

MAGYAR

Geofizika



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1978. XIX. ÉVFOLYAM, 5. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Baráth István, Czeglédi István, Markó László, Mészáros Ferenc, Szendrő Dénes: Karotázs görbék folyamatos feldolgozása anyagos homokkótárolók mennyiségi értelmezésére MINSZK—32 számítógépen</i>	162
<i>Balla Zoltán, Erkel András, Király Ernő, Verő László: Hidrotermális szulfidércesedés lokalizációs viszonyainak meghatározása gerjesztett potenciál mérésekkel</i>	170
<i>Pápay József: A kőzetek hővezetőképességi tényezőjének meghatározása fúrólukban mért termikus tranziensek alapján.</i>	177
<i>Salamon Batur: Az SI Nemzetközi Mértékegység-rendszer geofizikai bevezetése. II. rész.</i>	187
Egyesületi hírek	161
Lapszemle	186, 196, 197, 199, 200
Könyvszemle	197, 198, 200
Nekrológ	198

Főszerkesztő: Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

Szerkesztő bizottság: Dr. Bencze Pál, Dr. Bokody Tamás, Czeglédi István, Deres János, Gellért Tamás, Gerzson István, Dr. Horváth Ferenc, Hursán László, Lakatos Sándor, Marton Tibor, Dr. Posgay Károly, Rádlér Béla, Tóth Géza, Dr. Tóth Péter

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

ÁLLAMI DÍJASAINK



Molnár Károly

a Kőolaj- és Gázipari Tröszt
Geofizikai Kutatási Üzemé-
nek igazgatója, az MGE
elnöke



Varga Imre

a Kőolaj- és Gázipari Tröszt
Geofizikai Kutatási Üzemé-
nek igazgatóhelyettese



Kovács Ferenc

a Kőolaj- és Gázipari Tröszt
Geofizikai Kutatási Üzemé-
nek osztályvezetője



Sággy György

a Kőolaj- és Gázipari Tröszt
Geofizikai Kutatási Üzemé-
nek osztályvezetője



Dr. Meskó Attila

az Eötvös Loránd Tuda-
mányegyetem Geofizikai
Tanszékének docense, a mű-
szaki tudományok doktora,
az MGE Országos Elnöksé-
gének tagja.

Karotázs görbék folyamatos feldolgozása agyagos homokkőtarólok mennyiségi értelmezésére

MINSZK-32 számítógépen

BARÁTH ISTVÁN – CZEGLÉDI ISTVÁN – MARKÓ LÁSZLÓ –
MÉSZÁROS FERENC – SZENDRŐ DÉNES*

Az OKGT Geofizikai Főosztályának irányításával az ELGI és OGIL szakemberei több évig dolgoztak a MINSZK – 32 típusú számítógépen a karotázs értelmező rendszer fejlesztésén. Ennek a fejlesztő munkának az eredményeit foglalja össze ez a dolgozat, egy dél-magyarországi lelőhely telepeire való alkalmazásán keresztül. A feldolgozás főbb mozzanatai a következők:

- a szelvények digitalizálása és visszarájzoltatással való ellenőrzése,
- a digitalizált szelvények mágnesszalagos adattárba való elhelyezése, fizikai értékekre konvertálva,
- a szelvények automatikus számítógépes mélységgyeztetése,
- porozitás és agyagtartalom meghatározása,
- víztelítettség-számítás többféle módszerrel,
- az eredmények megjelenítése plotteren és sornyomatón.

Под руководством главного отдела по геофизике Треста нефтяной и газовой промышленности, специалисты ЭЛГИ и ОГИЛ в течение нескольких лет проводили работы по разработке системы программ для интерпретации каротажных данных на ЭВМ Минск – 32. В настоящем докладе в сводном виде излагаются результаты этих работ, на примере использования системы применительно к залежам одного из месторождений Южной Венгрии. Основные этапы обработки заключаются в следующем:

- преобразование кривых в цифровой код и их проверка путем их повторного представления,
- архивация кодированных кривых на магнитной ленте, в физических величинах,
- автоматическое машинное согласование кривых по глубинам,
- определение пористости и глинистости,
- вычисление водонасыщенности различными методами,
- представление результатов при помощи плоттера и строкопечатающего устройства.

Under a contract of the Geophysical Department of the Hungarian Oil and Gas Trust, experts of the ELGI (Hungarian Geophysical Institute „Roland Eötvös”) and OGIL (Research Lab. of the Oil and Gas Industry) have worked for many years on the development of a well-log interpretation system on the MINSK – 32 computer. The lecture summarizes the results obtained through an actual example of application. Main steps of the computations are as follows:

- (i) Digitalization of the sections and replotting for cross-checking;
- (ii) Storing the digitized section on magnetic tape, after conversion into physical values;
- (iii) Automatic depth adjustment of the sections;
- (iv) Determination of porosity and shale content;
- (v) Estimation of water saturation using various methods;
- (vi) Presentation of the results on a plotter and on the line printer.

A MINSZK – 32 számítógépre több éves kutató-fejlesztő munkával kidolgozott karotázs-értelmező-rendszer kőolajipari felhasználása megindult egy Dél-Magyarországi terület feldolgozásával. A konkrét alkalmazás során kapott eredmények a számítógépes rendszer létjogosultságát bizonyítják.

A rendszer korszerű matematikai statisztikát felhasználó eljárásai könnyen biztosítják a területre jellemző konstansok paraméterként való felhasználását és a geofizikus értelmező szakmai tapasztalatának figyelembevételét. Az egysé-

ges mágnesszalagos adattári rendszer az eljárások egymásutáni csatlakozását segíti elő. Minden feldolgozó program azonos formátumú mágnesszalagról mágnesszalagra dolgozik, a mért szelvények és a számított görbék adatai kódszámuk megjelölésével könnyen elérhetők. Az adatok memóriába való behozatala a memória szabad területének, a felhasználandó görbék számának és hosszának automatikus figyelembevételével mélységszakaszonként történik.

A geofizikai értelmezés digitalizálási pontonként folyik, de a litológia meghatározása után a további hasznos információ számítása csak a permeábilis helyeken folytatódik.

A programrendszer folyamatábrája az 1. ábrán látható, egyes lépéseinek bemutatására pedig a következőkben térünk ki.

1. ábra. A programrendszer folyamatábrája

1. pr.: Gray szalagok visszarájzolása; 2. pr.: Gray szalagok mágnesszalagra való felvitele; 3. pr.: Fizikai értékekre konvertálás, szabvány formában tárolás; 4. pr.: Mélységgyeztetés; 5. pr.: Görbék normalizálása; 6. pr.: Görbék litológiai meghatározása; 7. pr.: Porozitások és agyagtartalom számítása; 8. pr.: Víztelítettség, CH-telítettség meghatározása; 9. pr.: Eredmények nyomtatása; 10. pr.: Görbék összerendezése; 11. pr.: Eredmények rajzolása; *Jelölések:* A. Gray kódos lyukszalag; B. Goszt kódos paraméterszalag; C. Mágnesszalag; D. Program; E. Plotter; F. Sornyomtató.

Fig. 1. Flow-chart of the program system

Program No. 1. Control plotting of Gray-coded punched tapes; No. 2. Loading of the Gray-coded punched tapes on the magnetic tapes; No. 3. Conversion to physical values, storing in standard format; No. 4. Depth adjustment; No. 5. Normalization of the curves; No. 6. Determination of lithology; No. 7. Calculation of porosity and shale content; No. 8. Determination of water saturation and CH saturation; No. 9. Print-out; No. 10. Sorting of the curves; No. 11. Plotting of the results; *Symbols:* A Gray-coded punched tapes; B GOST-coded parameter tape; C Magnetic tape; D Program; E Plotter; F Lineprinter.

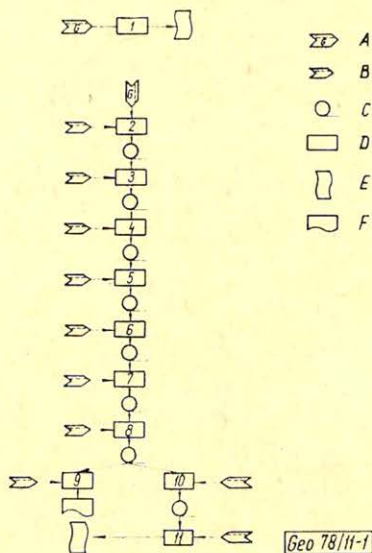


Рис 1. Блок-схема программного пакета

1. — Воспроизведение данных ГРЕЙ на плоттере CIL; 2. — Запись лент ГРЕЙ на магнитную ленту; 3. — Трансформация данных в физические величины и их хранение в стандартной форме; 4. — Привязка/данных по глубине; 5. Нормализация кривых; 6. — Определение литологии; 7. — Оценка пористости и глинистости; 8. — Оценка водо- и нефтенасыщенности; 9. — Печать результатов; 10. — Сборка кривых; 11. — Вычерчивание результатов
Обозначения: А — Перфолента в коде ГРЕЙ; В — Лента параметров в коде Гост; С — Магнитная лента D — Программа; E — Плоттер; F — Широкопечатающее устройство

1. program

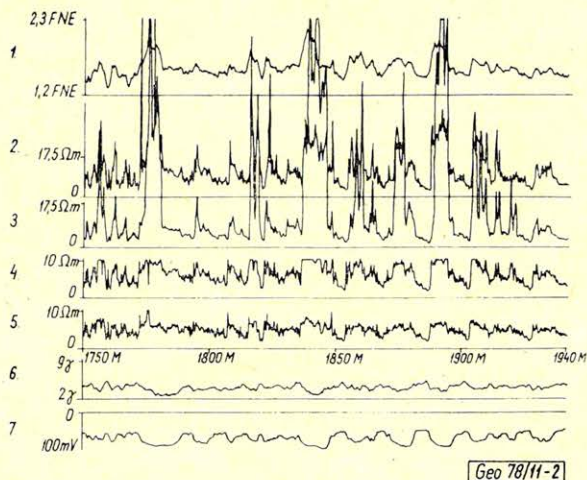
A digitalizált görbék GRAY-kódos lyukszalagjait ellenőrzés szempontjából a CIL-plotteren kirajzolja.

2. program

A GRAY-kódos lyukszalagok adatainak mágnesszalagra való felírását végzi el.

3. program

A GRAY-kódos értékek binárisra való átkonvertálását végzi, majd a fizikai értékek helyreállítása után szabványformátumúan tárolja a görbéket a szelvényadattárban.



2. ábra. Felhasznált szelvények

Fig. 2. Logs used

Рис 2. Использование диаграммы

Az adattárból plotteren kirajzolt, a feldolgozásnál felhasznált szelvények a 2. ábrán láthatók.

4. program

A karotázs-szelvények helyes mélységegyeztetése az értelmezés elengedhetetlen előfeltétele. Addig, amíg a hagyományos összerajzolásnál a szakember tapasztalata és a görbék vizuális szemlélete igen jó eredményt szolgáltat, számítógépes mélységegyeztetésre a szakirodalomban igen kevés utalás történik. Általában úgy csúsztatják egymás mellett a szelvényeket, hogy a keresztkorrelációs együttható maximális legyen. Ez a módszer azonban csak a szelvény egészéhez tartozó konstans csúszást küszöböli ki, holott a mélységtérések nagysága pontról pontra változhat, harmonikaszzerű összetevőkből állhat.

A jelen programrendszerben felhasznált iterációs eljárás biztosítja, hogy egyszerre tetszőleges számú görbesereget figyelembe véve a mélységtérés matematikai megfogalmazást nyerjen.

A mélységtérést matematikai függvénnyel közelítve, a mélység helyes görbe korrigált értékeit a mért görbék sorbafejtése után, a legkisebb négyzetek módszerével számolja ki a program.

Mivel a pontról pontra változó nagyságú mélységtérést a program kiszámítja, így a keresztkorrelációs eljárásnál lényegesen gyorsabb, s mivel nemcsak lineáris eltolódást feltételez, a harmonikázásokat is kiküszöböli.

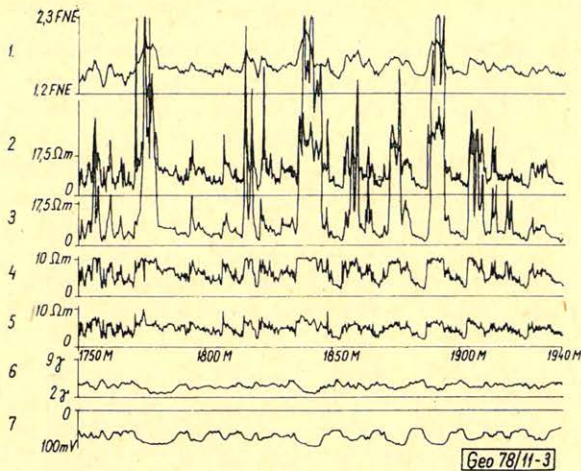
Mivel a matematikai eljárás a mélységpontok számát nem változtatja meg, előnye még az is, hogy az intervallumok szélein hiányos szakasz nem keletkezik.

Az eljárás alkalmazása nem teszi szükségessé valamely görbe kitüntetett szerepét, de lehetséges az is, hogy ha bizonyos számú szelvényt nem szükséges korrigálni, akkor ezek felhasználásával csak a fennmaradó szelvényeket egyeztetjük.

A mélységileg egyeztetett szelvények a 3. ábrán tekinthetők meg.

5. program

Az értelmezés során néhány karotázs görbe esetén a földtani viszonyokat az abszolút értékek helyett a relatív értékek jobban jellemzik, amelyek a görbék normalizálásával kaphatók meg.



3. ábra. Mélységileg egyeztetett szelvények

1. Neutron-gamma; 2. Mikrolaterolog; 3. Optimális laterolog; 4. Mikropotenciál
5. Mikrogradiens 6. Természetes-gamma; 7. Természetes potenciál

Fig. 3. Depth-adjusted logs

1. Neutron-gamma; 2. Microlaterolog; 3. Optimal laterolog; 4. Micropotential; 5. Microgradient; 6. Natural gamma; 7. Natural potential

Рис 3. Диаграммы, привязанные по глубине

1. — НГГ; 2. — Микробковой каротаж; 3. — Оптимальный боковой каротаж; 4. — Микропотенциал; 5. — Микроградиент; 6. — ГК; 7. — ПС

Jelen esetben a litológia és az agyagosság meghatározása érdekében szükség volt a PS és a természetes-gamma görbék tiszta homok és agyag szintjének kijelölésére s a görbe értékeinek a két szint közé normálására úgy, hogy a maximális érték egy legyen. A bázisvonalak tulajdonsága az, hogy a mélység függvényében nem konstans értékűek, így kijelölésük is csak szakaszokra való felosztás után történhet.

A szakaszhosszúság megadása a földtani viszonyok ismeretében paraméterként történik, utána a program automatikusan a görbét alulról és felülről burkoló poligonokat határoz meg, majd a görbe értékeit a kettő közé normalizálja. A normalizált görbék a 4. ábrán láthatók. Ugyanez a program végzi el a mikronormál és mikrogradiens görbék különbségének képzését, amely a litológia szempontjából lényeges.

4. ábra. Mikrokülönbség (3), normalizált természetes gamma (2), és normalizált természetes potenciál (1) szelvények

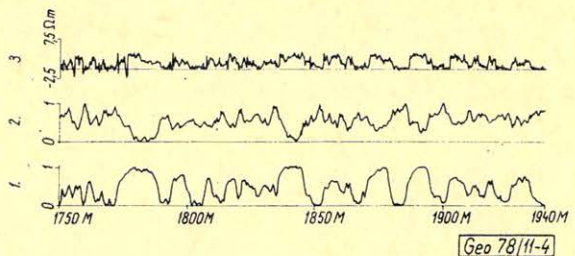


Fig. 4. Micro difference (3), normalized natural gamma (2) and normalized natural potential (1) logs

Рис. 4. Разница двух кривых микроградиента и микропотенциала (3), нормализованные диаграммы ГК (2) и ПС (1)

6. program

A mélységpontonként dolgozó litológiai program segítségével történik a permeábilis szakaszok, ezen belül pedig a gáz-, olaj- és víztároló zónák kijelölése.

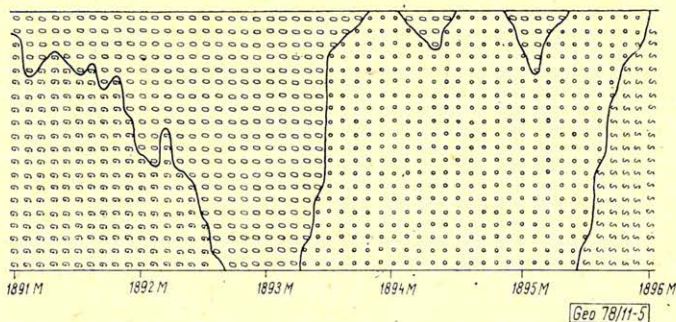
A litológiai meghatározás azon alapul, hogy a különböző rétegtípusok geofizikai paraméterei megadható tartományokkal jellemezhetőek. A klasszikus tárgyalás értelmében így, ha egy adott helyen a geofizikai paraméterek és a rétegtípust jellemző tartományok között egy egyértelmű megfeleltetés jön létre, akkor az adott rétegtípus tekinthető a kiértékelés eredményének. Amennyiben ez a kapcsolat nem jön létre, a klasszikus módszer nem szolgáltat eredményt. Az említett hiányosság kiküszöbölésére statisztikus módszer került kidolgozásra, amely a fúrólukban létrejövő bonyolult mérési körülmények okozta változások tárgyalását könnyíti meg.

A statisztikus eljárás a teljesen ki nem küszöbölhető zavaró effektusok hatását a mért értékhez rendelhető szórásban sűríti össze. A szórás becslésénél figyelembe vettük a műszer paramétereit, a mért geofizikai mennyiség esetleges statisztikus viselkedését és a mérés pontatlanságából származó hibát is.

A litológiai értelmezéshez szükséges a területre jellemző statisztikus litológiai mátrix, amelyben a karotázs görbékhez és a rétegtípusokhoz tartozó geofizikai paraméterek jellemző intervallumainak alsó és felső határai találhatóak. Ugyancsak itt szerepelnek az egyes rétegtípusok előfordulási valószínűségei is.

A statisztikus litológiai súlymátrix paraméterei az interpretátor szakmai tapasztalatát tükrözik, mivel a különböző karotázs görbékhez és a rétegtípusokhoz tartozó súlyfaktorok a geofizikai paraméterek mért értékeit szolgáltatják.

Feltételes valószínűséget alkalmazva a digitalizálási pontokban ismert mért értékek és szórások alapján kiszámoljuk, hogy a statisztikus litológiai mátrixban definiált várható értékektől milyen valószínűséggel származhatott a saját eredménye. A súlyfaktorok birtokában – figyelembe véve a geofizikai sajátosságokat – korrekciót hajtunk végre a valószínűségeken, majd meghatározzuk több karotázs görbe alapján az eredő valószínűségeket rétegtípusonként. A maximális



5. ábra. Litológiai valószínűségeloszlás. Egy darab jel 5% valószínűséget reprezentál
Jelölések: S márga; o vizes homokkő; O olajos homokkő; G gázos homokkő

Fig. 5. Lithological probability distribution. Each signal represents 5% probability
Symbols: S marl; o wet sandstone; O oily sandstone; G gaseous sandstone

Рис 5. Распределение литологической вероятности

Один сигнал представляет вероятность в 5%; S — мергель; o — водоносный песчаник; O — нефтеносный песчаник; G — газоносный песчаник

6. ábra. Felhasznált diagramok

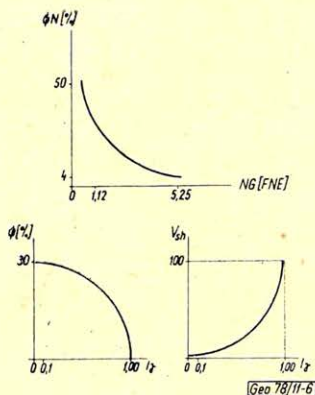
Jelölések: NG – neutron gamma feltételes egységekben; Φ_N – neutron porozitás; Φ – porozitás; V_{sh} – agyagtartalom; I – relatív gamma

Fig. 6. Diagrams used

Symbols: NG neutron-gamma in arbitrary units; Φ_N neutron porosity; Φ porosity; V_{sh} shale content; I relative gamma

Рис. 6. Использование диаграммы

Обозначения: NG – НГК в условных единицах; Φ_N – нейтронная пористость; Φ – пористость; V_{sh} – глинистость; I – относительная гамма-активность



valószínűséghez tartozó rétegtípus a litológiai eredményt szolgáltatja, a valószínűség értéke pedig az eredmény megbízhatóságát tükrözi. A litológia-kód változása egyben a réteghatárok kijelölésére is alkalmazható.

A litológiai valószínűségeloszlás a mélység függvényében az 5. ábrán látható.

7. program

A mélyfúrás geofizikában sok esetben a mérési értékekből nem matematikai formulákkal számolnak ki egy újabb eredményt, hanem a területi viszonyokat tükröző diagramok alapján történik az értelmezés.

Először végzi el az interpolációs program, amelynek a változók összetartozó értékeit, azaz a függvények pontjait paraméterszalagon kell megadni. Ugyancsak paraméterrel vezérelhető az, hogy milyen litológiai kódoknál történjen ilyen számítás. Jelen feldolgozásnál a permeábilis rétegek esetén a normalizált természetes-gamma görbéből porozitás és agyagtartalom, míg a neutron-gamma szelvényből neutronporozitás kerül meghatározásra.

A felhasznált diagramok a 6. ábrán tekinthetők meg.

8. program

A szénhidrogén-tárolók kijelölése szempontjából szükséges a porozítások és az agyagtartalom meghatározása után a víztelítettség és szénhidrogén-telítettség számítása.

A korszerű mennyiségi értelmezés érdekében ez négyféle módon történik. A megbízhatóság fokozása érdekében nemcsak ezek átlagértéke, hanem a pontatlanságot jellemző szórás is meghatározásra kerül.

A felhasznált összefüggések:

a) Az algóí területre kidolgozott képlet:

$$b) \quad S_{w1} = \left[\frac{5}{\left(1 + \frac{2}{3} V_{sh}\right) \cdot R_t} \right] \frac{1}{2 - \frac{4}{3} I_\gamma}$$

$$c) \quad S_{w2} = \left(\frac{R_0}{R_t} \right)^{1/n}$$

$$S_{w_3} = \left(\frac{R_{MLL}}{R_t} \cdot \frac{R_w}{R_{mf}} \right)^{0,76}$$

$$d) \frac{1}{S_{w_4}} = \left(\frac{V_{sh}^{(1-V_{sh}/2)}}{\sqrt{R_{sh}}} + \frac{\Phi^{m/2}}{\sqrt{R_w}} \right)^{2/n} \cdot R_t^{1/n}$$

- Ahol S_w – víztelítettség
 R_o – száz százalékgig vízzel telített réteg ellenállása
 R_t – valódi ellenállás
 R_w – rétegvíz ellenállása
 R_{mf} – iszapfiltrátum ellenállása
 R_{MLL} – mikrolaterológból kapott ellenállás
 R_{sh} – agyag ellenállása
 V_{sh} – agyagtartalom
 $I\gamma$ – relatív természetes-gamma érték
 n, m – területre jellemző állandók.

9. program

A számított eredményeket digitalizálási pontonként a mélység függvényében mágnesszalagról táblázatos formába kinyomtatja. A nyomtatott formátum a 7. ábrán látható.

MÉLYSÉG	VSH	Φ	ΦN	SW1	SW2	SW3	SW4	SW	SD	LIT	VAL
[m]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1658 00	15	25	20	35	60	41	63	45	10	4	63
1657 90	14	25	21	31	52	37	57	40	8	4	54
1657 80	13	25	21	29	45	34	53	36	6	1	74
1657 70	12	26	22	26	39	31	49	32	5	1	78
1657 60	12	26	22	25	37	31	49	31	4	1	79
1657 50	11	26	22	21	30	26	41	26	3	1	79
1657 40	11	26	22	19	28	24	39	24	3	1	76
1657 30	12	26	21	17	25	22	36	21	3	1	74
1657 20	13	25	21	15	23	20	33	19	3	1	71
1657 10	13	25	21	14	22	19	32	18	3	1	71
1657 00	14	25	21	14	24	20	33	19	3	1	76

[Geo 78/H-7]

7. ábra. Eredmények táblázatos formában
 Jelölések: V_{sh} – agyagtartalom; Φ – porozitás; ΦN – neutronporozitás; SW1, SW2, SW3, SW4 különböző módon számított víztelítettségek; SW – az első három víztelítettség átlaga; SD – az átlagos víztelítettség szórása; LIT – litológiai kód VAL – litológiai valószínűség

Fig. 7. Results in tabulated form

Symbols: V_{sh} shale content; Φ porosity; ΦN neutron porosity;

SW1, SW2, SW3, SW4 – water saturation calculated by different methods; SW – average of the first three values of water saturation; SD – scatter of the average of water saturation; LIT – lithological code; VAL – lithological probability;

Рис. 7. Результаты в табличной форме

Обозначения: V_{sh} – глинистость; Φ – пористость; ΦN – нейтронная пористость; SW1, SW2 – SW3, SW4 водонасыщенность, рассчитанная различными способами; SW – средняя величина первых трех водонасыщенностей; LIT – литологический код; VAL – литологическая вероятность; SD – разброс средней водонасыщенности

10. program

A mágnesszalagon mélységszakaszonként tárolt szelvényeket görbék szerint a mélység függvényében összerendezi.

11. program

A mágnesszalagon szabvány formában tárolt mért- és eredmény görbéket paraméterszalaggal vezérelt formában CIL-plotteren kirajzolja.

Az eredménygörbék rajzait a 8. ábra tartalmazza.

	$(\varnothing - i\gamma)$		$(V_{sh} - i\gamma)$		FNE	Φ HOMOKKÖ
	$i\gamma$	0	$i\gamma$	V_{sh}		
1	0,0	30,0	0,0	0,0	5,25	4,0
2	0,1	29,6	0,1	2,5	4,7	5,2
3	0,2	28,9	0,2	4,5	3,75	8,5
4	0,3	28,0	0,3	7,0	2,9	13,0
5	0,4	26,9	0,4	10,0	2,1	21,7
6	0,5	25,6	0,5	14,5	1,8	26,0
7	0,6	24,0	0,6	20,0	1,55	30,5
8	0,7	21,4	0,7	28,5	1,35	35,0
9	0,8	17,4	0,8	42,0	1,25	40,0
10	0,9	10,6	0,9	62,0	1,2	45,0
11	1,0	0,0	1,0	100,0	1,12	50,0

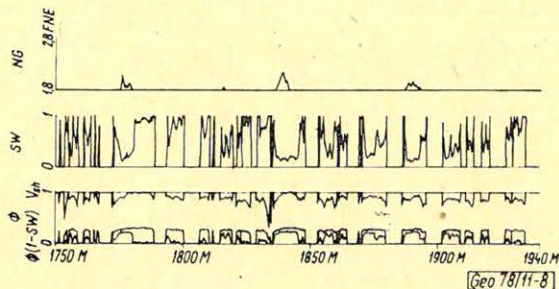
8. ábra. Eredmények CIL plotteren kirajzolva

NG – neutron gamma; S_w – víztelíttség; V_{sh} – agyagtartalom; $\Phi(1-S_w)$ – szénhidrogéntelíttség

Fig. 8. Results displayed on the CIL plotter

NG – neutron gamma; S_w – water saturation; V_{sh} – shale content; $\Phi(1-S_w)$ – hydrocarbon saturation

Рис. 8. Вычерчивание результатов на плоттере CIL



A programrendszer rutinszerűen működik, a területi feldolgozás során pedig lehetőség adódott a számítógépes értelmezés effektivitásának vizsgálatára a kézi interpretációval való összehasonlítás útján. A tapasztalat azt mutatja, hogy az eredmények a hagyományos értelmezéssel és a geológiai szolgálat által kapott eredményekkel összhangban hasznos információt szolgáltatnak a szénhidrogéntelegek kimutatására és a rezervoargeológiai értelmezésre.

IRODALOM

- [1] Balogh E., Burányi I., Kurali F., Soós G., Tóth L., dr. Zilahi S. L.: Jelentés a KER mágnesszalagos adattári rendszeréről. Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet jelentése, 1975.
- [2] Bessenyei I., Markó I.: Algyő-Maros telepek tároló rétegeinek átfogó mélyfúrású geofizikai értelmezése a rezervoargeológiai feldolgozáshoz. Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium jelentése, 1976.
- [3] Czeglédi I.: A Karotázs Értelmezési Rendszer tervezete OKGT Geofizikai Főosztály, 1972.
- [4] Mészáros F.: Jelentés a természetes potenciál-görbe agyagalapvonalának gépi meghatározásáról. Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet jelentése 975.
- [5] Szendrő D.: Karotázs módszerek alapján történő litológiai tagolás. Matematika és számítástechnika a nyersanyag kutatásban II. kötet, 60 – 79 old. Magyarhoni Földtani Társulat, 1974.
- [6] Szendrő D.: Karotázs szelvények számítógépes mélységegyeztetése. Kiváló Ifjú Diplomás pályázat, 1976.

Hidrotermális szulfidércesedés lokalizációs viszonyainak tisztázása gerjesztett potenciál mérésekkel

BALLA Z., ERKEL A., KIRÁLY E., VERŐ L.*

Erősen fedett területeken hintett-eres, hidrotermális szulfidércesedések lokalizációs viszonyainak megismerésére egyetlen módszer a gerjesztett potenciál. A potenciális ércmező lehatárolásában, a potenciális érclelőhelyek kimutatásában és lehatárolásában, geometrizálásában a hagyományos GP-módszerrel végzett, különböző részletességi fokú szelvénymenti és hálózatos mérések a főszerep, de a potenciális érclelőhely tipizálásához már szükséges a dinamikus karakterisztikák (amplitúdók és időállandók) vizsgálata is. Ezeket általában hosszú idejű gerjesztéssel tanulmányozzák, de elméletileg bebizonyítottuk és több ezer terepi mérés alapján készített statisztika igazolta, hogy a jellegzetes különbségeket rövid idejű mérésekkel is meg lehet kapni.

A Börzsönyben szerkezetkutató geofizikai mérések tisztázták a fő érckontrolláló szerkezetet és a hidrotermálisan bontott közettömeg alakját, méreteit, a GP mérések pedig az ércmező belső szerkezetét. A lineáris GP anomáliák hatói meredek dőlésűek, szulfidásványos övekként értelmezhetők. A mélyfúrásokkal eddig megkutatott övekben a hidrotermális ásványosodás törvényszerű zonációt mutat és az ércesedés csak meghatározott típusú zonációval kapcsolatos. Eddigi eredményeinkre támaszkodva azt tervezzük, hogy megkíséréljük a különböző GP hatók különböző zonációját a dinamikus paraméterekkel is kimutatni és ennek alapján az anomáliákat szelektálni. Méréseinket az ilyen célokra kifejlesztett műszerrel és nagy terepi termelékenységű biztosító észlelési rendszerben végezzük.

A cikkben röviden ismertetjük újabb műszerfejlesztési elképzeléseinket is.

В закрытых районах единственным методом изучения прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации являются измерения методом вызванной поляризации. В оконтуривании рудных полей, в выявлении и оконтуривании месторождений в их пределах и в геометризации рудных тел главную роль играют измерения по классической методике вдоль профилей и по сети. Для выделения этих типов рудных тел необходимо изучение временных характеристик (амплитуд, постоянных времени); обычно они исследуются при длительных зарядках. Нами теоретически доказано и статистической обработкой нескольких тысяч данных полевых измерений на практике подтверждено, что эти характеристики могут быть получены при кратковременных измерениях.

Структурными геофизическими методами выяснены общие особенности главных рудоуправляющих структур, а также размеры, форма и условия залегания массива гидроtermально измененных пород в Бёрзёньских горах. Методом ВП изучено внутреннее строение рудного поля, в котором выделены линейные аномалии; можно предполагать, что они обусловлены крутопадающими зонами сульфидной минерализации. Разбуркой зон выявлена отчетливая метасоматическая зональность, причем орудование связано лишь с определенным ее типом. На основании проведенных опытных работ мы предполагаем уловить по временным характеристикам различия в типах зональности и тем самым осуществить разбурковку аномалий. Измерения проводились специально для этой цели разработанной аппаратурой в системе полевых наблюдений, обеспечивающей высокую производительность.

В докладе кратко излагаются и планы в области конструирования новых приборов.

On heavily covered areas the only available method to learn the localization conditions of hydrothermal sulfidic ore deposits is the induced potential technique. The delineation of potential ore fields, i.e. indication of the place of deposits and their geometry can usually be done by conventional IP measurements along appropriately detailed profiles and grids.

To typify however the potential ore findings one has to investigate the dynamic characteristics (such as amplitudes and time constants) as well. While these characteristics are generally studied by using induction of long duration, we have proved theoretically and also in practice — by means of thousands of field measurements — that characteristic differences can also be produced by inductions of short duration.

Geophysical reconnaissance measurements in Börzsöny Mountains clarified the main orecontrolling structure and the shape and size of the hydrothermally decomposed rock mass, while IP measurements resolved the inner structure of the ore field. The measured IP anomalies could be interpreted as due to steeply dipping sulfidic ore belts. On areas where exploration wells have already been drilled the hydrothermal ore deposition seems to be connected to some regular zones of specific type. Our previous experience suggests that the various zonations of the different IP anomalies could be indicated by the dynamic parameters and this would give a basis to classify the anomalies. Measurements should be carried out by specially designed instruments.

Our latest ideas concerning instrument development will be finally touched upon.

A hintett-eres ércesedés egyre nagyobb szerepet játszik a színesfémek nyersanyagbázisában: az alacsony minőséget a technológia fejlődésével egyre inkább ellensúlyozza a nagy készlet és a tömegtermelés lehetősége. Az európai országok évezredek óta kutatott területén elsősorban ilyen típusú új érlelőhelyek felfedezését várhatjuk, amelyek korábban nem tarthattak számot gazdasági érdeklődésre. Ebből kiindulva Magyarországon jelenleg a színesércutatás főleg ezekre irányul.

Érctelepnek itt elsősorban terciér vulkáni centrumokban várhatók. Zömük erdős hegyvidék, vagyis jelentős mértékben fedett terület, ahol a földtani térképezés legfejlebb egymástól elszigetelt apró feltárások ritka hálózatára támaszkodhat. Ennek alapján a vulkáni centrumok és a velük kapcsolatos ércmezők közelítőleg kijelölhetőek, amihez nagy segítséget adhat a hálózatos metallometriai felvétel.

Az ércmezők lehatárolása és különösen belső felépítésük tanulmányozása azonban ezekkel a módszerekkel nem oldható meg. Kitűnően alkalmas viszont erre a GP-módszer. Költséges volta miatt csak a földtani térképezés és a metallometriai felvétel nyomán kijelölt perspektív területeken érdemes alkalmazni.

A mérések feladata első lépésben a lehatárolás. Ez két egymásra merőleges rendszerben telepített szelvényekkel oldható meg. Második lépésben a lehatárolt anomália-területet hálózatban mérjük fel, a tápvonalakat a lehatárolás során meghatározott főirányra merőlegesen telepítve. Az így kapott anomália-térkép alapján már előzetes képet kapunk a fő érlelőhelyek és ércestek elhelyezkedéséről és alakjáról. Harmadik lépés az ércestek geometrizálása, amelyhez jellemző szelvények mentén speciális elrendezésekkel végzünk méréseket.

Minden eddigi mérés a szokványos mérési-kiértékelési módszerrel történik — megadott időpillanatban vagy időintervallumban a gerjesztőáram kikapcsolása után. A látszólagos polarizálhatóság így mért értékének nagysága döntő mértékben függ a műszeres és a mérések időparamétereitől: a gerjesztési időtől (T), továbbá a mérési (t) vagy integrálási (Δt) időtől.

A GP-módszer lehetőségeit azonban mindez távolról sem meríti ki. Alapvető feladat, hogy a mérési módtól független GP-közetfizikai paramétereket határozzunk meg. A lecsengési görbék dinamikus karakterisztikáinak mérésével ez megoldható, s így jelentős információt kaphatunk az ércestek anyagi-szöveti jellegére vonatkozóan is.

A GP dinamikus karakterisztikáinak vizsgálatára a leningrádi NPO Geofizikában V. A. Komarov vezetésével kifejlesztettek egy műszert és módszert. Hosszú idejű gerjesztéssel mérik terepi és laboratóriumi körülmények között a GP lecsengési görbét és vizsgálják a dinamikus paramétereket, valamint az ércásványok minősége, mennyisége és szemnagysága hatását e paraméterekre, ezenfelül pedig a lineáris és non-lineáris GP-jelenségeket is.

A hosszúidejű GP lecsengési görbék felvétele és kiértékelése közel egy nagyságrenddel növeli a fajlagos kutatási költségeket, ezért olyan kiértékelés

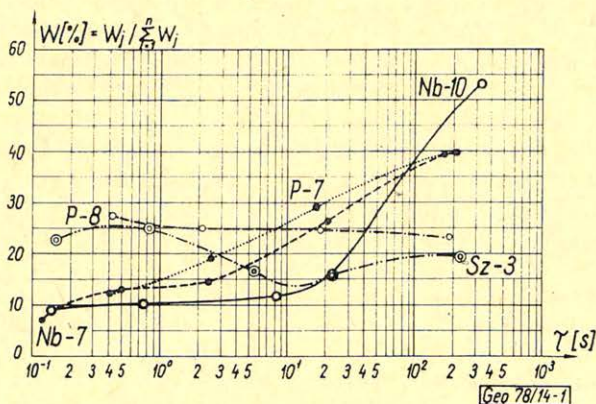
és technológiai eljárás kidolgozását tűztük célul, amely az olyan alapvető problémák megoldását, mint a szulfidos és a grafitos ásványosodás, továbbá a hintett és a tömeges szulfidércesedés megkülönböztetése, rövid idejű GP-mérésekkel is lehetővé teszi. Az ELGI 1975-ben megkezdett műszerfejlesztési programjának fő célkitűzése ilyen műszer létrehozása volt.

Az új, DIAPIR-4005 típusú digitális kijelzésű automatikus egyenáramú műszer öt időpontban méri a látszólagos polarizálhatóság értékét. Az öt mérési adatból egy nagy ($w_1 - \tau_1$) és egy kis ($w_2 - \tau_2$) időállandójú komponens határozható meg, valamint az összetett lecsengési görbe $t = 0$ pillanatbeli értéke ($w_1 + w_2$) és az amplitúdók hányadosa.

A mérési anyag rögzítésére, az ismételt mérési adatok átlagolására és javítására, a dinamikus paraméterek kiszámolására, a számolt és mért adatok összehasonlítására egy HP-97 típusú kalkulátorra írt program szolgál, amelyet a terepen az észlelő használ.

A DIAPIR-4005 műszerrel a 2 mp-es intervallumon belül kapott öt mérési adat értelmezése hosszú idejű GP-lecsengési görbékkel való összehasonlítás alapján történt. A 120-240 mp gerjesztési idővel felvett összetett lecsengési görbéket számítógépes eljárások segítségével exponenciális összetevőkre bontottuk, amelyeknek dinamikus karakterisztikái, az amplitúdó-időállandó diagramok, különböző GP hatók felett eltérő jelleget mutattak (1. ábra). Az ábrán, hogy az anomáliákat abszolút amplitúdójuktól (w_i) függetlenítsük a karakterisztikákat a $\sum_a^n w_i$ értékre normáltuk.

A P-7 jelű karakterisztikát egy nagyjából egyenletesen hintett, változó szemcsenagyságú neovulkáni képződményekbe települt szulfidos ércesedés feletti mérésekből határoztuk meg. Az Nb-10 alatt tömzsős szulfidos ércesedés található, erre utal a legnagyobb időállandójú (τ_1) amplitúdójának (w_1) relatív kiugró értéke is. Igen nagy látszólagos GP anomáliát mértünk az Sz-III. jelű



1. ábra. Különböző földtani körülmények között mért hosszúidejű GP lecsengési görbékből kapott jellemző $w - \tau$ diagrammok

Fig. 1. Characteristic $w - \tau$ diagrams obtained from long-duration IP decay curves measured under various geological conditions

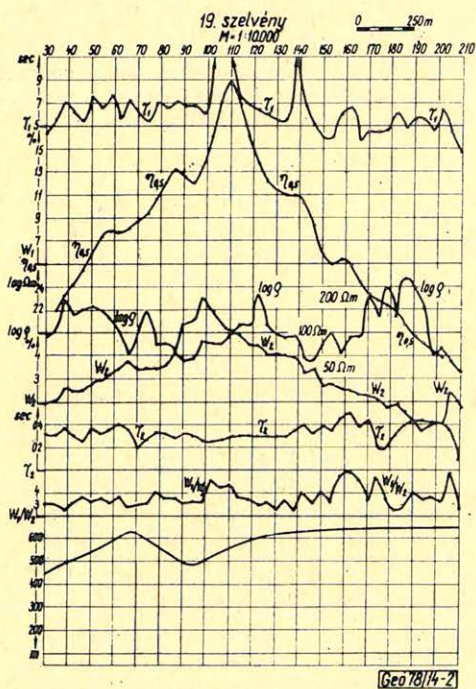
Фиг. 1. Характерные диаграммы $w - \tau$, составленные по долговременным кривым спада ВП, измеренным в различных геологических условиях

mérés pont felett is, ez egy széntartalmú képződmény, itt viszont a kis időállandó-jú (τ_4) komponens jelentkezik anomálishan nagy amplitudóval. A műszer és a feldolgozási módszer eltérő volta ellenére a magyarországi GP anomáliákon végzett vizsgálatok eredményei összhangban vannak szovjetunióbeli mérésekével.

A hosszúidejű lecsengési görbék értelmezésével kapott eredmények alapján a rövid idejű lecsengési görbéket illetően az alábbi következtetésekre jutottunk:

1. Ha az egyes anomáliákon a GP komponensek amplitudó aránya változatlan, akkor a $\tau_1^D - \tau_2^D$ és a w_1^D/w_2^D értéke egy adott területen vagy szelvény mentén változatlan marad. (2. ábra).

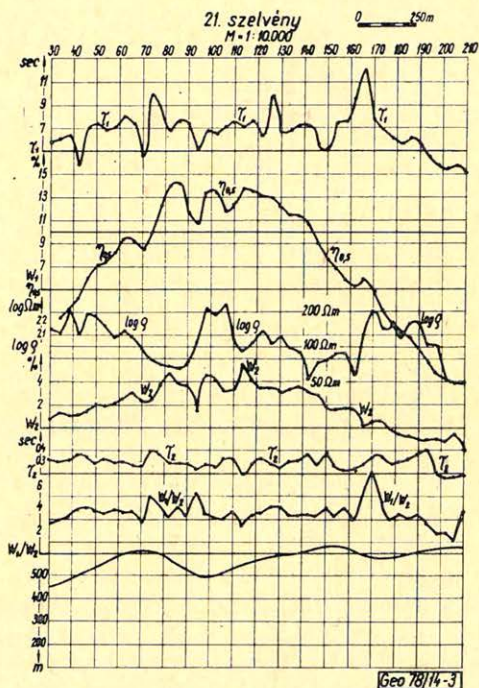
2. Ha a kis időállandók mellett megjelenik egy lényegesen nagyobb időállandójú komponens is vagy ennek amplitudója megnövekszik a τ_1^D értéke és a w_1^D/w_2^D hányados is anomális értéket mutat. (3. ábra, 100–110 és 134–142 pontok között).



2. ábra. Dinamikus (τ_1 , w_2 , τ_2 , w_1/w_2) és klasszikus ($\eta_{0.5}$, η_a) GP-paraméterek görbéi a 19. szelvény (Börzsöny) mentén DIAPIR-4005 műszerrel végzett mérések alapján

Fig. 2. Dynamic (τ_1 , w_2 , τ_2 , w_1/w_2) and classic ($\eta_{0.5}$, η_a) IP parameter curves measured along Profile No. 19 (in the Börzsöny Mts) by the DIAPIR-4005 instrument.

Fig. 2. Кривые изменения динамических (τ_1 , w_2 , τ_2 , w_1/w_2) и классических ($\eta_{0.5}$, η_a) параметров вдоль профиля 19 (Бёржён) по данным измерений аппаратурой ДИАПИР-4005.

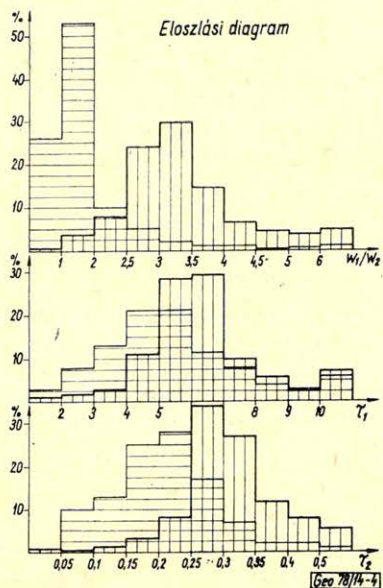


3. ábra. Dinamikus (τ_1 , w_2 , τ_2 , w_1/w_2) és klasszikus ($\eta_{0.5}$, η_a) GP-paraméterek görbéi a 21. szelvény (Börzsöny) mentén DIAPIR-4005 műszerrel végzett mérések alapján

Fig. 3. Dynamic (τ_1 , w_2 , τ_2 , w_1/w_2) and classic ($\eta_{0.5}$, η_a) IP parameter curves measured along Profile No. 21 (in the Börzsöny Mts.) by the DIAPIR-4005 instrument.

Fig. 3. Кривые изменения динамических (τ_1 , w_2 , τ_2 , w_1/w_2) и классических ($\eta_{0.5}$, η_a) параметров вдоль профиля 21 (Бёржён) по данным измерений аппаратурой ДИАПИР-4005.

3. A grafitos képződményekben, ahol a szemcsenagyság közelítően azonos, a w_1^D/w_2^D értéke statisztikus eloszlásának maximuma 1 és 2 közé esik; a szulfidércesedés esetében, ahol a szemcsenagyság szélesebb határok között változik, w_1^D/w_2^D eloszlási görbe maximuma 3 – 3,5 körül alakul ki (4. ábra).



4. ábra. A DIAPIR-4005 műszerrel végzett mérésekből meghatározott dinamikus GP-paraméterek (w_1/w_2 , τ_1 , τ_2) százalékos eloszlása két különböző területen

Fig. 4. Percentage distribution of the dynamic IP parameters (w_1/w_2 , τ_1 , τ_2), measured by the DIAPIR-4005 instrument on two different sites.

Фиг. 4. Процентное распределение динамических параметров (w_1/w_2 , τ_1 , τ_2), определенных по данным измерений аппаратурой ДИАПИР-4005, на двух участках.

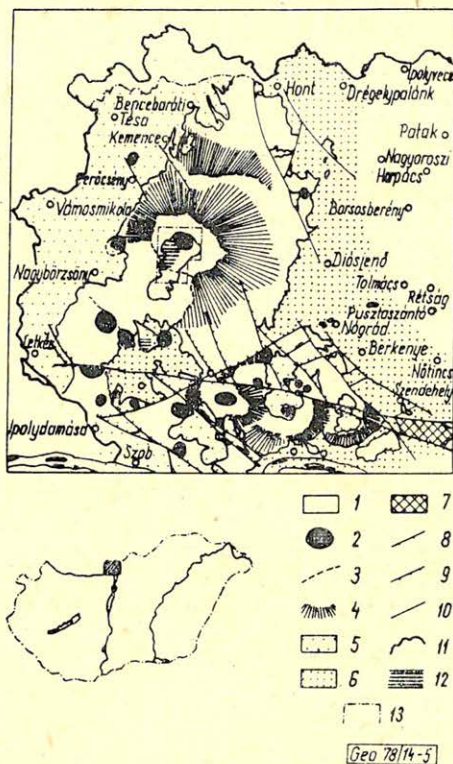
Az ötpontos mintavételű műszer és módszer tehát alkalmasnak tűnik arra, hogy a GP anomáliák hatói között megkülönböztesse a grafitos és a szulfidos összetételűeket, az utóbbiak között pedig a hintett és tömeges szövetűeket.

A továbbiakban beszámolunk arról, hogyan alkalmaztuk a GP-módszert a borszönyi hidrotermális szulfidércesedés lokalizációs viszonyainak tisztázásában.

A Borszöny-hegység középsőmiocén korú, bonyolult felépítésű és történetű andezites rétegvulkán maradványa. Az ércesedés a vulkáni centrumban van, de a felszínközeli vulkán szerkezethez képest diszkordáns. A hidrotermálisan bontott közettömeg refrakciós szeizmikus mérésekkel kimutatható és lehatárolható, alakja 1 km mélységig meghatározható; sebessége 5200 – 5400 m/sec körüli, s ez a kristályos aljzatban minimumként, a vulkáni összlet felszínközeli részein pedig maximumként jelentkezik. A két sebesség-anomália mérete kb. azonos, helyzete csaknem egybeesik, vagyis a hidrotermálisan bontott közettömeg közel függőleges elliptikus hengerszerű testként települ. Felszíni vetületével esik egybe a ritka szelvényhálóval lehatárolt GP-anomália (5. ábra).

A hálózatos GP-mérések tanúsága szerint az ércmező É-D – ÉÉK – DDNY irányú szulfidásványos övekből áll, amelyek három területrészben tömörülnek (6. ábra). Szelvénymenti GP-mérések eredményei szerint ezek az övek meredek dőlésűek, közel függőlegesek. Az egyik lelőhelyen két szomszédos öv fúrásos kutatása bizonyította, hogy az övek ásványosodása eltérő. Az egyik öv *berezites-argillites* jellegű, a másik viszont *biotitos-propilites*. Míg az elsőben gyakorlatilag pirit az egyetlen szulfidásvány, a másodikban főleg kalkopirit van, ezért e második típusba tartozó övek kutatása a soron következő feladat.

Az ércmező kutatás alatt álló részén nagyszámú szulfidásványos öv ismert. Rendkívül fontos lenne, hogy már a fúrásos kutatás előtt kiválaszthassuk azokat, amelyekben ipari ércesedés várható. A *berezites-argillizites és biotitos-propilites övek* elvileg megkülönböztethetők dinamikus GP-karakterisztikáikban.



5. ábra A Börzsöny-hegység vázlatos vulkánotektonikai térképe
Szerkesztette: Balla Z. és Csillagné Teplánszky Erika, 1978.

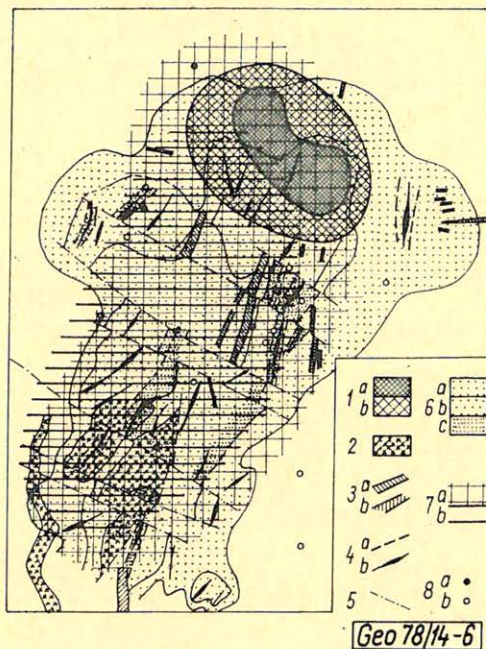
Jelmagyarázat: 1. Vulkáni ősszlet; 2. Vulkáni centrum; 3. Eróziós kaldera pereme; 4. Vulkáni kúp lejtőmaradványa; 5. Fedőüledékösszlet (középsőmiocén bádai emelet); 6. Feküüledékösszlet (oligocén – miocén rupéli – kárpáti emelet); 7. Triász karbonátos ősszlet; 8. Feltoldás; 9. Vetődés; 10. Tisztázatlan jellegű törés; 11. GP-anomáliák kontúrja; 12. Seizmikus anomália; 13. Az ércmező északi része vázlatos földtani térképének (6. ábra) kontúrja

Fig. 5. Outlined volcanic-tectonic map of the Börzsöny Mountains (Prepared by: Z. Balla and Mrs E. Teplánszky Csillag, 1978);

List of Symbols: 1. Volcanic block 2. Volcanic centre 3. Ruin of an erosion caldera 4. Slope remains of a volcanic cone 5. Overlying sedimentary block (middle Miocene stage) 6. Overlain sedimentary block (Oligocene-Miocene Rupelian Carpathian stage) 7. Triassic carbonaceous block 8. Uplift 9. Fault 10. Fracture of unidentified character 11. Contour of IP anomalies 12. Seismic anomaly 13. Contour of the outlined geological map of the Northern section of the ore-field.

Fig. 5. Схематическая вулкано-структурная карта Бёржёнских гор Составили: З. Балла, и Э. Т. Чиллагнэ, 1978.

Условные обозначения: 1. Вулканическая толща; 2. Вулканические центры; 3. Контуры эрозийных кальдер; 4. Остатки склонов вулканических конусов; 5. Перекрывающая осадочная толща (баденский ярус среднего миоцена); 6. Подстилающая осадочная толща (рупельский – карпатский ярусы олигоцена – миоцена); 7. Триасовые карбонатные породы; 8. Взбросы; 9. Сбросы; 10. Разломы неясной природы; 11. Контуры аномалий ВП; 12. Сейсмические аномалии; 13. Контур схематической геологической карты северной части рудного поля (см, фиг. 6)



6. ábra. A Börzsönyi ércmező északi részének vázlatos földtani térképe
Szerkesztette: Balla Z. és Csongrádi J., 1978

Jelmagyarázat: 1. Kürtökítőtés (pozitív geoelektromos ellenállás-anomália); *a* – belső öv (folyamatosan nagy ellenállás), *b* – külső öv (szagatottan nagy ellenállás) 2. DK-re dőlő dácit-szill (földtani térképezés, fúrás és VESZ alapján) 3. Telér (geoelektromos szelvényezés és földtani térképezés adatai alapján), *a* – andezit, *b* – dácit 4. Szulfidásványos övek (GP-mérések alapján) *a* – meredek kontaktusa, *b* – tengelyvonala (*a* vonalvastagság, *b* az ásványosodás intenzitását tükrözi) 5. Haránttörések (geoelektromos ellenállás- és GP-szelvényezés adataiból) 6. Szulfidásványosodás (GP-adatokból), *a* – gyenge, *b* – közepes, *c* – erős 7. Hidrotermális bontás területe (refrakciós szeizmikus mérések alapján), *a* – felszínközépen, *b* – a kristályos aljzat szintjén 8. Fúrás, *a* – 1200 m körüli mélységű, *b* – 200–300 m mélységű.

Fig. 6. Outlined geological map of the Northern section of the Börzsöny ore field (Prepared by Z. Balla and J. Csongrádi, 1978)

List of Symbols: 1. Volcanic neck (positive geoelectric resistivity anomaly); *a*) inner belt (of continuously high resistivity) *b*) outer belt (of sporadically high resistivity) 2. Dacite sill dipping NE-wards (according to geological mapping, drilling and VES) 3. Dike (based on geoelectric measurements and geological mapping) *a*) andesite *b*) dacite 4. Sulphidic mineral belts (based on IP measurements) *a*) their steep contact *b*) their centre line (thickness of the line represents intensity of ore formations) 5. Transversal fractures (based on geoelectric resistivity and SP measurements) 6. Sulphidic mineralisation (from IP data) *a*) weak *b*) medium *c*) strong 7. Zone of hydrothermal decomposition (based on refraction seismics) *a*) near-surface *b*) at the level of the crystalline basement 8. Wells *a*) about 1200 m deep *b*) about 200–300 m deep

Fig. 6. Схематическая геологическая карта северной части Бёржёньюского рудного поля
З. Балла и Т.И. Чонград, 1978-

Условные обозначения: 1. Жерловина (положительная аномалия электросопротивления); *a* – внутренняя зона (устойчиво повышенные сопротивления), *b* – внешняя зона (прерывисто повышенные сопротивления). 2. Силл дацитов, полого падающий на ЮВ (по данным геологической съемки, бурения и ВЭС); 3. Дайки (по данным электропрофилеирования и геологической съемки), *a* – андезитов, *b* – дацитов. 4. Зон сульфидной минерализации (по данным ВП) *a* – крутой контакт, *b* – ось (толщина линий отражает интенсивность минерализации). 5. Поперечные разломы (по данным профилирования методами ВП и сопротивлений); 6. Сульфидная минерализация (по данным ВП), *a* – слабая, *b* – средняя, *c* – интенсивная; 7. Область гидротермальных изменений (по данным сейсморазведки КМПВ), *a* – близ поверхности, *b* – на уровне кристаллического фундамента; 8. Скважины, *a* – глубиной ок. 1200 м, *b* – глубиной 200–300 м.

Lefolytatott kísérleti méréseink alapján feltételezzük, hogy a zonációs típusok közti különbséget ki tudjuk mutatni a dinamikus GP-karakterisztikában is, és ezzel szelektálni tudjuk az anomáliákat. E célra sokpontos DIAPIR-4010/N és a DIAPIR-R típusú műszereink szolgálnak: az ezekkel végzett mérési eredményeinkről még korai volna nyilvánosan beszámolni.

Kőzetek hővezetőképességének meghatározása fúrólukban mért termikus tranziensek alapján

P Á P A Y J Ó Z S E F

A dolgozat egy nagymélységű gázkút termosztelvényezésének példáján bemutatja a fúrt kút közvetlen környezete és az azt körülvevő, radiális irányban végtelen kiterjedésű kőzettömeg hővezetési tényezőjének meghatározási módszerét.

A kút közvetlen környezete és a kőzet hővezetési tényezőjének eltérését a termikus skinnel jellemzi. Rámutat arra, hogy a vizsgált gázkútszerkezetnél a termikus skin a kút falán átáramló hőmennyiség függvénye. Méréssel kimutatja, hogy a kútlezárás után a hőmérséklet csökkenése és a nyomáskiegyenlítődés miatt folytatódik a gázbeáramlás a kútba és ez a termogramot módosítja.

На примере термического профилирования глубинной газовой скважины в работе представлен метод определения теплопроводности пород, непосредственно окружающих скважину и бесконечно простирающегося в радиальном направлении.

Различие в значении теплопроводности непосредственного окружения скважины и пород характеризуется термическим скином. В работе показано, что для случая исследуемой скважины термический скин зависит от количества тепла, переносимого через стенку скважины. Измерения показывают, что после закрытия скважины из-за понижения температуры газ продолжает накапливаться в скважине и это явление приводит к изменению термограммы

Using the thermologging of a very deep gas well the paper demonstrates the method for the determination of thermo-conductivity of the immediate environment of the drilled well as well as of the rock body surrounding it and being of infinite extension in the direction of the radius.

The difference between the thermal conductivity of the immediate environment of the well and of the rock body is characterized by the so called "thermal skin". The author points out that in case of the well structure investigated this thermal skin is a function of the quantity of heat flowing through the wall of the well. He has proved by means of measurements that after closing the well the inflow of gas into the well continues owing to the decrease of temperature and so the thermogram will be modified.

A szénhidrogének kutatása, kitermelése, a vízbányászat, valamint a geotermikus energiatermelés mindennapos gyakorlata megköveteli a bányavárat és a fúróluk környezetét alkotó kőzettömeg hővezetési tényezőjének ismeretét.

A szénhidrogének kutatásánál kulcsfontosságú a cirkuláló iszap hőmérsékletének előrejelzése, mert a fúróluk hőmérsékletétől függ a kitérést ellensúlyozó és a furadékot felszínre szállító iszap típusa.

A kőolajat és földgázt termelő kutakban áramló fluidum hőmérséklete sem lehet tetszőleges. Alacsony hőmérséklet esetén hidrát vagy paraffinkiválás lehetséges, ez pedig igen megnehezíti a folyamatos termelést.

A víztermelő kutakban a vízkőkiválás mértéke, a felszálló termelés lehetősége az áramló víz hőmérsékletének a függvénye.

A nagy mélységben elhelyezkedő termálvíz gazdasági értéke alapvetően attól függ, hogy az milyen hőmérséklettel érkezik a felszínre.

A fluidumbányászatban alkalmazott bányavárat, fúróluk szerkezete, kiképzése a kútban áramló kőolaj-, földgáz-, víz-, vízgőz hőmérsékletének függvénye.

A fúrt lyukban áramló fluidum hőmérséklete adott hozamnál, fluidumtulajdonságnál, kútszerkezetnél a kutat körülvevő, radiális irányban végtelen kiterjedésű kőzet hővezetési tényezőjétől és hőkapacitásától függ.

A kőzetek hővezetői tényezőjének meghatározásával foglalkozó szakirodalom témaköre szerint két részre csoportosítható:

- laboratóriumi körülmények között természetes és mesterséges magokon történő, valamint
- természetes körülmények között, a fúróluk termoszelvényezése során végzett hővezetési tényező mérése, értékelése és elemzése.

Több kitűnő publikáció foglalkozik a kutakban áramló fluidumok hőmérsékletének számításával, a hőmérsékletet befolyásoló tényezők elemzésével, a hőmérsékletet leíró összefüggések ismertetésével [1, 3, 5, 7, 8, 14, 19, 20, 21]

A [9, 10, 16, 17, 18, 23, 24] tanulmányok foglalkoznak a hőmérsékletviszonyokat meghatározó paraméterek fúrólukban történő mérésével és azok értékelésével.

Érdekességként kell megemlíteni, hogy a porózus kőzetekben áramló gyengén kompresszibilis fluidumok áramlási alapegyenleteit 1930–1940-es években, a hődiffúzióra levezetett összefüggések megfelelő transzformációjának a segítségével dolgozták ki.

Ezek az összefüggések teremtették meg az alapját a kőolaj- és földgázkutak tudományos hidrodinamikai vizsgálatának.

A kutak hidrodinamikai szelvényezése ún. kútvizsgálat önálló tudományágá gá fejlődött, ahol is az alapösszefüggéseket a gyakorlati élet követelményeinek megfelelően átalakították és továbbfejlesztették. Így szinte hüvelykujjszabályok alakultak ki, amely szabályokat a kútvizsgálatok során nagyon jó hatásfokkal hasznosítanak.

A szerző kísérletet tett a hidrodinamikai szelvényezés során kidolgozott alapvető összefüggéseknek a termoszelvényezés céljaira való visszatranszformálására. Ezt a [16–18] publikációk tartalmazzák.

E tanulmány ennek jelentőségét kívánja bemutatni egy gáztermelő kút vizsgálatának gyakorlati példáján.

A hővezetési tényező meghatározására felhasznált összefüggések ismertetése

Hazánkban alkalmazott tipikus gázkútszerkezetet az *1. ábra* szemlélteti.

Gázkutak mélysége általában 800–3000 m. A termelőcső átmérője rendszerint $3\frac{1}{2}$ " , a termelési beléscső $5\frac{1}{2}$ "-es, míg a biztonsági beléscső $9\frac{1}{2}$ "-es.

Ha a $5\frac{1}{2}$ "-es beléscső és $3\frac{1}{2}$ "-es termelőcső közti tér ún. gyűrűs folyadékkal van feltöltve, akkor a kút packeres kiképzésű (*1. b. ábra*), egyébként a gyűrűs teret maga a földgáz tölti ki.

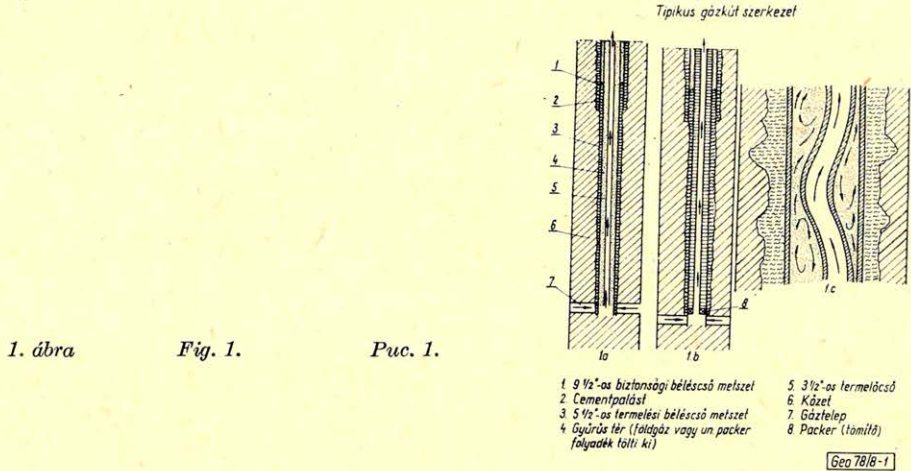
Az *1. c. ábrán* feltüntettük azt, hogy a termelőcső valójában nem koncentrikusan helyezkedik el a kút tengelyvonalában, a rétegek elszigetelésére szolgáló cementpalást vastagsága különböző, a csőközben levő fluidum a termelőcső és a beléscső hőmérséklet különbségének hatására ún. szabadáramlást végez, amikor a fluidum mozgását teljes egészében a termelőcső és a beléscső közti hőcsere határozza meg.

A gázteleből termelt gáz hőmérséklete a kúttalpon közel megegyezik a geotermikus gradiens és a kútmélység által meghatározott réteghőmérséklettel.

A termelésnél a gáz felfelé áramlik (áramlási sebesség 2–10 m/sec), a hőmérséklete a környezettel való hőcsere miatt csökken.

A kút tengelyvonalában áramló gáz hőmérséklete különbözik a kőzet hőmérsékletétől. Az utóbbi értékét a geotermikus gradiens és a mélység határozza meg.

A hőmérsékletkülönbség a hajtóereje a gáz és a környezet közti hőcserének, azaz a hőveszteségnek.



A hőveszteség nagysága pedig a termelőcsövet körülvevő rendszer effektív hővezetési tényezőjétől függ.

Az effektív hővezetési tényező a kőzet és a kútkörnyék átlagos hővezetési tényezőjének az eredője.

Egy adott mélységben a csővezetéken áramló gáz hőmérsékletét, ami közel megegyezik a termelőcső belső falának a hőmérsékletével, az alábbi összefüggéssel számíthatjuk [16–18] (A használt jelölések a 184. oldalon láthatók.):

$$t_w = t_r + \frac{2,3Q}{4\pi hk} \left[\log \frac{4k\tau}{1,78 r_w^2 \rho c} + 0,87 S \right]. \quad (1)$$

Ha a t_w értékét $\log \tau$ függvényében ábrázoljuk, akkor egyenest kapunk és annak iránytangense, m ismeretében számíthatjuk a kőzet hővezetési tényezőjét:

$$k = \frac{2,3Q}{4\pi hm}. \quad (2)$$

A k segítségével pedig meghatározhatjuk a termikus skintényezőt:*

$$S = 1,15 \left[\frac{t_{w=1} - t_r}{m} - \log \frac{4k}{1,78 r_w^2 \rho c} \right]. \quad (3)$$

* Termikus skin analitikus kifejezése úgy adódik, hogy feltételezzük azt, hogy a csővezeték és az azt körülvevő r_a sugarú k_s átlagos hővezetésű hengergyűrűn keresztül a hőáramlás stacioner. Ha $k_s > k$, azaz a kőzet hővezetőképességi tényezője rosszabb, mint a kútát övező zónáé, akkor S előjele negatív. Ellenkező esetben pozitív skinről beszélünk.

A termikus skin fogalma alatt az alábbi dimenzió nélküli számot értjük:

$$S = \frac{k - k_s}{k_s} \ln \frac{r_a}{r_w}. \quad (4)$$

A (4) összefüggésben szereplő k_s értékét az 1. ábra szerinti kútszerkezet esetén, ha a hőmérsékletet a biztonsági béléscsőszakat alatt mérjük, az alábbi összefüggés határozza meg:

$$k_s = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_{\text{geff}}} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_4}{d_3} + \frac{1}{\alpha_2 d_4} + \frac{1}{2\lambda_c} \ln \frac{d_5}{d_4} + \frac{1}{\alpha_3 d_5}}. \quad (5)$$

A gyűrűs térben levő gáz effektív hővezetési tényezője:

$$\lambda_{\text{geff}} = \varepsilon_k \lambda + \frac{\alpha_s d_2}{2} \ln \frac{d_3}{d_2}. \quad (6)$$

A (6) összefüggésben szereplő sugárzási tényező:

$$\alpha_s = 10^{-8} \varepsilon C_0 \frac{T_2^4 - T_3^4}{T_2 - T_3} \cong 0,04 \varepsilon C_0 \left[\frac{\bar{T}}{100} \right]^3. \quad (7)$$

A csőköz feketeségi foka:

$$\varepsilon = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{d_2}{d_3} \left(\frac{1}{\varepsilon_2} - 1 \right)}. \quad (8)$$

Abban az esetben, ha a kútat τ idő után lezárjuk, és a zárás után δ idő után mérjük a hőmérsékletet a termelőcsőben (t_δ), akkor annak értéke az alábbi törvényszerűség szerint változik:

$$t_r - t_\delta = \frac{2,3Q}{4\pi hk} \log \frac{\delta}{\tau + \delta}. \quad (9)$$

Tehát, ha a kútlezárás után mért hőmérsékletet $\log \frac{\delta}{\tau + \delta}$ függvényében ábrázoljuk, akkor egyenest kapunk. Az egyenes iránytangense ismeretében a közet hővezetőségi tényezője számítható, a termikus skin tényezőt pedig az alábbi összefüggésből határozhatjuk meg:

$$S = 1,15 \left[\frac{t_w - t_{\delta=1}}{m} - \log \frac{4k}{1,78 r_w^2 \varrho c} \right]. \quad (10)$$

A hővezetőképesség meghatározásához ismerni kell a kút falán átáramló hőmennyiséget, amit az alábbi összefüggéssel számíthatunk.:

$$Q = \frac{g\gamma}{24} c_p \Delta t, \quad (11)$$

$$\Delta t = \Delta t_{\text{mért}} - \Delta p D_i \frac{hA}{c_p} - \frac{\eta q}{c_p} \quad (12)$$

Hőmérsékletmérés és kiértékelés

A kőzet és a kútkörnyék hővezetési tényezőjének meghatározására a pusztaföldvári mező 203. kútjában végeztünk méréseket.

A kút a mérést megelőzőleg hosszú ideig, kb. 2 évig nem termelt.

A kút mélysége 1660 m, a termelőcső átmérője 3 1/2", a termelési beléscső átmérője 5 1/2", míg a biztonsági beléscsőakat átmérője 9 1/2"-es és a mélysége 407 m. A termelési beléscsőoszlopot körülvevő cementpalást elméleti átmérője 8 1/2".

A hőmérsékletszelvényezés a következő módon történt: A kutat négy különböző termelési ütemmel termeltettük: 53 700, 75 200, 111 400 és 125 500 nm³/nap. Az egyes termelési periódusok után a kút lezárásra került.

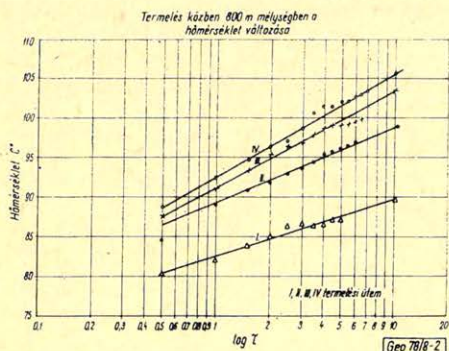
Minden termelési időszak előtt különböző mélységben mértük a termelőcsőben a hőmérsékletet és a nyomást – gradienstmérés. Ezt követően, a termelés beindulásával különböző mélységben mértük és regisztráltuk az áramló gáz hőmérsékletét és nyomását. Majd körülbelül 10 óra ideig tartó termelés után e kutat lezártuk és egy pontban, 800 m mélységben regisztráltuk a hőmérsékletcsökkenést és mértük a kútfejnyomást.

Az 1–3. táblázat tartalmazza a mért, jellemző hőmérsékletértékeket.

Az 1. táblázat a mélység függvényében az egyes termelési ütemek előtt a termelőcsőben mért hőmérsékletet, a 2. táblázat adott mélységben termelés közben az áramló gáz hőmérsékletét, amíg a 3. táblázat a kút lezárása után 800 m mélységben mért hőmérsékletet tartalmazza.

A 2. ábrán szemléltetjük 800 m mélységben mért hőmérsékletet a termelési idő logaritmusának függvényében különböző földgáztermelési ütemeknél.

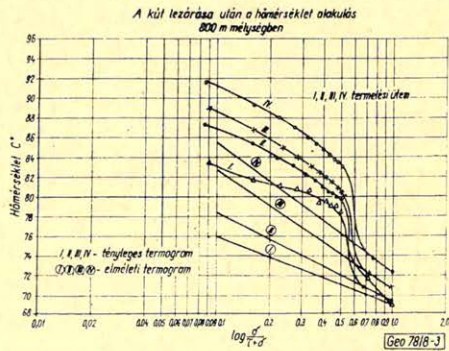
A 2. ábrán feltüntetett hőmérséklet értékek és a (2) összefüggés alapján számított kőzet hővezetőképességi tényező és a termikus skin értéke a pusztaföldvári 203-as számú kút 800 m mélységében az alábbi:



2. ábra

Fig. 2.

Puc. 2.



3. ábra

Fig. 3.

Puc. 3.

A 3. ábrán bemutatjuk a lezárás után 800 m mélységben, a termelőcsőben mért hőmérséklet-csökkenést $\log \frac{\delta}{\tau + \delta}$ függvényében.

Az ábra alapján megállapítható, hogy a gáztermelés megszűnte után folytatódott a rétegből a kútba történő gázáramlás. Ezt egyrészt a termelés miatti nyomáscsökkenés, másrészt a lezárás utáni hőmérséklet-csökkenés okozza.

A 3. ábra alapján megállapítható, hogy vizsgált kút esetében a gázutánáramlás a kútlezárás után kb. 25 óra után szűnik meg.

1. táblázat

Mélység [m]	Hőmérsékletgradiens				Termelési ütem [nm ³ /nap]: I. 53 700 II. 75 200 III. 111 400 IV. 125 500
	Termelési ütem				
	I	II	III	IV	
	Hőmérséklet [°C]				
5	25	28,2	24,8	27,2	
100	28,4	38,8	37,1	38,8	
800	69,2	69,5	70,8	72,3	
1400	104,9	107	106,1	107,3	
1660	121,4	122	121,5	121,5	

2. táblázat

Termelés közben a gáz hőmérsékletének alakulása

Termelési idő (τ) ó	Termelési ütem											
	I			II			III			IV		
	A gáz hőmérséklete [°C]											
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	68,6	28	122	75,4		122	73,5		121	73,8		122
0,5	80,1	36	122	84,7	35	122	87,5	39,2	121	88,8	38,7	122
1,0	82,0	37	122	89,0	38	122	91,0	42,5	121	92,5	41,5	122
1,5	83,9	38	122	90,8	39,5	122	93,8	44,1	121	94,7	43,7	122
2,0	85,0	38,5	122	92,0	40,8	122	95,7	46,0	121	96,3	45,6	122
2,5	86,2	39,0	122	93,1	41,5	122	96,5	47,2	121	97,0	46,9	122
3	86,6	39,2	122	93,8	42,2	122	97,2	48,4	121	98,7	49,4	122
3,5	86,3	39,5	122	94,6	43,0	122	98,0	49,3	121	100,7	52,0	122
4	86,6	39,8	122	95,4	43,7	122	98,9	50,7	121	101,5	53,0	122
4,5	87,0	40,2	122	95,9	44,5	122	99,2	51,7	121	101,8	53,8	122
5	87,0	41	122	96,2	45,0	122	99,2	52,0	121	102,0	54,6	122
5,5				96,6	45,5	122	99,3	52,6	121	102,2	55,4	122
6				97,0	46,2	122	99,6	53,0	121	102,6	56,2	122
6,5							100,0	53,8	121	103,2	57,0	122
7,0									121	103,5	57,6	122
10	89,5	42	122							105		
10,5				99	48,4	122	102,5	54,0	121		60,2	122

t₁ – 800 m mélységben mért hőmérséklet C°

t₂ – a kiömlési gáz hőmérséklet C°

t₃ – a kúttalp hőmérséklet C°

A kút lezárása után 800 méter mélységben a hőmérséklet-csökkenés alakulása az idő függvényében

6	I	II	III	IV
0	89,5	99,0	102,5	105,0
1	83,5	87,3	88,9	91,7
2	81,9	85,6	86,9	89,4
3	81,3	84,0	85,0	88,1
4	80,4	83,2	84,1	87,1
5	80,7	82,4	83,1	86,1
6	79,5	81,9	82,6	85,4
7	79,6	81,1	81,9	84,9
8	79,1	80,8	81,6	84,3
9	79,0	80,6	80,9	83,8
10	78,5	80,1	80,7	83,5
11,0		79,7	80,2	83,2
21,5	71,9			
23		70,8		
27,5			72,3	
35,5				73,7
	69,2	69,5	70,8	72,3

A 3. ábrán feltüntettük az elméleti, utánáramlás hatását nem tartalmazó, hőmérséklet-csökkenési diagramvonalakat, amiket a 2. ábra kiértékelésének a segítségével határoztunk meg.

Megállapítható, hogy a tényleges hőmérséklet és az elméleti hőmérséklet-csökkenés között lényeges eltérés van.

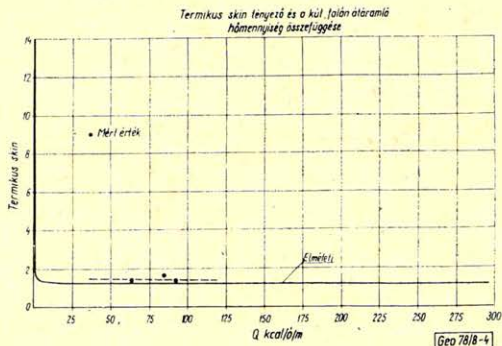
A végtelen hosszú zárási idő után mért hőmérsékletet a gradiens mérésnél meghatározott értékkel vettük azonosnak.

Az elméleti egyeneseken csak a 25–30 óra után mért hőmérséklet értékek helyezkednek el.

Megjegyezzük, hogy ilyen mértékű fluidum utánáramlás iszappal feltöltött kút esetében nem tapasztalható, mert az iszap gyakorlatilag inkompresszibilis és a viszkozitása is nagy ahhoz, hogy a zárás után jelentős folyadékmozgás alakulna ki.

A [16, 18] bemutatott termogramokon, amit iszappal feltöltött kutakban mértek, alig tapasztalható a zárás utáni folyadékmozgás hatása.

A 4. ábrán szemléltetjük a mérések alapján megállapított és az elméletileg számított skintényező értékét.



4. ábra

Puc. 3.

Puc. 4.

Látható, hogy a kút falán átáramló hő mennyiségének a függvényében az S értéke változik, de a változás mértéke széles hozamtartományban elhanyagolhatóan kis mértékű.

Tekintettel arra, hogy a termikus skin értéke pozitív, ezért a kút közvetlen környezetének a hővezetési tényezője kisebb, mint a kőzet hővezetési tényezője.

Amennyiben ismerjük a megváltozott hővezetőképességű zóna sugarát (pl. a cementpalást sugara), akkor a (4) összefüggés segítségével számíthatjuk a kút közvetlen környezetének átlagos hővezetési tényezőjét.

A gyakorlati számításokban rendszerint nincs szükség a k_s ismeretére, mert a skinhatást a redukált kútsugárral vehetjük figyelembe [16, 18]. A redukált kútsugár segítségével az inhomogén rendszert hővezetőképesség szempontjából izotróppá transzformáljuk.

JELÖLÉSEK:

A	– a mechanika munka hőgyenértéke	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{mkg}} \right]$
C_0	– Boltzmann-féle állandó	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ ó K}^{\text{O}4}} \right]$
c	– a kőzet fajhője	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right]$
c_p	– a gáz fajhője	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right]$
d_1	– a termelőcső belső átmérője	$[m]$
d_2	– a termelőcső külső átmérője	$[m]$
d_3	– a bélésűcső belső átmérője	$[m]$
d_4	– a bélésűcső külső átmérője	$[m]$
d_5	– a cementpalást külső átmérője	$[m]$
D_i	– fojtóeffektus	$[^\circ\text{C}/\text{at}]$
g	– a termelt gáz mennyisége	$[\text{nm}^3/\text{nap}]$
h	– a gázkút vizsgált szakaszának hossza	$[m]$
k	– a kőzet hővezetési tényezője	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m } ^\circ\text{C}} \right]$
k_s	– a kút közvetlen környezetének átlagos hővezetési tényezője	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m } ^\circ\text{C}} \right]$
q	– a fázisátalakulási hő [vaporizáció esetén $+q$, kondenzáció esetén $-q$]	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} \right]$
Q	– a gázkút „ h ” hosszúságú szakaszán átáramlott hő átlagos mennyisége	$\frac{\text{Kcal}}{\text{ó}}$
r_a	– a cementpalást külső sugara	$[m]$
r_w	– a termelőcső külső sugara	$[m]$
S	– termikus skintényező	
t_r	– a vizsgált mélységben a kőzet hőmérséklete	$[^\circ\text{C}]$
t_w	– az áramló gáz (termelőcső belső falánál) a hőmérséklete	$[^\circ\text{C}]$
$t_{w=1}$	– a termelés megkezdése után 1 órával a gáz hőmérséklete, amit a t_w (log τ) egyenesről olvasunk le	$[^\circ\text{C}]$
t_δ	– a kút lezárása után a termelőcsőben mért hőmérséklet	$[^\circ\text{C}]$
$t_{\delta=1}$	– a kút lezárása után 1 órával a termelőcsőben mért hőmérséklet, amit a t_δ (log $\left(\frac{\delta}{\tau + \delta} \right)$) egyenesről olvasunk le	$[^\circ\text{C}]$
$t_{w=\tau}$	– τ termelési idő után az áramló gáz hőmérséklete	$[^\circ\text{C}]$
T_2	– a termelőcső külső falának a hőmérséklete	$[K^\circ]$

T_3	– a béléscső belső falának a hőmérséklete	[K°]
T	– a gyűrűs tér átlagos hőmérséklete	[K°]
α_1	– a termelőcsőben áramló fluidum hőátadási tényezője	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ ó } ^\circ\text{C}} \right]$
α_2, α_3	– a béléscső és a cementpalást ill. a cementpalást és a kőzet között hőátadási tényező	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ ó } ^\circ\text{C}} \right]$
α_5	– sugárzási tényező	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{ ó } ^\circ\text{C}} \right]$
γ	– az áramló gáz fajsúlya	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{nm}^3} \right]$
δ	– a kút lezárása után eltelt idő	[ó]
ρ	– a kőzet fajsúlya	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$
τ	– a termelés megkezdésétől eltelt idő	[ó]
λ	– a csőközben levő fluidum hővezetési tényezője	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m ó } ^\circ\text{C}} \right]$
λ_1	– a termelőcső hővezetési tényezője	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m ó } ^\circ\text{C}} \right]$
λ_2	– a béléscső hővezetési tényezője	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m ó } ^\circ\text{C}} \right]$
λ_c	– a cementpalást hővezetési tényezője	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m ó } ^\circ\text{C}} \right]$
λ_{geff}	– a csőközben levő fluidum effektív hővezetési tényezője	$\left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m ó } ^\circ\text{C}} \right]$
ε	– a gyűrűs tér effektív feketeségi foka	[–]
ε_1	– a termelőcső külső falának feketeségi foka	[–]
ε_2	– a béléscső belső falának feketeségi foka	[–]
ε_k	– természetes konvekció miatti áramlási tényező	[–]
Δp	– h hosszúságú csőszakasz két végén mért nyomásvesztés	[at]
$\Delta t_{mért}$	– h hosszúságú csőszakasz két végén mért hőmérsékletkülönbség	[C°]
η	– 1 kg gázból kondenzálódott (vagy elpárolgott) folyadék mennyisége	[kg/kg]

IRODALOM

- [1] Bajbakov, N. K., Bragin, V. A., Garusev, A. R., Tolsztoj, I. V.: Termointenzifikacia dobücsi nyéfti. Nyedra 1971. Moszkva.
- [2] Benedek Pál: A kémiai technológiai számítások fizikokémiai alapjai. II. rész. Tankönyvkiadó, Budapest 1954.
- [3] Boldizsár, T.: The Distribution of Temperature Behavior of Hot-Water Injection Wells. J. P. T. 1962. április.
- [4] Boldizsár, T.: Measurement of thermal conductivity and heat flow in porous rocks. Nehézipari Műszaki Egyetem Idegennyelvű Közleményei. Miskolc. 26.
- [5] Bondarev, E. A., Kraszovickij, B. A.: Temperaturüj rezsim nyeftjanüh i gazovüh szkvazsin. Novoszibirszk, Nauka. 1974.
- [6] Carstlaw, V. H. S., Jaeger, S. C.: Conduction of Heat in Solids. Oxdord. 1959
- [7] Csekaljukl, E. B.: Termodinamika nyeftjannogo plazsa. Nyedra 1965.
- [8] Djankov, D. J., Jakovlev, B. A.: Opregyelenyje i ispolzovanyije teplovüh szvojsztv gornüh porod i plasztovüh zsidkosztyej nyeftjanüh mesztorozsgyenyij. Nyedra. 1969.
- [9] Egerer, F.: Investigation of Certain Problems Concerning the Determination of the Avarage Heat-Conductivity of Boreholes. Acta Geodaet. Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung. Tomus 6(3–4) pp. 255–262 (1971).
- [10] Egerer, F.: Novüj metod dlja izmerenyija teplovizieszkih haraszterisztkih gornüh porod v esztesztvnenüh uszlovijah. Akademia Nauk Ukrainszkoj SzSzR. Geofizikszeszkij Szbornyik. Vüpuszsk. 49. 1972.

- [11] *Egerer, F.*: Fűrólyuk termikus stabilizálódási folyamata. Magyar Geofizika XII. évf. 4. sz.
 [12] *Egerer, F.*: A természetes hőenergia áramlását befolyásoló közetfizikai mennyiségek. Magyar Geofizika. XIV. Évf. 5–6. sz.
 [13] *Karacsinszki, V. E.*: Metodü geotermodinamiki zsalezsej gaza i nyeftyi. Nyedra. 1975.
 [14] *Leutwyler, K.*: Casing Temperature Studies in Steam Injection Wells. J. P. T. 1966. Szept.
 [15] *Mihejev, M. A.*: A hőátadás gyakorlati számításának alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest. 1963.
 [16] *Pápay, J.*: Kutak, vezetékek és azok rendszereinek tranzienis hőáramai. VII. Szénhidrogén-bányászati Geokémiai Nemzetközi Tudományos Konferencia. Budapest, 1973. Ufa, Osztrava.
 [17] *Pápay J.*: Kutakban és kút körül történő hőáramlások elmélete. Termelőtechnikai feladatok természetvények és kúthőmérsékletmérések szempontjai. Magyar Geofizikusok Egyesülete. „Áramlás vizsgálatok kutakban” kiadványa. Budapest, 1975.
 [18] *Pápay J.*: Hő- és molekuláris diffúzió. Kőolaj és Földgáz. 1974. Április.
 [19] *Proszelkov, J. M.*: Teploperedaca v szkvazsinah. Nyedra. 1975.
 [20] *Ramey, H. J.*: Wellbore Heat Transmission. J. P. T. 1962. április.
 [21] *Scerban, A. N., Csernyjak, V. P.*: Prognoz i regulirovanyije teplogo rezsimá pri burenyii glubokih szkvazsin. Nyedra, 1974.
 [22] *Stegen, L.*: Über den Wärmekostant der Becken. Freiburger Forschungshefte, C – 174, 1965.
 [23] *Szilás A. Pál*: Gáztalan olajat termelő kutak üzemjellemzőinek meghatározása felszíni adatokból. MTA Közleményei. XXIV. Kötet, 1–4. sz. 1959.
 [24] *Szilás A. Pál*: Production and transport of oil and gas. Budapest. 1975.
 [25] *Szilás A. Pál*: Közvetlen véleménycsere.

Lapszemle

Földtani Közlöny 108. kötet, 1. sz. 1978.

Ádám Oszkár: Az ÉK-dunántuli eocén barnakőszénkutatók (1965–75), 1–6 old.

Geonómia és Bányászat 10. köt., 1–2. sz. 1977.

Hazay István: A földfelszín vertikális mozgásának vizsgálatát szolgáló szintezések kiegyenlítése, 15–26. old. Székfoglaló előadás az MTA X. Osztályának 1977. február 8-i nyilvános ülésén.

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz 11. évf. 7. sz., 1978. július

Kassay Árpád: Az SI nemzetközi mértékegység-rendszer bevezetése a kőolajiparban, 193–211 old.

Komlósi Zsolt: A mélyfúrás geofizikai értelmezésben használt néhány összefüggés érzékenysége vizsgálat, 219–220 old. (Előadás az 1977. nov. 15–16-án tartott Szakmai Ifjúsági Napokon).

Fizikai Szemle XXVIII. évf., 3. sz., 1978. március

P. Nozières: Nemlineáris differenciál-egyenletek és a Föld mágneses terének átfordulása, 88–98 old. (Előadás az Eötvös Loránd Fizikai Társulat tiszteleti tagságának átvétele alkalmából 1977 júliusában.)

Bölnöni Péter: Nemzetközi mértékegység-rendszer (SI), 105–108. old.

Asztronautikai Tájékoztató 32. sz., 1977.

Horváth András: A szovjet űrkitató 20 éve, 3–33. old.

Szentesi György – Gedeon József: Az űrkitató új hordozóeszköze: az űrrepülőgép, 35–58. old.
Sárhídi Gyula: Az Orbiter-101 űrrepülőgép 1977-es berepülési programja és a Space Shuttle előzetes indítási tervek (1978–1984), 59–68. old.

Flórián Endre: Összefüggések a naptevékenység és az időjárás között, 69–90. old.

Nagy István György: Fonó Albert – a sugárhajtás úttörője, 91–97. old.

Gerald A. Soffen: A Viking űrszondák tudományos eredményei, 123–133. old.

H. Vogel: Csalafinta kérdések a Marssal kapcsolatban, 135–140. old.

Gesztesi Albert: Az 1975-ben felbocsátott mesterséges égitestek, 141–171. old.

T. G.

Az SI Nemzetközi Mértékegység Rendszer geofizikai bevezetése II. rész

S A L A M O N B A T U R*

(Folytatás a 4. számból.)

A fontosabb nyomásmértékegységek közötti átszámítási tényezőket a 10. táblázatban foglaltuk össze.

10. táblázat Table 10. Таблица 10.

Nyomásmértékegységek átszámítása

Conversions of pressure units	Пересчет единиц давления
Régi egység	SI-egység: Pa
1 kp/cm ² ; 1 at	0,981 · 10 ⁵
1 atm (fizikai atmoszféra)	1,013 · 10 ⁵
1 lbf/in ² ; 1 psi	6,895 · 10 ³
1 lbf/ft ²	4,788 · 10
1 mmHg	1,333 · 10 ²
1 inHg	3,386 · 10 ³
1 mmH ₂ O	9,81
1 din/cm ²	0,1

1.16. Munka, energia, hőmennyiség

SI:

A munka, az energia, a hőmennyiség mértékegysége a joule (kiejtése: dzsul);
jele: J,
1 J = 1 N · m.

SI-n kívüli:

A munka- (energia-) mértékegység a wattóra;
jele: W · h,
1 W · h = 3600 J.

Csak az atom- és a magfizikában használható energia-mértékegység az elektronvolt;
jele: eV,
1 eV = 1,602 19 · 10⁻¹⁹ J (közelítő érték).

1980. január 1-ig használható:

A kalória – jele: cal – csak a hőmennyiség meghatározására használható munkamértékegység,
1 cal = 4,1868 J.

A ma még gyakorlatban levő mértékegységek közötti összefüggéseket a 11. táblázatban foglaltuk össze. Jegyezzük meg, hogy a munka, illetve energia mértékegységével egyező *nyomaték-mértékegységként* a N · m alak használata szokásos.

* Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet

Munka-, energia- és hőmennyiség-mértékegységek átszámítása

Conversion of work, energy and quantity of heat unit

Пресчет единиц работы, энергии и теплоты

Régi egység	SI-egység: J
1 erg	$1 \cdot 10^{-7}$
1 cal	4,187
1 kp·m	9,807
1 BTU	$1,005 \cdot 10^3$
1 ft·lbf	1,356
1 LE·h	$2,648 \cdot 10^6$
1 hp·h	$2,684 \cdot 10^6$

1.17. Teljesítmény

SI:

A teljesítmény mértékegysége a watt (kiejtése: vatt);

jele: W,

 $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}$.

SI-n kívüli:

(1) Csak elektromos látszólagos teljesítmény meghatározására használható teljesítmény-mértékegység a voltamper;

jele: VA,

 $1 \text{ VA} = 1 \text{ W}$.

(2) Csak elektromos meddő teljesítmény meghatározására használható teljesítmény-mértékegység a var;

jele: var,

 $1 \text{ var} = 1 \text{ W}$.

1980. január 1-ig használható:

A lóerő – jele: LE – teljesítmény-mértékegység;

 $1 \text{ LE} = 735,498 \text{ 75 W}$.

Az egyes teljesítmény-mértékegységek közötti átszámításokat a 12. táblázatban foglaltuk össze.

12. táblázat Table 12. Таблица 12.

Teljesítmény-mértékegységek átszámítása

Conversion of power units

Пересчет единиц мощности

Régi egység	SI-egység: W
1 LE	735,5
1 kp·m/s	9,807
1 ft·lbf/s	1,356
1 hp	745,7
1 BTU/s	1055,056

1.18. Dinamikai viszkozitás

SI:

A dinamikai viszkozitás mértékegysége a pascal-másodperc;

jele: Pa · s,

$$1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 1 \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2 = 1 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}.$$

1980. január 1-ig használható:

A poise (kiejtése: poáz) – jele: P – a dinamikai viszkozitás mértékegysége;

$$1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10^{-1} \text{ Pa} \cdot \text{s}.$$

1.19. Kinematikai viszkozitás

SI:

A kinematikai viszkozitás mértékegysége a négyzetméter per másodperc;

jele: m²/s vagy m² · s⁻¹.

$$1 \text{ m}^2/\text{s} = \frac{1 \text{ Pa} \cdot \text{s}}{1 \text{ kg}/\text{m}^3}.$$

1980. január 1-ig használható:

A stokes (kiejtése: sztóksz) – jele: St – a kinematikai viszkozitás mértékegysége,

$$1 \text{ St} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}.$$

1.20. Térfogatáram

SI:

A térfogatáram mértékegysége a köbméter per másodperc;

jele: m³/s vagy m³ · s⁻¹.

1.21. Tömegáram

SI:

A tömegáram mértékegysége a kilogramm per másodperc; jele: kg/s vagy kg · s⁻¹.

2. Hőtan

2.1. Termodinamikai hőmérséklet

SI:

A termodinamikai hőmérséklet mértékegysége a kelvin; jele: K.

SI-n kívüli:

(1) Hőmérséklet-mértékegység a Celsius-fok jele: °C.

(2) 0 Celsius-fok hőmérséklet 273,15 kelvin hőmérséklettel egyenlő.

- (3) A Celsius-fok, mint hőmérséklet-különbség, egyenlő a kelvinnel.
(4) A Celsius-fokkal kapcsolatban SI-prefixumok nem használhatók.

2.2. Hővezető képesség

SI:

A hővezető képesség mértékegysége a watt per méterkelvin; jele $W/(m \cdot K)$ vagy $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.

3. Villamosságtan

3.1. Elektromos áramerősség

Az elektromos áramerősség mértékegysége az amper; jele A.

3.2. Elektromos feszültség, elektromos potenciálkülönbség

SI:

Az elektromos feszültség vagy elektromos potenciálkülönbség mértékegysége a volt; jele: V.

3.3. Elektromos ellenállás

SI:

Az elektromos ellenállás (rezisztencia) mértékegysége az ohm; jele: Ω .
Az ohmnak a mega prefixummal képzett többszöröse a megaohm.

3.4. Elektromos vezetés

SI:

Az elektromos vezetés (konduktancia) mértékegysége a siemens; jele: S.

3.5. Elektromos töltés

SI:

Az elektromos töltés mértékegysége a coulomb; jele: C.

3.6. Induktivitás

SI:

Az induktivitás mértékegysége a henry; jele: H.

3.7. Elektromos kapacitás

SI:

Az elektromos kapacitás mértékegysége a farad; jele: F.

3.8. *Mágneses fluxus*

SI:

A mágneses fluxus mértékegysége a weber; jele: Wb.

Megjegyzés: A cgs-rendszerben használt maxwell egység átszámítása:

$$1 \text{ Mx} = 10^{-8} \text{ Wb.}$$

3.9. *Mágneses indukció*

SI:

A mágneses indukció mértékegysége a tesla; jele: T.

Megjegyzés: A cgs-rendszerben használt gauss egység átszámítása: $1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T}$.

4. *Molekuláris fizika*

4.1. *Anyagmennyiség*

SI:

Az anyagmennyiség mértékegysége a mól; jele: mol.

4.2. *Anyagmennyiség-koncentráció*

SI:

Az anyagmennyiség-koncentráció mértékegysége a mól per köbméter; jele: mol/m³ vagy mol · m⁻³.

4.3. *Molalitás*

SI:

A molalitás mértékegysége a mól per kilogramm; jele: mol/kg.

5. *Fénytan*

5.1. *Fényerősség*

SI:

A fényerősség mértékegysége a kandela; jele: cd.

5.2. *Fényáram*

SI:

A fényáram mértékegysége a lumen; jele: lm.

5.3. *Megvilágítás*

SI:

A megvilágítás mértékegysége a lux; jele: lx.

6. Atomfizika

6.1. Radioaktív sugárforrás aktivitása

SI:

Radioaktív sugárforrás aktivitásának mértékegysége a becquerel (kiejtése: bekerel), jele: Bq. A becquerel olyan radioaktív sugárforrás aktivitása, amelyben 1 másodperc idő alatt egy bomlás következik be;

$$1 \text{ Bq} = \frac{1}{\text{s}} = 1 \text{ s}^{-1}.$$

1980. január 1-ig használható:

A curie (kiejtése: küri) – jele: Ci – radioaktív sugárforrás aktivitásának mértékegysége;

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}.$$

Megjegyzés: az angolszász szakirodalomban használt dps (desintegrations per second) egység azonos a becquerellel, azaz $1 \text{ dps} = 1 \text{ Bq}$.

6.2. Elnyelt sugárdózis

Az elnyelt sugárdózis mértékegysége a gray (kiejtése: gréj); jele: Gy (kiejtése: gé-ipszilon).

1980. január 1-ig használható:

A rad – jele: rd – az elnyelt sugárdózis mértékegysége;

$$1 \text{ rd} = 0,01 \text{ Gy} = 10^{-2} \text{ Gy}.$$

6.3. Besugárzási dózis

A besugárzási dózis mértékegysége a coulomb per kilogramm; jele: C/kg vagy C · kg⁻¹.

1980. január 1-ig használható:

A röntgen – jele: R – a besugárzási dózis mértékegysége;

$$1 \text{ R} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ C/kg}.$$

7. Egyéb mennyiségek

A fenti pontokban fel nem sorolt fizikai mennyiségek törvényes mértékegységei a nemzetközi mértékegység-rendszer megfelelő származtatott egységei.

Ilyenek például: a felületi feszültség N/m egysége, a mágneses térerősség A/m egysége stb. Ezekre részletes adatok és alkalmazási útmutatások találhatók az [5, 6, 7] irodalmakban.

Vitás vagy tisztázatlan esetekre az [1] rendelet 12. §-ának (3) bekezdése a következőket mondja: *Az OMH (Országos Mérésügyi Hivatal) megkeresésre tájékoztatást ad a rendelet 1. számú mellékletében (ezen cikkben sem említett) fel nem sorolt mértékegységekről.*

SI-N KÍVÜLI KÜLÖNLEGES EGYSÉGEK

Főleg az elektrotechnikában, de gyakran a geofizikában is szükséges kifejezni két azonos mértékegységben megadott mennyiség hányadosát, esetleg egy választott alapértékhez való viszonyát (a szintek megadásakor).

Az egyik ilyen egyszerű forma az angol-amerikai szakirodalomból ismert ppm (parts per million) „egység”, ami kiküszöbölendő a milliomodrász (10^{-6} rész) jelöléssel.

A legelterjedtebb formák az ún. logaritmikus egységek: a neper (jele: Np) az e-alapú logaritmussal, a decibel (jele: dB) a 10-alapú logaritmussal képzett viszonyegység. A leggyakrabban erősítőelemekre és csillapítótagok karakterisztikájának leírására, vagy specifikációs adatában használt egységeket természetesen könnyen lehet a dimenzió nélküli pusztá számmal is megadni, bár lehetőséget adnak nagy dinamika átfogására, skálák és grafikonok linearizálására.

A frekvenciaszint megadására ma még ritkán találkozunk a dekád és az oktáv egységekkel, amelyeket lehet helyettesíteni, illetve más szimbólummal leírni, pl. f_0 , $2f_0$, $10f_0$ stb.

Csupán érdekességből említjük meg, hogy az információ mennyiségének egysége, a bit is logaritmikus egység.

A logaritmikus egységek használata kifejezetten nem tilos, SI-egységekkel nem helyettesíthetők, elkerülhetetlen alkalmazásukkor fordítsunk gondot a félreértések megelőzésére.

GEOFIZIKAI AJÁNLÁSOK

Az ismertetett egységek és átszámításaik már önmagukban véve is mutatják az alkalmazásukat. Az alábbiakban egy pár közvetlen adattal szeretnénk előmozdítani a gyakorlatba vételüket anélkül, hogy a geofizika egyes szakterületeit részleteznénk, vagy az ott használatos összes mennyiséget felsorolnánk. Ezekre nézve a [4, 8] irodalmak adnak értékes útmutatást.

Az adatokat az áttekinthetőség kedvéért a 13. és 14. táblázatban foglaltuk össze.

13. táblázat

Ajánlott helyettesítések

A mennyiség neve	Helyettesítendő számérték \times mértékegység	Ekvivalens SI-ben
Gyorsulás	A Gal	10^{-2} m/s ²
	1 mGal	10^{-5} m/s ²
Gyorsulás-gradiens	1 E	10^{-9} s ⁻²
Nyomás ¹	100 kp/cm ²	9,81 MPa
	10 mbar	1 kPa
Rugalmassági modulus	1 din/cm ²	0,1 Pa
Hőmérséklet ²	(t) °C + 273,15	(T) K

A mennyiség neve	Helyettesítendő számérték \times mértékegység	Ekvivalens SI-ben
Mágneses fluxussűrűség	10 mG	1 μ T
	1 γ	1 nT
Radiaktív sugárforrás aktivitása	1 Ci	37 GBq
	1 mCi	37 MBq
	1 μ Ci	37 kBq
Besugárzási dózisintenzitás	1 R/h	0,717 nC \cdot kg ⁻¹ \cdot s ⁻¹
	1 mR/h	0,717 pC \cdot kg ⁻¹ \cdot s ⁻¹

Megjegyzés:

¹ Noha a bar nyomásmértékegység a folyadékok és gázok nyomásának meghatározására használható, mégis célszerű áttérni a pascalra, mivel minden egyéb nyomásmértékegység kiküszöbölendő.

² Bár a Celsius-fok hőmérséklet-mértékegység korlátozás nélkül használható, mégis ajánlatos áttérni a kelvin mértékegységre, mivel az angolszász szakirodalom a Fahrenheit-fok helyett valószínűleg ezt fogja használni.

A 13. táblázat (ajánlott helyettesítések) adatait irányadónak tekinthetjük, természetesen mód van egyéb többszörösben vagy törtrészben, illetve SI-egységben való kifejezésre. A táblázatot a helyettesítendő mennyiségektől kiindulva rendeztük. Az SI elterjedésével a műszaki termékek jellemzőiben és a leírásokban bizonyára megjelennek majd az új egységek egész számú többszöröseivel kifejezett mennyiségek. Itt arra gondolunk, hogy pl. egy karotázs szonda nyomásállóságára eddig közölt 250 kp/cm³ adatot most 24,53 MPa-ra kell átírnunk, de nyilvánvalóan nincs akadálya, hogy a méretezéssel akár 24 vagy 25 MPa-ra keressünk, ami nem változtatja meg a termék színvonalát.

14. táblázat

Geofizikai érdekességű fizikai állandók (közelítő értékek)

Fénysebesség	$c = 2,998 \cdot 10^8$ m/s
Elemi elektromos töltés	$e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C
Elektron nyugalmi tömege	$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31}$ kg
Proton nyugalmi tömege	$m_p = 1,672 \cdot 10^{-27}$ kg
Hidrogénatom nyugalmi tömege	$m = 1,673 \cdot 10^{-27}$ kg
Planck-állandó	$h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J \cdot s
Boltzmann-állandó	$k = 1,380 \cdot 10^{-23}$ J/K
Stefan – Boltzmann-állandó	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ J/(m ² \cdot K ⁴ \cdot s)
Gázállandó	$R = 8,314$ J/(mol \cdot K)
Avogadro-állandó	$N = 6,022 \cdot 10^{23}$ mol ⁻¹
Gravitációs állandó	$G = 6,670 \cdot 10^{-11}$ N \cdot m ² /kg ²
Mágneses állandó (a vákum permeabilitása)	$\mu_h = 1,257 \cdot 10^{-6}$ H/m
Elektromos állandó (a vákum permittivitása)	$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ F/m

Ügyeljünk arra, hogy a neves tudósokról elnevezett mértékegységek nevét kis kezdőbetűvel írjuk (newton, pascal stb.), míg a rövidített formájú jele nagybetűvel kezdődik (N, Pa stb.). Külön felhívjuk a figyelmet az elektomos ellenállás jelére, amely Ω (görög nagy omega) és nem pedig az eddig is tévesen használt ohm. Némileg hasonlóan, a másodperc jele s és nem sec. A hőmérséklet mértékegységeinél a kelvinnel nem használandó a ° szimbólum, csak a Celsius-fokkal, azaz pl. 20 °C = 273,15 K. Természetesen tilos használni az angol-amerikai szakirodalomból az inch (hüvelyk) rövidítésére használt ", illetve a ft (láb) rövidítésére használt ' szimbólumot nemcsak azért, mert nem SI-egységek, hanem azért sem, mert ezeket lekötötték az ívmásodperc, illetve ívperc jelölésére.

Az egységek jelének nincs többszáma (ez elsősorban a külföldi nyelvekre történő fordításnál fontos), utána nem szabad pontot tenni – kivéve, ha a mondat végén van – és mindig álló betűvel kell írni, nyomtatásban antikva (álló) betűvel szedik. A mértékegységek jelét sohase tegyük szögletes zárójelbe – ez a mennyiség jelének megkülönböztetésére van fenntartva – és kerek zárójelbe is csak akkor írhatjuk, ha azzal a jobb értelmezést segítjük.

A szorzattal képzett mértékegységeknél, ha félreértés nem származik, kétféle írásmód lehetséges: pl. N m vagy N · m. A szorzást jelentő pont elhagyásakor egy betűnyi helyközt hagyjunk, de mindenkor helyesebb az egyes mértékegységek közé a szorzópontot kitenni ügyelve arra, hogy a betűk közepmagasságába kerüljön, mert egyébként összetéveszthető a mondatvégi ponttal és az angolszász rendszerben használt tizedesponttal. Vigyázni kell a pont elhagyásakor esetleg a prefixummal való összetéveszthetőségre: pl. a fenti esetben a mN alak millinewtonnak értelmezendő és nem méternewtonnak.

A hányadossal képzett mértékegységeknél akár ferde, akár vízszintes törtvonal használható, szövegben célszerűbb a ferde törtvonal: attól balra levő tényezők a számlálóban, a jobbra levők a nevezőben vannak. Több ferde törtvonal használata értelemzavaró lehet kerek zárójel nélkül, pl. a J/mol·K helyett J/(mol·K) írandó, de egyébként negatív hatványkitevő is használható: J·mol⁻¹·K⁻¹.

Az SI-egységek bevezetésének elősegítésére, az értelmezés megkönnyítésére ahol szükséges, az átmeneti időszakban ajánlatos az SI-egység után zárójelben e régi mértékegységet is közölni, pl. így: a sugárforrás aktivitása 370 MBq (10 mCi).

A rossz szokások miatt talán nem szükségtelen befejezésül az alkalommal is emlékeztetni a számjegyek helyesírási szabályára. 4 jegyig egymás mellé írjuk, tehát pl. 6543, 1978, 0,1234. Öt számjegytől fölfelé a számokat az egyes helyértéktől számított hármas csoportonként tagoljuk, köz hagyása helyett írásjelet (pont, vesszőt) írni nem szabad. Ez vonatkozik a tizedes törtekre is, de ezekből a hármas csoportokat a tizedesvesszőtől jobbra kell számítani: pl. 25 123, 4 012 446, 0,987 65, illetve vegyesen 313 546,120 789. Számoszlopok és táblázatok írásában ügyelni kell arra, hogy a számok helyértéküknek megfelelően kerüljenek egymás alá. Ha ilyenkor négy- és többjegyű számok vegyesen fordulnak elő, az ezresek után a négyjegyű számoknál is közt kell hagyni.

IRODALOM

- [1] A Minisztertanács 8/1976. (IV. 27) számú rendelete a mérésügyről, Magyar Közlöny 34. szám 1976. április 27.
- [2] Dr. Fodor György: Mértékegység-kislexikon, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1971.
- [3] Dr. Petik Ferenc: Az SI mértékegység-rendszer fokozatos bevezetése, Finommechanika – Mikro-technika, 16. évf., 5. szám, pp. 129–139 (1977. május)
- [4] Markowitz, Wm.: SI, the International System of Units. Geophysical Survey, Vol. 1, No 2, pp. 217–241 (1973).
- [5] Fizikai mennyiségek neve, jele és mértékegysége, MSZ 4900 szabványsorozat; egyes lapjai:
 MSZ 4900/1–70: Tér- és időmennyiségek
 MSZ 4900/2–70: Rezgések
 MSZ 4900/3–70: Mechanika
 MSZ 4900/4–71: Hőtan
 MSZ 4900/5–70: Villamosság-tan
 MSZ 4900/6–71: Fénytan
 MSZ 4900/7–72: Akusztika
 MSZ 4900/8–72: Fizikai kémia és molekuláris fizika
 MSZ 4900/9–72: Atom- és magfizika
 MSZ 4900/10–72: Magreakciók és ionizáló sugárzások

- [6] Mértékegységek átszámítása SI-egységekre, MI 18600 – 72 számú Műszaki Irányelvek, Magyar Szabványügyi Hivatal, Budapest, 1973 július
- [7] *Moldoványi Gyula*: Az SI-mértékegységekről, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.
- [8] *Reilly, W. I.*: Use of the International System of Units (SI) in Geophysical Publications, New Zealand Journal of Geology and Geophysics, Vol. 15, No. 1, pp. 148 – 156 (1972)

Lapszemle

Földtani Közlöny 107. köt., 3 – 4. sz. 1977.

Dank V.: Tektonikai szemléletünk alakulása és problémái 290 – 294. old.

Szalai T.: A Kárpátok szintézisével foglalkozó irodalom történeti áttekintése, 295 – 307. old.

Posgay K.: Reflexiós mérésekkel meghatározott felületek és sebességeloszlás a földkéregben és kőpenyben, 308 – 312. old.

Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 111. évf. 2. sz. 1978. február

Nyerges Lajos – Horváth József: A bauxitfekű mélyfúrású geofizikai szelvényeinek elemzése vízföldtani szempontból, 128 – 130. old.

A cikk a nagygyeházi medence kőszén-, illetve bauxit-fekűkőzetében mért mélyfúrású geofizikai szelvényadatokban rejlő, vízvédelmi célból használható információkat értékeli és ezzel hozzájárul a vízföldtani és áramlási kép kialakításához. A kapott eredményeket összehasonlítják a részletebben ismert nyirádi terület megfelelő adataival. A fajlagos vízvezetési mutató területi ábrázolásával bemutatják a vízveszélyes zónákat.

Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 111. évf. 3. sz. 1978. március

Összefoglalás a dorogi szénmedencében alkalmazandó triászvíz elleni védekezési eljárás kidolgozására kítűzött pályázat fontosabb munkáiról. Befejező rész, 181 – 186. oldal.

Többek között ismertetik az „Alkalmazzuk komplexen a Geotudományokat” jeligéjű pályázatot, melynek szerzői: *Csókás János* és *Horvai Ádám*. A pályázat leszögezi, hogy a földtani ismeretek bővítésére és pontosabb tételére eredményesen használhatók a korszerű geofizikai módszerek.

T. G.

Lapszemle

Hidrológiai Tájékoztató 1978.

Jósa Ernő – Ráner Géza – Szabadváry László: A vízkutató geofizika nemzetközi színvonala. – A hazai geofizikai-vízföldtani kutatás várható fejlődése, 22 – 24. old.

Lányi János – Kakas Kristóf – Rezessy Géza – Szalay István: A geofizikai kutatás lehetőségei a karbonátos hegységek perménén, 25 – 27. old.

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz 11. (111.) évf. 3. sz. 1978. március

A torziós ingás mérések alapján 1930 – 32 között 1881, 4 m-ig mélyített fúrás olaj helyett kevés gázt és jelentékeny mennyiségű (390 l/min 51 °C-os) sós vizet szolgáltatott. A kincstár a további fúrás leállítása után a kutat Tiszaörs községnek engedte át gyógyfürdő céljára. Évtizedekkel később az OKGT a kút szomszédságában, Kunmadarason és Tatárülésen földgáztelepeket tárt fel.

Bányászati és Kohászati Lapok, Kőolaj és Földgáz 11. (111.) évf. 4. sz. 1978. április

Csath Béla – Iharos Miklós: Kincstári szénhidrogén-kutató fúrás Tiszaörs határában 83 – 86 old.

Divéky Adorján – Komlósi Zsolt – Tülesch Leo: Agyagos, tagolt homokkő szénhidrogén-tárolók teleptani értékelése az algyői Szeged-3. telep példáján, 103 – 113. old.

A szerzők a kútgeofizikai mennyiségi értelmezés felhasználásával kialakították a műveléstervezés alapjául szolgáló telepmodellt.

Könyvszemle

Márton Péter: Mélyfúrési geofizika (Kiértékelési alapelvek és gyakorlatok.) Az ELTE TTK kiadványa a Tankönyvkiadó gondozásában, kisofszet eljárással, 228 példányban, 172 oldal, 65 szövegek közötti ábrával és 22 külön lapon levő, de a szövegben „melléklet”-ként hivatkozott, a kiértékelést megkönnyítő diagrammmal, továbbá 18 valóban mellékletként csatolt minta-szelvényvel, melyek a kiadvány végén közölt gyakorlati feladatok megoldásához szolgálnak alapul. 1977, Budapest.

Amint a szerző a bevezetőben elmondja, „A mélyfúrési geofizika legfontosabb alkalmazási területe a kőolajkutatás. A módszer részben földtani, geometriai információt ad, részben a tárolókőzet porusaiban levő folyadék minőségi és mennyiségi meghatározását teszi lehetővé... Amérések a tárolókőzet(ek) fizikai paramétereinek meghatározására irányulnak. A legfontosabbak: a porozitás és a szénhidrogén-telítettség... Ezekhez jön a tároló réteg vastagsága és permeabilitása... Ez a jelenlegi módszerekkel csak becsülhető.”

Az így körvonalazott célkitűzés megvalósításánál a szerző arra törekedett, hogy az általános ismeretek mellett beszámoljon a legmodernebb, csak a legutóbbi évek folyamán kialakult és külföldön használatos módszerek és eljárások gyakorlati alkalmazásáról. A könyv használhatóságát növeli a számos közölt feladat (megoldással együtt), melyek a külön mellékletként csatolt 18 szelvényre vonatkoznak. Zavaró azonban, hogy a szövegben szereplő hivatkozási számok a szelvényekről lemaradtak és így csak pontosabb utánanézéssel állapítható meg a hozzárendelés. Ugyancsak nélkülözzük a felhasznált – és bizonyára a legutóbbi évekből származó – irodalomjegyzékét, mely – tekintettel a mostani kis példányszámra – a valószínűleg hamarosan megjelenő második kiadásban pótolható.

A felsorolt kisebb hiányosságok ellenére is a könyv megfelel célkitűzésének és igen jól használható a korszerű módszerek és eljárások elsajátítására.

Nekrológ

Dr. Jan Bouška (1908 – 1978)

1978 júliusában Prágában elhunyt Jan Bouška, a Csehszlovák Tudományos Akadémia Geofizikai Intézetének egykori igazgatója, tudományos főmunkatársa, a tudományok doktora. 1908. november 25-én született Sobeslavban, munkáscsaládból. A prágai Károly Egyetemen tanult matematikát és fizikát, a szünetekben pedig geomágneses méréseket végzett. A Dittrich professzor irányításával doktori értekezését is ezen a területen készítette Ógyallán, a mai Hurbanovóban, és 1935-ben nyerte el a doktori címet.

1938-ig Ógyallán dolgozott, majd visszatért Prágába, a Geofizikai Intézet dolgozója lett és a a szekuláris változással foglalkozott. Jelentős szerepe volt a pruhonicei obszervatórium létekezésében. A német megszállás után részt vállalt az Intézet munkájának újakezdésében, a tudományos munka és az obszervatóriumi észlelések megindításában, az ország mágneses felmérésében. 1950–52 között a pozsonyi (Bratislava) Comenius egyetemen adott elő. A közreműködésével készült mágneses térképet nemzetközileg is elismeréssel fogadták.

1954-től kezdeményezője volt hazájában a rövid periódusú geomágneses változások kutatásának; ez magában foglalta a budkovi obszervatórium megfelelő kiegészítését, nemzetközi konferencia szervezését, az IAGA munkacsoportjában végzett munkát. 1973-ban a Tudományos Akadémia jutalmában részesült, 1975-ben pedig a tudományok doktora címet nyerte el.

Jelentős volt tudományszervező ténykedése is: 1952-ben ő szervezte az első csehszlovák geofizikai konferenciát. 1957–61 között pedig a Geofizikai Intézet igazgatója volt. Ez alatt költözött be az Intézet jelenlegi helyére Prágában, s ekkor folytak a Nemzetközi Geofizikai Év vizsgálatai. Tudománytörténettel is foglalkozott, elnyerve a Szovjet Tudományos Akadémia Euler-érmét. Összesen mintegy 100 tanulmány mellett 7 könyv egy-egy részének is szerzője volt.

Életének végén került szorosabb kapcsolatba a magyar geofizikusokkal, illetve az MTA soproni Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézetével. Mint a KAPG pulzációs indexekkel foglalkozó munkacsoportjának vezetője, korát meghazudtoló energiával szervezte a szakterület konferenciáit, először 1975-ben Sopronban, majd 1977-ben Niemegekben. Evvel kapcsolatban több alkalommal járt hazánkban, s kedves, baráti, lelkes személyisége valamennyiünkben örök emléket hagyott.

(Verő József)

Könyvszemle

Moldoványi Gyula: Az SI-mértékegységekről. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978. 86 oldal, ára: 6,50 Ft.

A kiselakú (A/5 formátumú) könyvecske a szerző előszava szerint is elsősorban a jövő szakembereit tanító pedagógusoknak készült. A tartalma azonban érthetően minden műszaki gyakorlatban dolgozó szakembert érinti. A téma fontosságára való tekintettel, már lapunkban is helyet adtunk az SI bevezetésének elősegítésére (lásd Salamon Batur: Az SI Nemzetközi Mértékegységrendszer geofizikai bevezetése, 1. és 2. rész, Magyar Geofizika XIX. évf., 4. és 5. szám).

A jól kezelhető és szemléletesen szerkesztett kiadvány első részében általánosan ismerteti többek között az SI alapjait, felépítését és alkalmazásának helyes módját (a mennyiség-egyenletek, képletek alakját). A második részben – a kiadvány közel 2/3 részében – célszerű elrendezésben, tömören közli a vonatkozó MSZ 4900/1 – 10 szabványsorozat kivonatát. Itt a fizika tíz szakterületére osztottan gyors eligazítást találunk a törvényes és más használható mértékegységek jellemzőiről és a mennyiségek használatos jeléről.

Minden szakembernek ajánljuk ezt a rendkívül hasznos és igen olcsó könyvecskét, bár sajnos attól tartunk, hogy kis példányszáma miatt hamarosan elfogy.

S. B.

Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica Tom. 13., 3–4. 1978.

F. Steiner: Contribution to the determination of the gravitational effect of rectangular prisms (Adalék a derékszögű prizmák gravitációs hatásának kiszámításához), 375–382. old.

J. Cz. Miletits: A study of geomagnetic pulsation periods (A geomágneses pulzációs periódusok tanulmányozása), 425–435. old.

A. Berkold: On the distribution of the electrical conductivity in the area between the Rhinegraben, the Bohemian massif and the central Alps (Az elektromos vezetőképesség eloszlásáról a Rajnavölgy, a Morva Masszivum és a Középső-Alpok közötti területen), 436–440 old.

M. Tátrallyay: On the numerical modelling of two-dimensional conductivity structures in cylindrical and cartesian coordinates (Kétdimenziós vezetőképesség-szerkezetek numerikus modellezése henger- és Descartes-féle koordinátákban), 441–453 old.

V. Ilceto–G. Santarato: Proposals for the standardization of magnetotelluric digital tapes (Javaslatok digitális magnetotellurikus mágnesszalagok szabványosítására), 455–462 old.

G. Sántori: Interpretation of simultaneous variations of galactic cosmic rays and of the level of atmospheric radio noise (A galaktikus kozmikus sugarak és a légköri rádiózaj szintje közötti egyidejű változások értelmezése), 475–486 old.

Geonómia és Bányászat 11. köt., 1–2 sz. 1978.

Fülöp József: Magyarország földtana, egy új szintézis irányelvei, 7–12 old. (Akadémiai székfoglaló előadás: 1977. okt. 12-én).

Boldizsár Tibor: Helyzetkép a világ geotermikus energiatermelési lehetőségeiről, 47–57 old.

Balogh Kálmán: A földtan helyzete Magyarországon, 85–109 old. (A Földtani Tudományos Bizottság helyzetképei alapján)

Fizikai Szemle XXVIII. évf. 4. sz., 1978 április.

Verő József: A bolygóközi mágnes tér hatása a geomágneses tevékenységre II., 137–144 old.

Egy régebben megjelent cikkhez (Fizikai Szemle XIV., 1964, 207 old.) kapcsolódva a szerző – bevezető történeti áttekintés után – számot ad a geomágneses pulzációk tanulmányozásának mai állásáról, saját és más kutatók vizsgálatai alapján ismertetve a bolygóközi mágneses tér befolyásának kérdését.

T. G.

R. Meissner – I. Stegena: Praxis der seismischen Auswertung und Feldmessung (A szeizmikus terepi mérések gyakorlata és kiértékelése). Az Akadémiai Kiadó, Budapest és a Gebrüder Borntraeger, Berlin és Stuttgart közös kiadása, 1977. 275 old., 198. ábra (közöttük egy színes melléklet), 6 táblázat.

A könyv egy sorozat első száma: ezt a sorozatot a Gebrüder Bornträger Berlin – Stuttgart-i kiadó „Studienhefte zur Angewandten Geophysik (Tanulmányi füzetek az alkalmazott geofizikához)” cím alatt indította meg, követve ezzel hagyományait, melyek az alkalmazott geofizikai tankönyvkiadás terén régől fogva ismeretesek. Elég itt a jól ismert Haalek-féle könyvre utalnunk. A sorozat szerkesztői az alkalmazott geofizikai kutatások neves munkásai: O. Rosenbach és K. Helbig. Az első három szám (a második és harmadik előkészületben) a szeizmikus kutatással foglalkozik, de tervbe vették a többi alkalmazott geofizikai kutatási ág korszerű feldolgozását is (gravimetria, mágnesség, geoelektromosság, izotópgeofizika, geotermika, lyukgeofizika, szűrési és elemzési eljárások).

A jelen első füzethez a jól ismert magyar munka: a Geofizikai Kutatási Módszerek első kötete szolgált kiindulópontul, de természetesen az annak megjelenése óta bekövetkezett rendkívül gyors és mélyreható fejlődést a legteljesebb mértékben figyelembe vették.

A könyv a bevezetésen kívül 13 fejezetet tartalmaz. Minden egyes fejezet után irodalmi utalások vannak, de a könyv végén összefoglaló bibliográfiát, valamint részletes tárgymutatót is találunk.

A könyv anyagbeosztásánál követett eljárás szerint először a terepi mérések leírása, gyakorlata szerepel, míg a kiértékelési módszerek tárgyalására a könyv második felében kerül sor.

Az első fejezet (Posgay Károly tollából) bevezetésként a szeizmika petrológiai és geológiai alapjait vizsgálja. A még szintén bevezetésnek tekinthető második fejezetben általános alapismertetek szerepelnek a szeizmikus terepi munkálatok tervezésére vonatkozóan.

A 3–5. fejezetekben végigkövetik a szeizmikus jel útját keletkezésétől a geofonokkal történő észlelésig. Megtudjuk, hogy milyen befolyásoknak van alávetve a jel a megtett úton, hogyan kezelik azt már a létrehozás alkalmával és milyen feltételek mellett vehető fel, torzításmentesen az észlelőhelyen. Különös gondot fordítanak a szerzők a zavaró hullámok tárgyalására, mert pontosan meg kell ismernünk ezeket, mielőtt gyakorlati eljárásokat tudnánk kidolgozni kiküszöbölésükre.

A 6. és 7. fejezet tárgyalja többek között a csoportképzési eljárásokat, a többszörös fedést és összegzést. A refrakciós szeizmika vonatkozásában tárgyalásra kerülnek a jel dinamikai tulajdonságai, valamint a nyíró- és váltóhullámok alkalmazása.

A 8. fejezettel kezdődik a főként kiértékeléssel foglalkozó rész. Elsőnek a korreláció fogalma nyer megvilágosítást és a korrelálható beérkezések felkeresésének problémája, melynek megoldása a szerzők szerint csak hosszú tapasztalat alapján sikerülhet, bár a kezdő számára a könyv bizonyos alapvető szabályokat megad.

A 9. fejezet a korrekciókról szól, míg a 10. fejezetben a sebességmeghatározás különböző lehetőségeit tárgyalják (karotázs-mérésekből, reflexiós- és refrakciós mérésekből), ideértve a nagyobb kéregmélységek kutatását is.

A következő két fejezetet a kiértékelésnek szentelték, éspedig a 11. fejezetben a reflexiós, a 12-ben a refrakciós kiértékelés szerepel. A hagyományos eljárások után itt behatóan kitérnek a digitális kiértékelési technikára és annak legkorszerűbb fejlődésére. Kifejtik a szűrési, dekonvolúciós, összegzési eljárásokat, bemutatják a szintetikus szeizmogramokat és megtárgyalják a jövő teljesen automatizált eljárásainak kilátásait. Nagy figyelmet szentelnek a szeizmikus mélység-szondázásának is. (Erről G. Dohr ír egy részfejezetet).

Az utolsó, 13. fejezet a szeizmikus mérések térbeli elrendezésével bővíti az eddig profilok mentén végzett megfontolásokat és ennek alapján elvezet a mélységi reflektorok és refraktorok elhelyezkedésének pontosabb meghatározási lehetőségeihez.

A munka – a fentebb említett és a közel jövőben várható két további kötetrel együtt – igen pontos és teljes képet nyújt a szeizmikus kutatás jelenlegi állásáról és méltó utódja a bevezetőben említett régi Bornträger féle alkalmazott geofizikai tankönyveknek a német nyelvű szakirodalomban.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>И. Барат, И. Цегледи, Л. Марко, Ф. Месарош, Д. Сендрэ:</i> Непрерывная обработка каротажных кривых для количественной интерпретации глинисто-песчаных коллекторов на ЭВМ Минск – 32	162
<i>З. Балла, Л. Верё, Э. Кирай, А. Эркель:</i> Выяснение условий локализации гидротермального сульфидного оруденения измерениями методом вызванной поляризации	170
<i>Панаи Й.:</i> Определение теплопроводности пород по переходным термическим явлениям, измеренным в скважинах	177
Новости в Общества Венгерских Геофизиков	161
Обзор журналов и книг	186, 196, 197, 198, 199, 200
Некролог	198

CONTENTS

<i>I. Baráth – I. – Czeglédi – L. Markó – F. Mészáros – D. Szendrő:</i> Continuous Evaluation of Well-Log data for the Quantitative Interpretation of Sandstone Reservoirs on the MINSZK – 32 Computer	162
<i>Z. Balla – A. Erkel – E. Király – L. Verő:</i> Determination of localization conditions of hydrothermal sulfidic ore deposits using induced potential measurements	170
<i>J. Pápay:</i> Determination of thermal conductivity of rocks on the basis of thermal transients measured in drilled wells	177
News about the Association	161
Reviews of books and periodicals	186, 196, 197, 198, 199, 200
Necrologue	198

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

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

Kiadja a Lapkiadó Vállalat. 1073 Budapest, Lenin körút 9–11. Telefon: 429-350. Levélcím: 1906 Budapest. Pf. 223

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

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

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

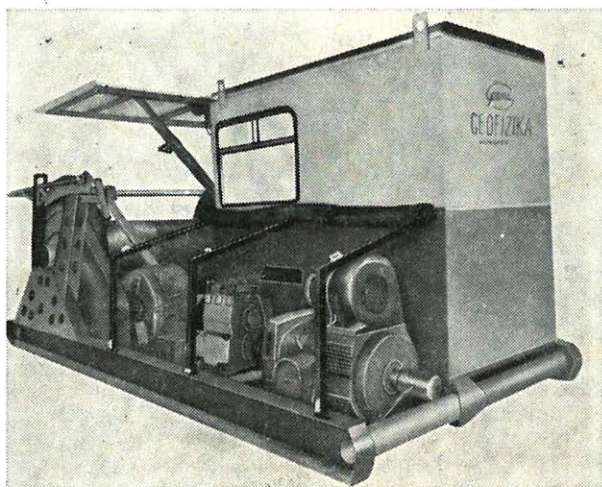
Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507



BUDAPEST



GAMMA MŰVEK egyik legújabb gyártmánya a Do9 típ. **STABIL KÁBELCSÖRLŐ BERENDEZÉS**

Két fő feladatot képes elvégezni:

- 1.** Karotázsbázisokon — a mélyfúrési geofizikában használatos — acélpáncél kábel használatát előkészítő műveleteket,
- 2.** Fúróllyuki alkalmazásoknál olyan mélyfúrési geofizikai mérések elvégzését, melyek megoldhatók stabil kábelcsörlő telepítésével önjáró karotázsgépkocsik helyett.

Elsősorban azonban tengeri alkalmazásokban (fúróhajóra, ill. fúrószigetre épített változat) javasoljuk.

Mélységkapacitás: 8500 m

Cím: GAMMA MŰVEK, H-1509 Pf. 1. Telex: 22-4946

Telefon: 853-144