhat (pl.  $30 - 80 \text{ kp/mm}^2$ ) és ugyanakkor a *Young-modulus* értéke  $2,0 - 2,1 \cdot 10^6 \text{ kp/cm}^2$  között ingadozik.

A kérdés tisztázása céljából feldolgoztuk a *BKI* egy magvizsgálatsorozatát, amely kőzetminták (elsősorban karbonátok) Poisson-számának, folyási hatá-

rának és *Young*-modulusának meghatározására terjedt ki (egyéb mérések mellett).

Témánkhöz a karbonátmagok vizsgálati adatait használtuk föl. Figyelembe véve a mechanikai összefüggéseket, a *BKI* által mért *E* modulusokból, a 11. egyenlet segítségével és az ugyancsak megmért Poisson-féle állandók segítségével kiszámítottuk a *G* torziós modulus értékeit.

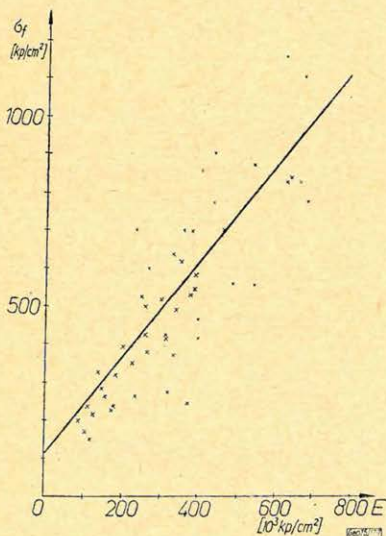
Ezután regressziós analízis útján kapcsolatot kerestünk a karbonátok mért folyási határa és az *E*, ill. *G* modulusok között.

A  $\sigma_f$  és *E* kapcsolata a 7., a  $\sigma_f$  és *G* kapcsolata a 8. ábrán látható. A regressziós analízist Hewlett – Packard kalkulátoron végeztük. A témánkat jobban érintő  $\sigma_f(G)$  kapcsolat regressziós egyenesének egyenlete:

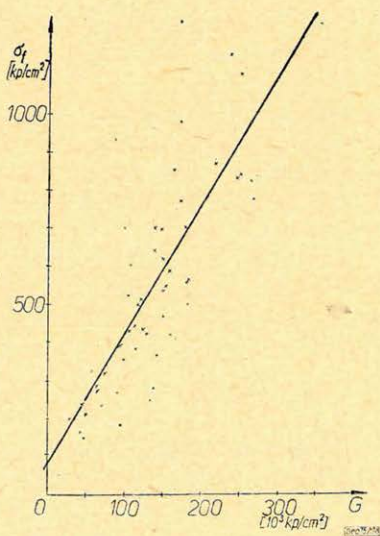
$$\sigma_f = 3,41 \cdot 10^{-3} G + 82,1. \quad (25)$$

A lineáris regresszió korrelációs együtthatója 0,76 volt, ami arról tanúsodik, hogy a két változó jól korrelálható. Ez a geofizikai-mechanikai értelmezés szempontjából annyit jelent, hogy – legalábbis a vizsgált mészköveknél – az akusztikus egyenletekből meghatározott *G* rugalmassági modulus közvetlenül átszámítható a kőzet folyási határára kielégítő pontossággal.

Hasonló egyenleteket kellő számú magadat birtokában lehet számítani más kőzetekre: homokkövekre, agyagokra, agyagmárgákra is, esetleg területenként külön-külön. E kőzettípusoknál ugyanis nem várható az, ami a 7–8. ábra



7. ábra – puc. – Fig.



8. ábra – puc. – Fig.

adatainak esetében megvolt. A feldolgozott mészkőadatok ugyanis többféle területről és mélységből származtak, s ennek ellenére igen jól korrelálható pontthalmazt alkottak.

#### A szilárdsági adatok alkalmazása

Az előbbieket szerint lehet módot találni arra, hogy egy mélyfúrásban geofizikai módszerekkel és bizonyos kőzettulajdonságok ismeretében meghatároz-

zuk a kőzetek *folyási, rugalmassági határát*, esetleg mélység szerint szilárdsági „szelvény” formájában kirajzolva vagy regisztrálva.

Ha ennek a folyásihatár-szelvénynek egyes pontjait összevetjük az ugyanahhoz a mélységhez tartozó kőzetfeszültséggel, akkor ki lehet jelölni a törésre, egyensúlymegbomlásra hajlamos szakaszokat. Ha ugyanis a kőzet feszültsége nagyobb lesz, mint a folyási határ, akkor a törés, „*folyás*”, tehát végeredményben a maradót alakváltozás bekövetkezik.

Fontos azonban még annak a ténynek a megfontolása, mit is nevezünk a kőzet feszültségének, más szóval igénybevételének. Egy általános, tehát nem homogén és nem is egységes halmazállapotú kőzet az őt érő erőhatásokra feszültségének változásával reagál. Ezek a feszültségek részben a pórusok tartalmában, részben a mátrixban ébrednek, egy erő hatására, amely – csekély számú kivételtől eltekintve – a nehézségi erő, tehát vertikális irányú.

Matematikailag kifejezve:

$$P = \sigma_z + p. \quad (26)$$

Ez a közismert kifejezés egyszerűen annyit jelent, hogy a függőleges kőzetnyomás,  $P$  a kőzetben két reakciófeszültséget vált ki pórusnyomás ( $p$ ), illetve mátrixfeszültség ( $\sigma_z$ ) formájában. Logikus, hogy a vertikális  $z$  irányú feszültség és a pórusnyomás összege mindig azonos a kőzetterheléssel.  $P$  értékét a mélység és a kőzetsűrűségek ismeretében – tehát például egy jól értelmezhető gamma-gamma-mérés adatainak birtokában – számítani lehet.

A fúróluk által létrehozott egyensúlymegbomlás a lyukfal instabilitásához, ill. annak töréséhez azonban akkor vezet, amikor a *horizontális igénybevétel* lépi túl a mátrix rugalmassági határát.

Ki kell hangsúlyozni, hogy az *akusztikus sebességekből* számított  $G$  rugalmassági állandó a mátrix tulajdonságaihoz kapcsolódik, mert a mért akusztikus hullámok a mátrixban terjednek, hiszen a folyadék-hullámok a kisebb terjedési sebesség miatt sokkal később érkeznek be. Így azután a rugalmassági állandóból tapasztalati összefüggések alapján számított folyási határ is a mátrixra jellemző érték lesz.

Ugyanakkor a mátrix feszültsége a fedőterheléstől és a pórusnyomástól függ a 26. egyenlet szerint. A lyuk falára azonban nem a  $\sigma_z$  vertikális mátrixfeszültség hat, hanem – mint azt már a 17. egyenletnél is láttuk – a

$$\sigma_x = \sigma_y = \frac{\mu}{1 - \mu} \sigma_z \quad (27)$$

horizontális feszültség. Ennek megfelelően a folyási határral a horizontális feszültséget kell összehasonlítani, ami:

$$\sigma_H = \frac{\mu}{1 - \mu} (P - p). \quad (28)$$

Ha tehát akusztikus sebességből, a sűrűségből és azután az érvényes tapasztalati képletből számított  $\sigma_f$  folyási határ nagyobb, mint a horizontális mátrixfeszültség, akkor a lyukfalon a kőzet stabilitása várható. Ellenkező esetben a kőzetfal mechanikai bomlására lehet számítani. A kőzetfal instabil voltának matematikai kifejezése tehát:

$$\sigma_f \leq \frac{\mu}{1 - \mu} (P - p). \quad (29)$$

## Alkalmazási feltételek

A 29. egyenlet alkalmazásának feltételei a következők:

### 1. Kielégítő mérési program:

- 1.1. Akusztikus mérés
- 1.2. Sűrűségmérés
- 1.3. SP-mérés
- 1.4. Természetes-gamma-mérés
- 1.5. Neutron-mérés

### 2. Kőzetvizsgálatok a területen

Területenként meghatározandók a homokkövek, agyagok, márgák és karbonátok jellemző mechanikai tulajdonságai: nyújtási és torziós modulus, Poisson-szám, folyási határ, *mérésekkel*: továbbá az ezek között fennálló matematikai összefüggések *statisztikai alapon*.

### 3. A kőzetfeszültség értékei

A sűrűségmérésből és a mélységből meg kell határozni a teljes fedőnyomás értékét a mélység függvényében. Ebből azután a pórusnyomás és a Poisson-szám ismeretében ki lehet számítani bármely szintre a horizontális mátrixfeszültséget.

### 4. A szelvények értelmezése

A kijelölt kőzettípusokra (pl. márgák, homokkövek, karbonátok) a szelvények és a meghatározott tapasztalati összefüggések segítségével számítható a  $G$  rugalmassági modulus, ill. a kőzet folyási határa egy, a következő alakban felírható egyenlet szerint:

$$\sigma_f = A \frac{\rho_b}{\Delta t_c^2} \cdot \frac{1-2\mu}{1-\mu} + B \quad (30)$$

Itt  $A$  és  $B$  a  $\sigma_f(G)$  függvény állandói.

### 5. Végül össze kell hasonlítani mélységszintenként, illetőleg az érdekes szakaszokon a kőzetfeszültség meghatározott értékeit a 30. képlet szerint számított folyási határokkal. Ez végeredményben a 29. és 30. egyenletek alapján fog történni, kb. a következő alakban:

$$A \cdot \frac{\rho_b}{2 \Delta t_c^2} \cdot \frac{1-2\mu}{1-\mu} + B \leq \frac{\mu}{1-\mu} (P-p) \cdot \quad (31)$$

## Összefoglalás

A fenti fejtegetésekkel arra kívántunk rámutatni, hogy a mélyfúrási tevékenység során gyakran észlelt (vagy olykor kívánatos) lyukfali egyensúly-megbomlások geofizikai úton is előre jelezhetők.

Mint minden gyakorlati számítási módszernek, ennek is vannak (és bizonyára még lesznek) nehézségei. Az összefüggések azonban egyértelműen igazolják, hogy a mért és a keresett mutatók között nem véletlenszerű, hanem logikai kapcsolat áll fenn. Ezért érdemes a kérdést alaposan vizsgálni, kísérleteket végezni, és akkor a továbbfejlődés magától fog jönni.

- [1] *Pattantyás: Gépész- és Villamosmérnökök Kézikönyve, 2. kötet, Budapest, 1961.*  
 [2] *Johnson, V. – Mellor, P. B.: Plasticity for mechanical engineers, Nostrand-kiadás, London, 1962. 412 oldal.*  
 [3] *Természettudományi Lexikon, Akadémiai Kiadó, 1968.*  
 [4] *Hubbert, M. K. – Willis, D. C.: Mechanics of hydraulic fracturing, Petr. Transactions, 1957. 210. kötet, 153–188. oldal.*  
 [5] *Eaton, B. A.: Fracture gradient prediction and its application in oilfield operations, JPT 1969. Oct. 1353–1360. oldal.*  
 [6] *Anderson, R. A. – Ingram, D. S. – Zanier, A. M.: Fracture pressure gradient determination from well logs. SPE preprint 4135, 1972. 15. oldal.*  
 [7] *Tixier, M. P. – Loveless, G. W. – Anderson, R. A.: Estimation of formation strength from the mechanical properties log SPE preprint 4532, 1973. 14 oldal.*  
 [8] *Fertl, W. H. – Timko, D. J.: How downhole temperatures, pressures affect drilling. Part 7. WO 1972. Dec. 59–63. o.*  
 [9] *Bányászati Kutató Intézet kutatási zárójelentése. Készítette: Szabó Á. – Szemerédi Pálné. 12–20/1969.*

## Lapszemle

### Földtani Kutatás XVII. évf. 3. sz. 1974.

*Szádeczky-Kardoss Elemér:* A módszeres szubdukciónívizsgálat a hasznosítható telepek kutatásának szolgálatában, 1–10 old.

*Horváth Ferenc – Stegena Lajos – Géczy Barnabás:* Szialikus és szimaikus ívközi medencék, 11–16 old.

*Géczy Barnabás:* Lemeztektonika és paleontológia, 17–21 old.

*Wein György:* A budai hegység szerkezetalakulása, 23–34 old.

*Szénás György:* A lemeztektonika és bírálata, 35–40 old.

*Balkay Bálint:* A globális tektonika lokális problémáiról, 39–40 old.

*Császár Géza – Haas János:* Irodalmi áttekintés a lemeztektonikai elmélet mai helyzetéről, 41–56. old.

### Földtani Kutatás XVII. évf. 4. sz. 1974.

*Dank Viktor – Hingl József – Szabó György – Bérczi István:* A nagy mélységű szénhidrogén-kutatás helyzete Magyarországon, 10 old.

*Barabás László – Kadlinger Béla – Tihanyi Gábor:* Nagy mélységű fúrások műszerezési kérdései és fejlesztési irányai, 11–14 old.

*Szabó György:* A nagy mélységű fúrások korszerű eszközei, különös tekintettel a hazai tapasztalatokra, 15–17 old.

*Sz. Gy.:* Néhány gondolat a legújabb fúrási mélységrekordokkal kapcsolatban, 18–26 old.

*Tóth Béla – Csaba József – Fülöp Miklós:* Mélyfúrások aktív paraméterei optimalizálásának közetfizikai megfontolásai, 19–25 old.

*Moldvay Lóránd:* A dóm-jellegű neogén mozgások kérdése az alföldi szénhidrogénkutatás szempontjából, 33–42 old.

*Szerkesztőségi cikk:* A KGST 25 éve. Együttműködés a felszíni és mélyfúrási kutatásban, 43–45 old.

T. G.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>И. Вегеш — И. Желлер</i> : Автоматическое определение информации по сейсмограммам МОВ .....	121
<i>Ж. Караш — М. Лантош — З. Надь — Б. Петерфия — Ж. Вида — И. Зимани</i> : Опытные работы по изучению нефтегазовых месторождений электроразведочными методами в Венгрии .....	129
<i>И. Кешмарки — К. Клошка — Э. Макари</i> : Построение карт изогипс при помощи ЭВМ .....	136
<i>А. Йеш</i> : Сопротивление и прочность горных пород и промысловая геофизика .....	147
Обзор журналов .....	146, 160

## CONTENTS

<i>I. Véges — P. Zsellér</i> : Automatic information determination from reflection seismograms .....	121
<i>Mrs. Zs. Karas — M. Lantos — Z. Nagy — B. Péterfai — Zs. Vida — I. Zimányi</i> : First tentatives in Hungary for the exploration of CH beds and of their environment with electric measurements .....	129
<i>I. Késmárky — K. Kloska — E. Makáry</i> : Construction of contour maps by means of machines .....	136
<i>A. Jesch</i> : Rock stress, rock rigidity and well-logging .....	147
Riewiew of papers .....	146, 160

# Tájékoztató

A MTESZ Központi Szabványosítási és Minőségügyi Bizottsága a MTESZ Tagegyesületeivel, a Magyar Szabványügyi Hivatallal, az EOQC Magyar Nemzeti Bizottságával, a Szakszervezetek Országos Tanácsa és a Magyar Kommunista Ifjúsági Szövetség közreműködésével, az ágazati minisztériumok és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság támogatásával

1975. november 3–4-én

„MINŐSÉGFEJLESZTÉS – SZABVÁNYOSÍTÁS – TAKARÉKOSSÁG '75”  
címmel

konferenciát rendez Budapesten, a MTESZ Székház kongresszusi termében (Bp. V., Kossuth L. tér 6–8. I. emelet).

A konferencia vezérfonalát a XI. Pártkongresszus irányelvei képezik, különös tekintettel az V. ötéves tervre való felkészülésre, valamint a Minisztertanács 2001 (1974. I. 09.) számú határozatára.

*A konferencia fő témakörei*

*A) Termékminőség és társadalmi hatékonyság*

- minőség, megbízhatóság – gazdaságosság, takarékoság
- minőség szabályozási rendszerek a gyakorlatban (minőségtervezés, -biztosítás, -ellenőrzés)
- kutatás, fejlesztés, gyártmányminőség és korszerűsítés
- minőség és érdekelttség
- szakosítás, kooperáció és minőség.

*B) Szabványosítás – műszaki fejlesztés – integráció*

- a szabványosítás mai helyzetének kritikai elemzése
- szabványosítás a műszaki fejlesztésben
- szabványosítás, szocialista integráció, nemzetközi együttműködés
- szabvány és minőségügyi képzés, továbbképzés.

Az előadások időtartama 20–25 perc, melyet vita követ.

## R é s z v é t e l

A konferencián való részvételt „Jelentkezési lap” kitöltésével szíveskedjék bejelenteni, (igényelhető a KSZMB titkárságán, 429-764).

Részvételi díj személyenként 600,– Ft, az előadások anyagának ára további 200,– Ft.

Az utazásról, étkezésről és a szállásdíjról a résztvevők maguk gondoskodnak.

## B e f i z e t é s

A részvételi díjat és az előadások anyagának árát a jelentkezéssel egyidőben kérjük a MTESZ 232–90171–2494 sz. egyszámlájára KSZMB „Minőségfejlesztés–Szabványosítás–Takarékosság '75” megjelöléssel átutalni.

Késedelmes és hiányos címzésű átutalás részvételi jogot nem biztosít. Az átutaláson feltétlenül kérjük megjelölni a résztvevő(k) nevét és címét.

SZERVEZŐ BIZOTTSÁG