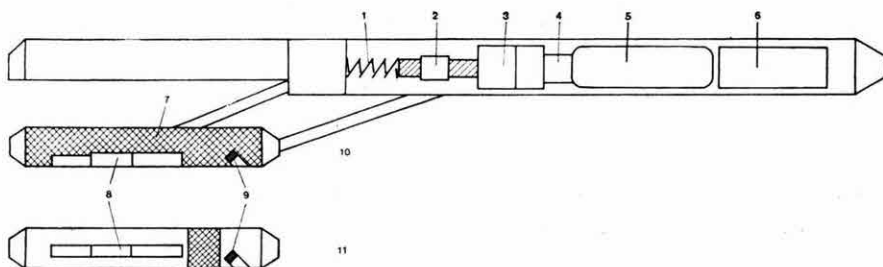


2.3 MÉLYFÚRÁSI GEOFIZIKAI MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS

2.3.1 Nukleáris műszerfejlesztés*

A nukleáris szondák több éve folyó fejlesztésének legújabb eredményeként elkészült a szénkutató szonda egy további egysége. A szénkutató szonda sematikus vázolata a 68. ábrán látható. E szonda háromcsatornás rendszer, amely egyidejűleg méri a természetes gamma sugárzást, a fűrt lyuk bőségét és a réteg sűrűségét. A szonda egy vezető éren működtethető. A bőségmérő kart illetve a sűrűségmérő padot elektromotoros mechanika nyomja a falhoz illetve húzza vissza. A működtető mechanikát 1979-ben fejlesztettük ki olyan formában,



68. ábra. A szénkutató szonda mechanikus felépítése, ill. detektor-elrendezése

1 — rugó; 2 — golyós orsó; 3 — motor; 4 — lyukbőség mérő detektor; 5 — elektronika; 6 — természetes gamma csatorna; 7 — ólom árnyékolás; 8 — szcintillációs detektor; 9 — gamma sugárforrás; 10 — sűrűség mérő pad; 11 — rendszám mérő pad

Fig. 68. Mechanical construction and arrangement of detectors of the coal exploration sonde

1 — rugjina; 2 — шариковый шпindel; 3 — двигатель; 4 — детектор каверномера; 5 — электронная схема; 6 — канал ГК; 7 — свинцовый экран; 8 — сцинтилляционный детектор; 9 — источник гамма-излучения; 10 — устройство для измерения плотности; 11 — устройство для измерения атомного номера

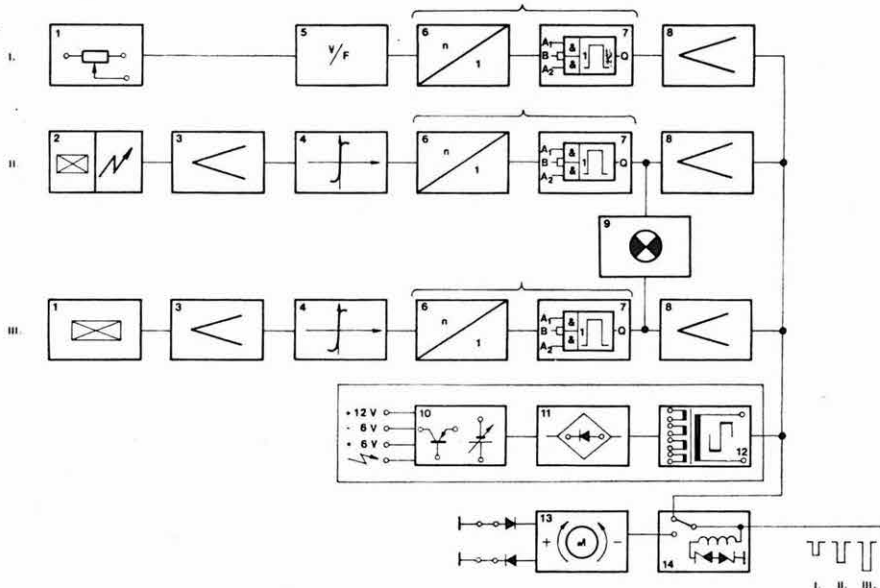
Рис. 68. Механическое строение зонда для изучения угольных скважин и расположения детекторов в нем

1 — rugjina; 2 — шариковый шпindel; 3 — двигатель; 4 — детектор каверномера; 5 — электронная схема; 6 — канал ГК; 7 — свинцовый экран; 8 — сцинтилляционный детектор; 9 — источник гамма-излучения; 10 — устройство для измерения плотности; 11 — устройство для измерения атомного номера

* Bartos F., Békés T., Korodi G., Liszt F., Morvai L.

hogy egyidejűleg egy 3 karos bőségmérő szondacsalád alapját képezi (ELGI 1979. Évi Jelentése). Valamennyi csatornából az információk impulzus formájában jelennek meg a felszínen. Az adatok az ELGI-ben kifejlesztett bármely három-csatornás felszíni egységgel feldolgozhatók.

A szonda elektronikáját a legkorszerűbb CMOS és bipoláris integrált áramkörökből építettük fel, melyek egységesen egy rozsdamentes acélházban foglalnak helyet. Az elektronikus áramkörök blokk-sémája a 69. ábrán látható.



69. ábra. A szénkutató szonda elektronikus áramköreinek blokk-sémája

1 — detektor; 2 — detektor pad; 3 — erősítő; 4 — komparátor; 5 — feszültség-frekvencia átalakító; 6 — impulzus osztó fokozat; 7 — uniformizáló fokozat; 8 — végerősítő; 9 — tiltó fokozat; 10, 11, 12 — tápegység; 13 — motor; 14 — üzemmód váltó

I. — lyukbőség mérő csatorna

II. — gamma-gamma csatorna

III. — természetes-gamma csatorna

Fig. 69. Block diagram of electronic circuits of the coal exploration sonde

1 — detector; 2 — detector pad; 3 — amplifier; 4 — comparator; 5 — voltage-frequency converter; 6 — pulse divider stage; 7 — uniformizing stage; 8 — final amplifier; 9 — inhibition stage; 10, 11, 12 — supply units; 13 — motor; 14 — mode switch

I — caliper channel;

II — gamma-gamma channel;

III — gamma ray channel

Рис. 69. Блок-схема электронных схем зонда для изучения угольных скважин

1 — детектор; 2 — детекторная скамейка; 3 — усилитель; 4 — компаратор; 5 — преобразователь напряжения в частоту; 6 — каскад деления импульсов; 7 — каскад унификации; 8 — оконечный усилитель; 9 — каскад запрета; 10, 11, 12 — источники питания; 13 — двигатель; 14 — переключатель режима работы

I — канал кавернометрии

II — канал ГК

III — канал ГК

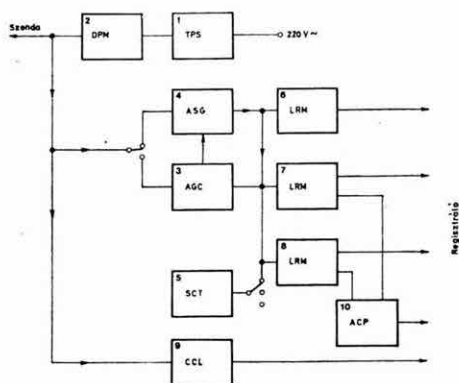
Főbb műszaki adatok:

Átmérő (csukva)	60 mm
Hossz	kb. 2600 mm
Nyomás tűrés	max. 35 MPa
Hőmérséklet tűrés	120 C°
Mérhető lyukátmérő	60—250±1 mm
Mérhető sűrűség (nukleáris elven)	1—3±0,05 g/cm ³
Mérhető radioaktív gamma-sugárzás	1 μr/h—100 μr/h

Az év folyamán elkészült a *KRF—3—220K* típusú új nukleáris karotázs felszíni mérőműszer. Bár az új készülék kialakításánál elsődleges szempont a hazai kőolajipar igényeinek kielégítése volt, jellemzőit tekintve bármely korszerű karotázs berendezés részeként felhasználható. Három nukleáris (vagy egyéb impulzus üzemű) mérőcsatorna és a karmantyúlokátor jeleinek feldolgozására alkalmas. A készülék KONTASET rendszerben készül, dugaszolható kártyákkal.

A berendezés rendszertani felépítésében a karotázs méréstechnikának az ELGI-ben kidolgozott korszerű AMPLITÚDÓ MULTIPLEX® elvét alkalmazza, korszerű CMOS, és bipoláris integrált áramkörökkel. A készülék az egyes csatornák kimenetein szolgáltatja az impulzusok számával arányos egyenfeszültséget, valamint kétszatornás neutron-neutron szonda felhasználása esetén a porozitással arányos információt is. Főbb egységeit a 70. ábra szemlélteti.

70. ábra. A *KRF—3—220K* berendezés blokkvázlata



1 — tirisztoros hálózati tápegység; 2 — digitális áram- és feszültségmérő; 3 — automatikus erősítés szabályozó; 4 — erősítő, jelsztválasztó és hitelesítő generátor; 5 — digitális impulzus számláló; 6, 7, 8 — lineáris ratemeterek; 9 — karmantyú lokátor illesztő; 10 — analóg porozitászámító egység

Fig. 70. Block diagram of *KRF—3—220K* equipment

1 — thyristor mains supply; 2 — digital ammeter and voltmeter; 3 — automatic gain control; 4 — amplifier, signal separator and calibration generator; 5 — digital counter; 6, 7, 8 — linear ratemeters; 9 — CCL interface; 10 — analog porosity calculator

Рис. 70. Блок-схема аппаратуры типа *KRF—3—220K*

1 — сетевой источник тока на тиристорах; 2 — цифровые амперметр и вольтметр; 3 — автоматический регулятор усиления; 4 — генератор для усиления, разделения сигналов и калибровки; 5 — цифровой счетчик импульсов; 6, 7, 8 — линейные интеграторы; 9 — устройство сопряжения с локактором муфт; 10 — аналоговое устройство для вычисления пористости

A fenti részegységek közül — hazai viszonylatban karotázs módszertanilag is — újdonságnak számít az ACP jelű porozitás számító egység. Az azonos mátrixú, különböző porozitású kőzetek esetén a porozitás és a neutron-neutron szonda által mért impulzusszám között fennáll a következő összefüggés:

$$\ln P = a - b N$$

ahol P = porozitás; N = impulzusszám; a és b = konstansok.

Az összefüggés — megfelelő szondahossz esetén — a karotázs gyakorlatban előforduló porozitás tartományban alkalmazható, de eredménye erősen függ a fúróluk jellemzőitől. A kétszatornás szonda alkalmazása ezt kiküszöböli az alábbi, analóg áramkörökkel is megoldható formula segítségével:

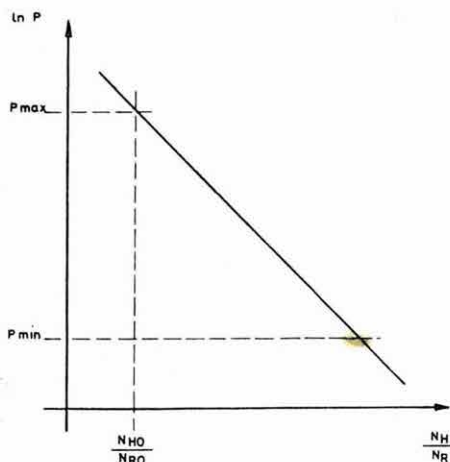
$$P = \exp a \cdot \exp \left[-b \left(\frac{N_H}{N_R} - \frac{N_{H_0}}{N_{R_0}} \right) \right]$$

ahol:

N_H — a hosszú csatorna impulzusszáma,
 N_R — a rövid csatorna impulzusszáma.

A 0-index a karakterisztika egy nagy porozitású pontját jelenti.

Az összefüggés megfelelő koordináta-rendszerben egyenesként ábrázolható (71. ábra). Az ábrából láthatóan a fenti formulát megvalósító áramkör két megfelelő porozitású ponton állítható be.



71. ábra. A számítógység átviteli függvénye

Fig. 71. Transfer function of the calculator

Рис. 71. Характеристика вычислительного устройства

Az XRF műszerfejlesztés során elkészült egy 33 mm átmérőjű szonda (típusa KRGE—1—50—33x), amely bányabeli robbantóluk fúrásokban is használható. A szonda fúrórudazat segítségével bocsátható le a fúrólukba. Az XRF szonda kisenergiájú gerjesztett karakterisztikus sugárzások (3—30 keV) ener-

giaszelektív mérésére alkalmas. A szonda háza 0,5 mm vastag berillium ablakkal ellátott, műanyaggal erősített poliészter gyanta. A szonda jó felbontóképességét a felszíni műszerrel vezérelhető differenciális szűrőpár biztosítja (1. ELGI 1978. Évi Jelentése).

A fúrómagminták érc tartalmának gyors elemzésére kifejlesztettük a KRF—1—12x típusú fúrómagminta-elemző mérőfejet, amely alkalmas a kőzet összetételének gyors, roncsolásmentes meghatározására. A mérőfejben jó minőségű proporcionális számlálócső és gerjesztő XRF sugárforrás helyezkedik el. A detektor érzékeny felülete előtt 6 db — váltható — mechanikus szűrő van. A szűrők anyagától függően a magminta érc tartalmának egyes komponensei külön meghatározhatók (72. ábra).

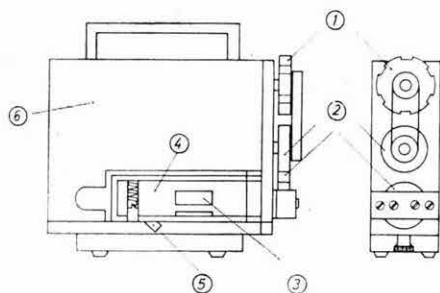


Fig. 72. XRF sample analyser

1 — filter changing wheel; 2 — filter changing transmission; 3 — equalized filter; 4 — detector (proportional tube); 5 — radiation source; 6 — electronic cartridge

Рис. 72. Устройство для анализа буровых кернов типа XRF

1 — ролик для смены фильтра; 2 — передача для смены фильтра; 3 — уравновешенный фильтр; 4 — детектор (пропорциональный счетчик); 5 — источник излучения; 6 — электронная схема

72. ábra. XRF magminta-elemző készülék

1 — szűrő-váltó kerék; 2 — szűrő-váltó áttétel; 3 — kiegyenlített szűrő; 4 — detektor (proporcionális cső); 5 — gerjesztő sugárforrás; 6 — elektronika

2.3.2 Nukleáris módszerfejlesztés

Számított és modellezett neutronterek vizsgálata*

Az ELTE Geofizikai Tanszéke az ELGI megbízásából — négy csoportos diffúziós elmélet felhasználásával — elméleti görbeseregeket számított ki.

A négy csoportos neutron-diffúziós egyenletek megoldása kétréteges hengeres (fúrólyuk és réteg) modellre történt. A számítások eredményeképpen rendelkezésre állnak mészkő és homokkő mátrixokra termikus és epitermikus neutronokra olyan elméleti görbeseregek, amelyek megadják a d fúrólyukátmérő (0 mm-től 254 mm-ig), a szondahossz (30 cm-től 90 cm-ig) és a Φ_N neutron pozitív (0—40%-ig) közötti kapcsolatot.

* Andrassy L.

Az ELGI-ben kidolgoztuk — a modellmérések adatainak felhasználásával — az elméleti görbeseregek módosítására vonatkozó számítási eljárást. Ezzel az elméleti görbesereget alkalmassá tettük gyakorlati feladatok megoldására. Az eljárást általánosítottuk a négycsoportos esetre is.

Amennyiben ismerjük a V térfogatú neutrondetektor dV térfogat elemében a neutronfluxus energiá- és helyfüggését $[F(E, r)]$, továbbá a mérésre szolgáló magreakció $\Sigma^{(m)}(E)$ makroszkopikus hatáskeresztmetszetét, akkor az adott $t = t_0$ ideig tartó számlálási értéket (N) a következő összefüggés adja meg:

$$N = \int_{t_0} \int_V \int_E \Sigma^{(m)}(E) \varepsilon(E) F(E, r) dE dV dt \quad (1)$$

A mérőszonda megváltoztatja a fluxuseloszlást, s ezt a hatást az $\varepsilon(E)$ faktor fejezi ki.

Az (1) összefüggés a fizikai feltételek bizonyos egyszerűsítése után átalakítható, és alkalmassá válik a négycsoportos esetben elméletileg számított fluxusok és a mért beütésszámok számítására. Feltételezzük, hogy a $F(E, r)$ neutronfluxus a detektoron belül a helytől független és azonos a detektor $r = r_0$ geometriai középpontjára kiszámított elméleti fluxussal. Az energiát folytonos változóként tartalmazó (1) integrál a csoportfluxusok bevezetése után összeggé alakítható:

$$N = 60 V \sum_{i=1}^4 \varepsilon_i \int_{E'_i}^{E''_i} \Sigma^{(m)}(E) F(E, r_0) dE = 60 V \sum_{i=1}^4 \varepsilon_i \Sigma_i^{(m)} F_i(r_0) \quad (2)$$

ahol:

$\varepsilon_i = \varepsilon(E)$ átlaga az i -edik csoportban,

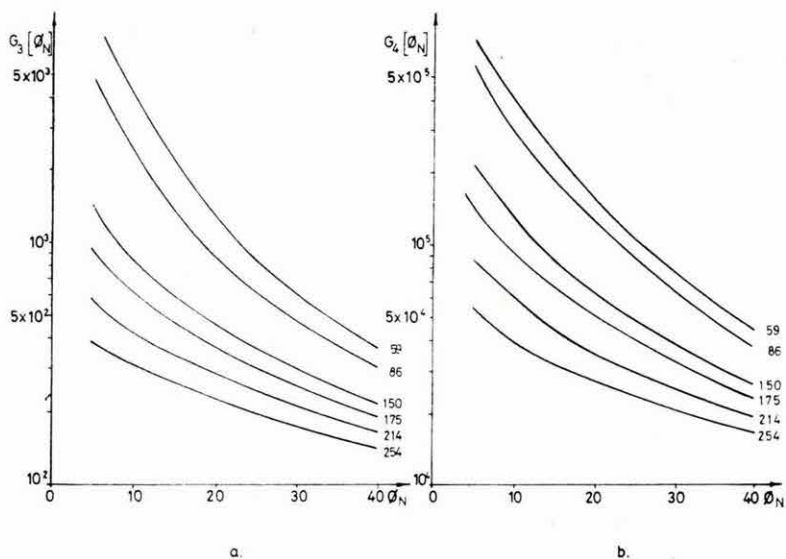
$\Sigma_i^{(m)} = \Sigma^{(m)}(E)$ átlaga ugyancsak az i -edik csoportban.

Az ε_i faktorokat az elméleti görbeseregek és hitelesítő mérések adatainak átszámításából kapjuk. A $\Sigma_i^{(m)}$ értékeket elméletileg határozzuk meg.

Az elméleti és modellezett neutronterek adatainak számításánál figyelembe kell vennünk, hogy a számítási és modellezési feltételek nem azonosak, ezért egyidejű egymás mellé rendelésük sem lehetséges. Amíg az elméleti számítások négycsoportos esetre a neutronok térbeli eloszlását szinte spektrálisan közelítik és írják le matematikai összefüggések segítségével, a modell és terepi mérések a csoportok szétválasztását nem teszik lehetővé (alapvetően a termikus neutronok detektálására szorítkoznak).

A mérési háttér pontosabbá tétele érdekében kísérleti jelleggel a mérőszonda detektorára kadmium szűrőt helyeztünk el. Az elméleti görbék és a hitelesítő mérések adatainak módosítására alkalmazott számítási eljárás főbb lépései:

1. A négycsoportos kétréteges elméleti görbeseregek — epitermikus neutronok (3-as index) és termikus neutronok (4-es index) — felhasználásával kiszámítjuk a szondaparaméterek (szondahossz, detektorhossz és detektorátmérő) és neutron forrásérősség figyelembevételével az elméleti görbék módosított alakját (73. ábra). Az ábrán $G_3(\Phi_N) = 60 VC\Sigma_3^{(m)}F_3$ és $G_4(\Phi_N) = 60 VC\Sigma_4^{(m)}F_4$, ahol C a forrásérősség.



73. ábra. Módosított elméleti görbék epitermikus (a) és termikus (b) neutronokra

Fig. 73. Modified master curves for epithermal (a) and thermal (b) neutrons

Рис. 73. Измененные теоретические кривые для сверхтепловых (а) и тепловых (b) нейтронов

2. Az elméleti görbeseregek módosított alakjának ismeretében termikus és epitermikus neutronokra felírjuk az ún. normálegyenleteket. Ezek az egyenletek kapcsolatot biztosítanak a modellmérésekkel meghatározott beütésszámok ($N_{mért}$), a $G_3(\Phi_N)$, $G_4(\Phi_N)$ értékek és a fluxus „depressziót” jellemző ε_3 és ε_4 faktorok között.

Általános alakjuk:

$$N_{3j} = \varepsilon_3 G_{3j}(\Phi_{Nj}) + \eta_3 \text{ epitermikus neutronokra;}$$

$$N_{4j} = \varepsilon_4 G_{4j}(\Phi_{Nj}) + \eta_4 \text{ termikus neutronokra,} \quad (3)$$

ahol:

$j=1, 2, \dots, M$,

M = a hitelesítő pontok száma,

η_3 és η_4 = a szondaház jelenlétéből fakadó háttér értéke.

ε és η értékeit az alábbi minimum feltételekből kapjuk meg:

$$\sum_{j=1}^n \{N_{3j} - \varepsilon_3 [G_{3j}(\Phi_{N_j}) + \eta_3]\}^2 = \min. \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n \{N_{4j} - \varepsilon_4 [G_{4j}(\Phi_{N_j}) + \eta_4]\}^2 = \min.$$

Példaképpen bemutatjuk két különböző átmérőjű modellsoron végzett mérések adatait ($N_{\text{mért}}$), valamint a mérés statisztikus hibáját (σ), a (3) összefüggések segítségével számított beütésszám értékeket (N_{sz}) és a mért és számított beütésszám értékek különbségeit (II., III. táblázat).

II. táblázat

Φ_N	d=214 mm							
	EPITERMIKUS				TERMIKUS			
	$N_{\text{mért}}$	σ	N_{sz}	$N_m - N_{\text{sz}}$	$N_{\text{mért}}$	σ	N_{sz}	$N_m - N_{\text{sz}}$
14,86	491	35	506	-15	5419	116	5516	-97
16,97	472	34	459	+14	4888	111	4883	+5
20,50	397	31	388	+9	4273	103	4123	+150
41,00	207	23	212	-5	1745	66	1801	-56

III. táblázat

Φ_N	d=150 mm							
	EPITERMIKUS				TERMIKUS			
	$N_{\text{mért}}$	σ	N_{sz}	$N_m - N_{\text{sz}}$	$N_{\text{mért}}$	σ	N_{sz}	$N_m - N_{\text{sz}}$
14,20	1092	52	1073	+19	12 163	174	12 000	+163
19,10	775	44	807	-32	8 806	148	9 049	-243
36,00	406	32	394	+12	3 132	88	3 052	+80

A táblázatokban szereplő modellátmérőkön kívül lineáris interpolálás segítségével tetszőleges átmérőkre is kiszámíthatók az ε és η paraméterek. A következő transzformációs egyenletek segítségével lehetőség nyílik a módosított görbesereg alkalmazására:

$$G_{3j}(\Phi_{N_j}) = \frac{N_{3j} - \left[\frac{\Delta\eta_3}{\Delta d} (d-150) + \eta_3 \right]}{\varepsilon_3 - \left[\frac{\Delta\varepsilon_3}{\Delta d} (d-150) \right]} \quad (5)$$

$$G_{4j}(\Phi_{N_j}) = \frac{N_{4j} - \left[\frac{\Delta\eta_4}{\Delta d} (d-150) + \eta_4 \right]}{\varepsilon_4 - \left[\frac{\Delta\varepsilon_4}{\Delta d} (d-150) \right]}$$

Az ε és η értékek a $d=150$ mm-es bázisátmérőre vonatkoznak. A transzformáció elvégzése után a kiszámított $G_3(\Phi_N)$ és $G_4(\Phi_N)$ értékek és a fúróluk átmérőjének ismeretében a módosított elméleti görbeseregekből a Φ_N neutronporozitás értékek meghatározhatók.

*Természetes γ -sugárzás spektrális összetételének vizsgálata**

A kőzetek összetételének (radioaktív elemeinek) meghatározására módszertani vizsgálatokat végeztünk, a természetes gamma-sugárzás energia-szelektív szelvényezési eljárásának alkalmazásával. E kutatásokra az INTERGEOTECHNIKA 5.1.1 feladata keretében került sor.

A szelvények kiértékelése során meghatároztuk a kőzetek tórium, urán és kálium tartalmát, amely fontos adatokat szolgáltat a fúrások által harántolt kőzetek agyagtartalmának mennyiségi és minőségi meghatározásához, a kőzetek litológiai vizsgálatához, a rétegtani korrelációhoz, stb.

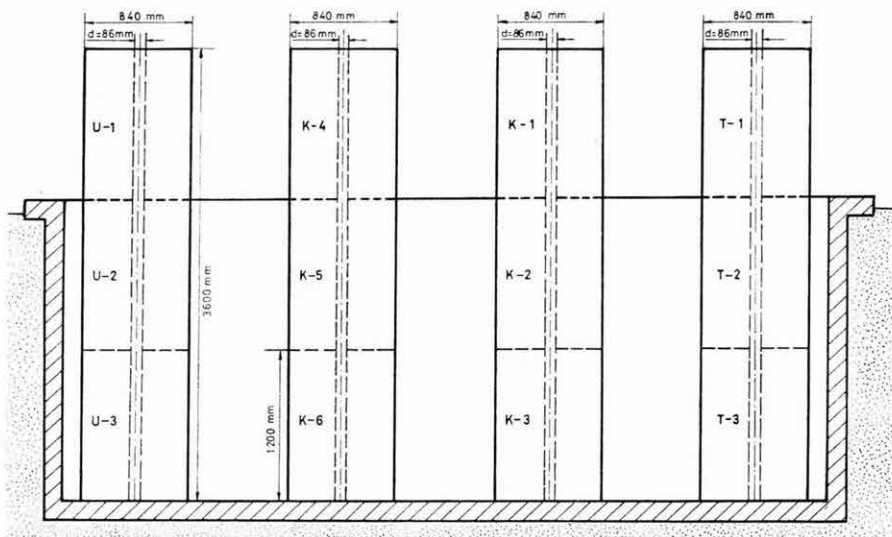
A tórium, urán és kálium tartalom meghatározásához szükség van a karotázs mérőberendezések energia-hitelesítésére, valamint a megfelelő radioaktív anyagtartalom meghatározásához a mérőműszerek kvantitatív hitelesítésére. A mérésekhez a KRGE—1—120—60 s energia-szelektív szondákból és a KRF—4—12 An felszíni egységből álló mérőrendszert használtuk, amelynél az alkalmazott energia ablakok a következők:

1. ablak (K—40 izotóp	— 1,46 MeV)	1,34—1,55 MeV
2. ablak (RaC módosulat	— 1,76 MeV)	1,60—2,03 MeV
3. ablak (ThC'' módosulat	— 2,62 MeV)	2,45—3,00 MeV
4. ablak (kváziintegrális)		1,34—3,00 MeV.

Vizsgálatainkhoz az ELGI-ben elkészítettünk egy etalonrendszert, és ezt használtuk fel a fúrások által harántolt kőzetek természetes gamma-sugárzásának kvantitatív tanulmányozására. Az etalon rendszer sematikus vázlata a 74. ábrán látható. Az egyes rétegek egymástól hermetikusan el vannak zárva, a radioaktív bomlás során keletkező radon illetve toron gázok elillanásának megakadályozása céljából. Az etalon rendszer 6 db különböző kálium és 3—3 db különböző tórium illetve urán tartalmú rétegből áll. Ezek radioaktív anyagtartalma — a radioaktív érckutató fúrásokat kivéve — átfogja a karotázs gyakorlatban előforduló értékek tartományát.

A rendelkezésre álló etalonsorral hitelesítettük az említett karotázs berendezést. Az ASA 1024—16 berendezéssel felvett spektrumok kvantitatív hitelesítését az egyes radioaktív komponensekre elvégeztük. A kapott impulzusszámok és az egyensúlyban levő természetes radioaktív anyagok között lineáris

* Dorkó R.



74. ábra. Etalonsor spektrális természetes-gamma mérések hitelesítésére

Fig. 74. Standard sample array for calibrating gamma ray measurements

Рис. 74. Серия эталонов для калибровки измерения спектра естественного гамма-излучения

összefüggéseket kaptunk. A 75. ábrán példaként bemutatjuk a tórium tartalom és az impulzus számok közötti összefüggéseket a különböző energia-ablakokban. A hitelesítési egyenesek iránytangensének ismeretében kiszámítottuk az egyes természetes radioaktív anyagtartalmak mennyiségét. Ennek számítására folyamatos szelvényezés esetében a lefejtéses — stripping — módszert használtuk, míg az ASA—1024—16 berendezéssel végzett pontmérések esetében az effektív csúcs alatti terület — neto area — módszerét alkalmaztuk. A stripping módszer kiértékelési egyenletrendszere a következő:

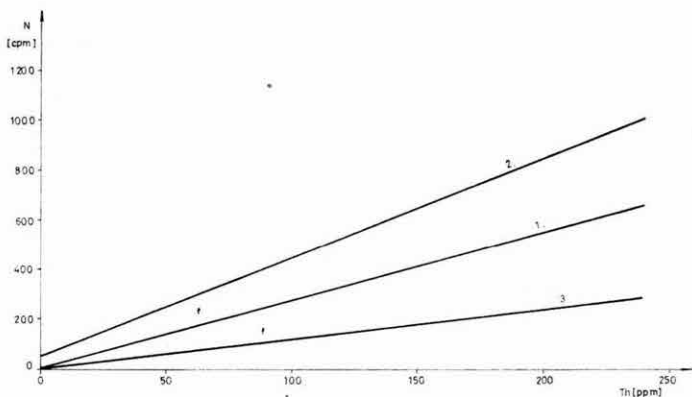
$$N_3 = m_{3t} \cdot Th$$

$$N_2 = m_{2u} \cdot U + m_{2t} \cdot Th \quad (6)$$

$$N_1 = m_{1k} \cdot K + m_{1u} \cdot U + m_{1t} \cdot Th$$

ahol:

- $N_{1,2,3}$ — a különböző energia ablakokban felvett impulzusszámok;
- $m_{i,j}$ — megfelelő energia ablakban a vizsgált radioaktív anyagtartalom és kapott impulzusszám közötti összefüggés;
- K, U és Th — rendre a kálium, urán és tórium tartalom.



75. ábra. Hitelesítő összefüggés a tóriumtartalom és a beütésszám között

1. csatorna: $E_\gamma = 1,34 - 1,55 \text{ MeV}$ $C_{T1} = 0,3717 \frac{\text{ppmTh}}{\text{cpm}}$

2. csatorna: $E_\gamma = 1,60 - 2,03 \text{ MeV}$ $C_{T2} = 0,2526 \frac{\text{ppmTh}}{\text{cpm}}$

3. csatorna: $E_\gamma = 2,45 - 3,00 \text{ MeV}$ $C_{T3} = 0,8179 \frac{\text{ppmTh}}{\text{cpm}}$

Fig. 75. Relationship between thorium content and counts to be used for calibration

Channel 1: $E_\gamma = 1.34 - 1.55 \text{ MeV}$; $C_{T1} = 0.3717 \frac{\text{ppmTh}}{\text{cpm}}$

Channel 2: $E_\gamma = 1.60 - 2.03 \text{ MeV}$; $C_{T2} = 0.2526 \frac{\text{ppmTh}}{\text{cpm}}$

Channel 3: $E_\gamma = 2.45 - 3.00 \text{ MeV}$; $C_{T3} = 0.8179 \frac{\text{ppmTh}}{\text{cpm}}$

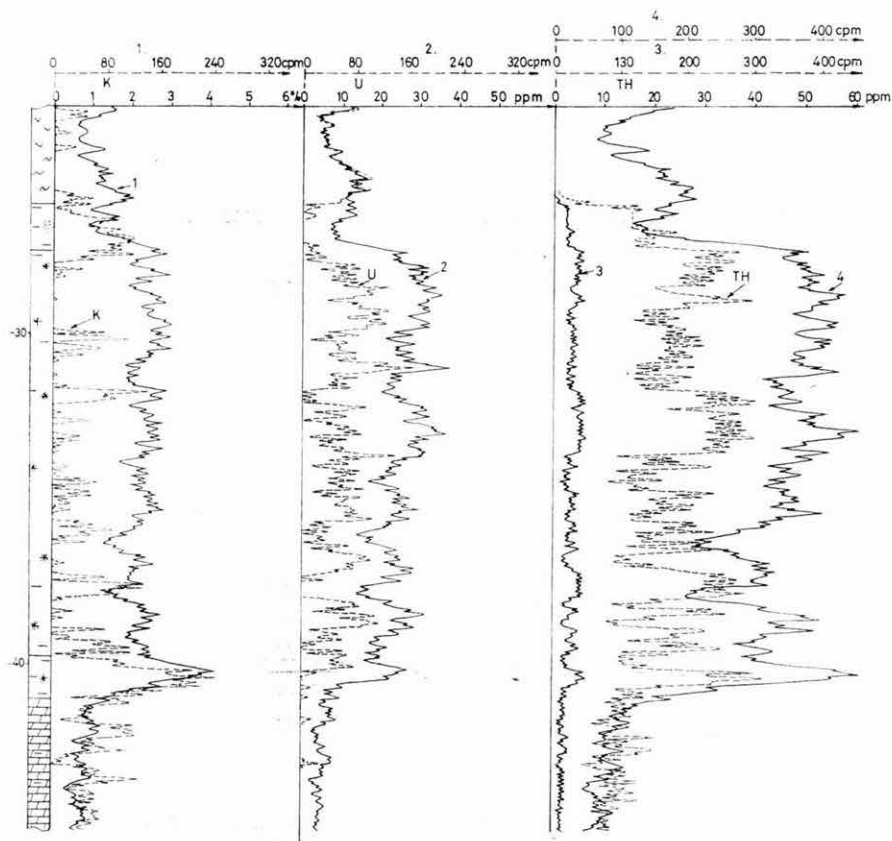
Рис. 75. Калибровочная кривая зависимости содержания тория в образце от числа импульсов

канал 1 = $E_\gamma = 1,34 - 1,55 \text{ мэВ}$; $C_{T1} = 0,3717 \frac{\text{ppmTh}}{\text{cpm}}$

канал 2 = $E_\gamma = 1,60 - 2,03 \text{ мэВ}$; $C_{T2} = 0,2526 \frac{\text{ppmTh}}{\text{cpm}}$

канал 3 = $E_\gamma = 2,45 - 3,00 \text{ мэВ}$; $C_{T3} = 0,8179 \frac{\text{ppmTh}}{\text{cpm}}$

A „netto area” módszernél egyszerű lineáris összefüggés van a kapott impulzus-
szám és a megfelelő radioaktív anyagtartalom között. A fentiek alkalmazására
példaképpen bemutatunk egy bauxitos fúrásban felvett szelvényt (76. ábra).
Látható, hogy a bauxitos összleten belül jól elkülöníthetők az agyagosabb bete-
lepülések.



76. ábra. GF—2-es bauxitkutató fúrásban felvett spektrális természetes-gamma
szelvény és mennyiségi kiértékelése

1 — Kálium csatorna; 2 — Urán csatorna; 3 — Tórium csatorna; 4 — Integrális csatorna

Fig. 76. Spectral gamma ray log run in bauxite well GF—2 and its quantitative interpretation

1 — potassium channel; 2 — uranium channel; 3 — thorium channel; 4 — integral channel

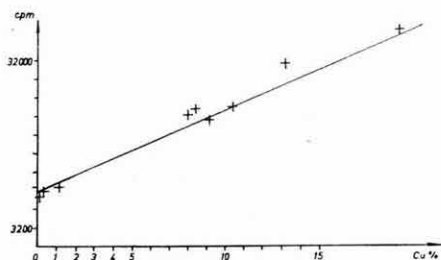
Рис. 76. Кривая спектра естественного гамма-излучения, полученная в бокситовой скважине GF—2 и ее количественная интерпретация

1 — канал калия — 2 канал урана ; 3 — канал тория; 4 — интегральный канал

2.3.3 Terepi módszertani vizsgálatok*

Bányabeli röntgenradiometriai vizsgálatok keretében a recski mélysínt kutató fúrásaiban továbbfejlesztettük a röntgenradiometriai mérési módszert és technológiát. A pontszerű mérések mellett bevezettük a folyamatos mérést is, amely száraz és vízzel (iszappal) telített fúrólukokban is egyaránt végezhető. A mérési technológia fejlesztése mellett módszertani szempontból alapvető feladatunkat képezte a szelvények mennyiségi értékelése, nevezetesen a fúrásokkal harántolt érces zónák réztartalmának megállapítása.

A röntgenradiometriai vizsgálatokat komplex karotázs szelvényezés keretében egy KRGE—1—50—36x típusú szondával végeztük. Energia-szelektív üzemmódban 7,8—8,6 KeV energiatarományban (0,8 KeV-es energiaablakban) mértünk. A fúrás maganyagán az OÉÁ Vállalat 10 cm-ként kémiai elemzést végzett, ezért a fúrásban felvett röntgenradiometriai adatsort is 10 cm-ként átlagoltuk, majd összevetettük a kémiai elemzés adataival. Így olyan összefüggést kaptunk, amely lehetővé teszi, hogy a fúrásban mért adatokból megállapíthassuk a kőzetek réztartalmát (Cu%-ban). A kapott adatok alapján az alkalmazott berendezéssel 0,3—0,4%-nál nagyobb Cu tartalom megbízhatóan kimutatható. A berendezés hitelesítési diagramját a 77. ábra mutatja.



77. ábra. Röntgenradiometriai berendezés hitelesítési diagramja

Fig. 77. Calibration diagram of XRF equipment

Рис. 77. Калибровочная кривая рентгенорадиометрической аппаратуры

Széntelepek hamutartalmának vizsgálata. A kőszén kutatására szolgáló optimális mérési komplexum kialakításával egyidejűleg kidolgoztunk egy olyan mérési és feldolgozási eljárást, amely egyes kőszének hamutartalmának meghatározására alkalmas.

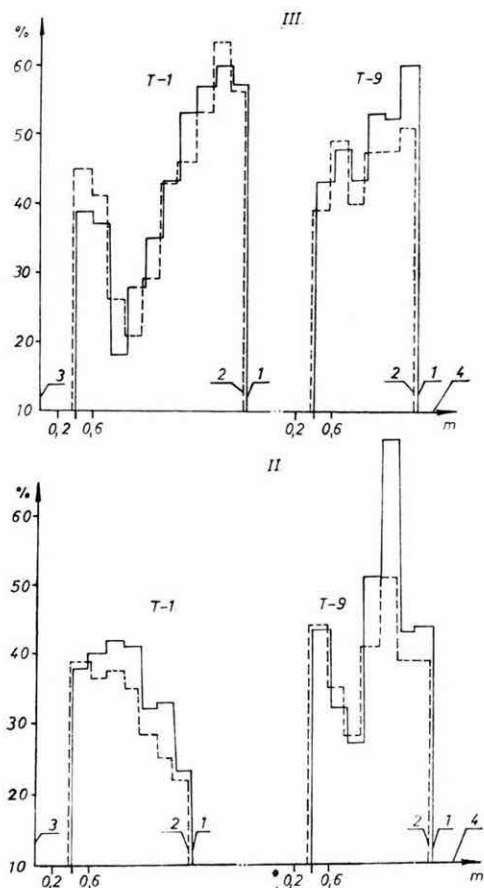
1980-ban a kőszénkutató karotázs mérések döntő hányadát a Nógrádi Szénbányák mizserfai kutatási területén végeztük, ezért e terület mérési anyagát használtuk fel a mérések módszertanának kidolgozásához.

Megvizsgáltuk a telepek keletkezési és szerkezeti viszonyait, a térfogatsúly és természetes aktivitás koordináta-rendszerében kialakított háromszögdiagram segítségével (cross-plot ábrázolás) a szén, a homok és az agyag paramétereinek megfelelő csúcspontokkal. Az így szerkesztett görbék újszerűen, ugyanazon telepekre azonos módon (a háromszögdiagramban elfoglalt helyzetük alapján)

* Békés T., Honos P., Karas Gy., Morvai L., Szunyogh F., Viola B.

tükrözik a telep szerkezetét s hozzájárulnak ahhoz, hogy a telepeket egyértelműen azonosíthassuk.

A hamutartalom meghatározását egyrészt a térfogatsúly megállapításával $\gamma-\gamma$ szelvényekből, másrészt az effektív rendszámra érzékeny szelektív $\gamma-\gamma$ mérésekből végeztük. A feldolgozáshoz szükséges szénlaboratóriumi adatokat a Nógrádi Szénbánya Vállalat bocsátotta rendelkezésünkre. A 78. ábrán feltüntettük a T—1 és T—9 jelű fúrások III. és II. telepére a $\gamma-\gamma$ szelvényből számított hamutartalom értékeket és a laboratóriumi elemzési adatokat. Látható, hogy a mért és számított értékek jól egyeznek.



78. ábra. T—1 és T—9 jelű fúrások hamutartalmának adatai

1 — laboratóriumi adatok; 2 — geofizikai mérésekből számított adatok; 3 — hamutartalom; 4 — telepvastagság

Fig. 78. Ash content data of boreholes T—1 and T—9

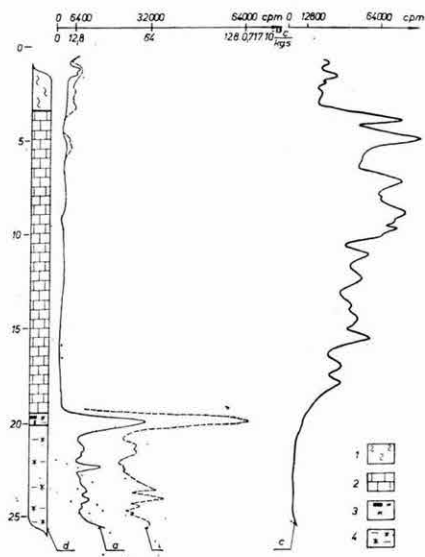
1 — laboratory data; 2 — data calculated from geophysical measurements; 3 — ash content; 4 — bed thickness

Рис. 78. Данные о зольности, полученные в скважинах Т—1 и Т—9

1 — лабораторные данные; 2 — данные, полученные по геофизическим наблюдениям; 3 — зольность; 4 — мощность пласта

Bányabeli bauxitkutató. A Tatabányai Szénbányák Vállalat csordakúti üzemében az év folyamán kísérleti, majd rutinszerű karotázs méréseket végeztünk. Méréseinket a bányavágatokban mélyített száraz fúrásokban hajtottuk végre. Célunk az volt, hogy kimutassuk a széntelepek alatt elhelyezkedő bauxittesteket.

A bauxittelemek lehatárolására és közelítő minőségi becslésére a külszíni fúrásokban kialakított neutronaktivációs metodikát használtuk fel és a bányabeli követelményeknek megfelelően átalakított mérési technológiát alkalmaztuk. A 79. ábrán bemutatjuk a Csbb—46 jelű fúrás mérési anyagát.



79. ábra. Csbb—46 jelű fúrás mérési eredményei és értelmezése

a — természetes-gamma szelvény; b — n-aktivációs szelvény; c — neutron-neutron szelvény; d — geofizikai rétegsor; 1 — márga; 2 — mészkő; 3 — szenes, agyagos bauxit; 4 — agyagos bauxit

Fig. 79. Measurement results of well Csbb—46 and their interpretation

a — gamma ray log; b — n-activation log; 3 — neutron-neutron log; d — geological log; 1 — marl; 2 — limestone; 3 — bauxite with coal and clay content; 4 — bauxite with clay

Рис. 79. Каротажные данные, полученные в скважине Csbb—46 и их интерпретация

a — кривая ГК; b — кривая нейтронной активации; c — кривая ННК; d — геофизический разрез: 1 — мергели; 2 — известняки; 3 — угольные, глинистые бокситы; 4 — глинистые бокситы

2.3.4 Számítógéppel vezérelt, kalkulátorral kiegészített terepi karotázs szelvényező- és gyorskiértékelő rendszerek fejlesztése*

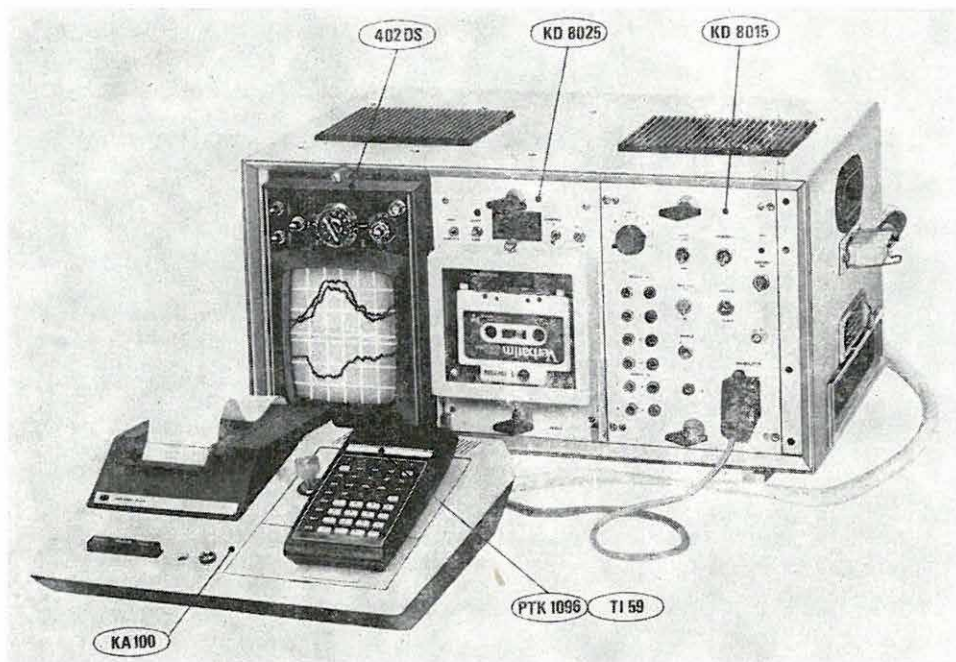
Az INTERGEOTECHNIKA 5.4.1 feladata keretében kifejlesztett KD—20 típusú, mikroszámítógéppel vezérelt karotázs mérő- és gyorskiértékelő állomás nemzetközi approbációja 1980 folyamán sikeresen lezajlott. Ezt követően 1980 novemberében bemutató mérést végeztünk Csehszlovákiában. A berendezést az ELGI 1978-as Évi Jelentésében ismertettük.

Az 1980-ban kifejlesztett digitális KD—30 típusú, kalkulátorral kiegészített műszer (80. ábra) mechanikai és elektromos felépítésével, egyszerű kezelési technikájával az ELGI K—500-as családjához illeszkedik, de bármilyen más — nagyobb mélységű mérésekre alkalmas — karotázs-rendszerhez is illeszthető. A mérő- és gyorskiértékelő rendszer blokkvázlata a 81. ábrán látható.

A mérőberendezés lehetővé teszi az interaktív kiértékelést, azáltal hogy a KD—30 típusú berendezésbe épített katódsugárcsőves megjelenítőn négy csatorna mérési eredményének utolsó 25 méteres szakasza látható és a megjelenítő

* Baráth I., Dankházi Gy., Horváth F., Josepovits Gy., Morvai L., Pákozdi I., Szongoth G.

tett görbék követik a szonda mozgását. Ennek folyamán a réteghatárok vagy a maximum-minimum helyek kijelölhetők. A képcsővön haladó görbék utolsó negyedében, a mélységtengelyre merőleges, álló fénycsík helyezkedik el. A fénycsík által kijelölt mérési adatok és az aktuális mélységérték egy, a berendezés-



80. ábra. KD—30 gyorskiértékelő

Fig. 80. KD—30 express processing system

Рис. 80. Аппаратура для экспресс-обработки данных типа KD—30

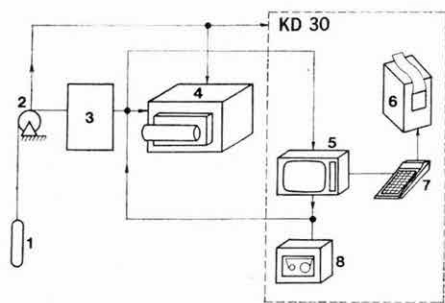


Fig. 81. Block diagram of measuring and express processing system

1 — downhole tool; 2 — depth marker generator; 3 — surface panels; 4 — photorecorder; 5 — display; 6 — printer; 7 — calculator; 8 — digital store

Рис. 81. Блок-схема аппаратуры экспресс-обработки

1 — скважинный прибор; 2 — метчик глубин; 3 — наземная аппаратура; 4 — фоторегистратор; 5 — дисплей; 6 — печатающее устройство; 7 — вычислительное устройство; 8 — цифровое запоминающее устройство

81. ábra. A mérő- és gyorskiértékelő rendszer blokkvázlata

1 — lyukműszer; 2 — mélységjeladó; 3 — felszíni műszerek; 4 — fotoregisztráló; 5 — display; 6 — nyomtató; 7 — számítógység; 8 — digitális tároló

hez csatolt kalkulátorba továbbíthatók, ha a kezelő az adott pontban kiértékelést kíván végezni.

A PTK 1096 típusú kalkulátor — a KA—100 típusú nyomtató segítségével — párbeszédés kiértékelést biztosít. A kiértékeléshez szükséges konstans értékeket a nyomtatón megjelenő kérdésekre válaszolva adjuk meg. Az alkalmazott kalkulátor utasításkészlet és tárolókapacitás tekintetében a közismert TEXAS gyártmányú TI—59 gyártmánycsaládba tartozik. A kiértékelés — a megrendelő kívánsága szerint — elektronikus tárolóban (ROM) elhelyezett, vagy mágneskártyára rögzített programok segítségével történhet. A programok az elméleti számításoknak vagy empirikus formuláknak megfelelő korrekciókat egyszerűsített képletek segítségével számítják, igen jó közelítéssel. A programrendszer víz-, szén-, bauxit- vagy uránkutató fúrások kiértékelésére készült és egyszerre öt réteg kiértékelésére alkalmas. Az eredmények nyomtatón jelennek meg. A kiértékelés vagy a terepen, a méréssel egyidejűleg vagy később, mágnesszalagról történő visszajátszás közben végezhető el.

Többparaméteres méréseknél a berendezéssel korrigálható a szondaérzékelők távolságából adódó mélységeltolódás; a korrekció nélkülözhetetlen a helyi gyorskiértékelésnél. Az alkalmazott kazettás mágnesszalag adatainak beadásához az ELGI illesztő egységeket is kifejlesztett különféle számítógépekhez [Pl. ESz 1010 (R—10); TPA/S; MINSZK—32; HP 9825 és HP 9845].

2.3.5 A mélyfúrési geofizikai adatok számítógépes feldolgozása

*Mélyfúrési geofizikai információkat értelmező rendszer**

Az ESZ—1035 típusú számítógép üzembehelyezésével egyidejűleg elkezdtük egy mélyfúrési geofizikai információkat értelmező rendszer (SZIVER) kifejlesztését, amely a szilárdásvány- és vízkutató fúrásokban mért adatok feldolgozását és értelmezését végzi.

A megvalósítás első fázisában FORTRAN—IV. nyelven a következő mód-szerek programozására, illetve adaptálására került sor:

- a szelvények automatikus relatív mélységegyeztetése,
- a szelvények pontonkénti korrekciója görbeseregek alapján
- Cross-plotok, ezen belül frekvencia- és Z-plotok készítése,
- mélységpontonként történő statisztikus litológiai értelmezés,
- a réteghatárok kijelölése korrelációval,
- a rétegek jellemző értékeinek meghatározása,
- rétegenkénti korrekciók görbeseregek alapján,
- rétegenként történő litológiai értelmezés,

* Szendrő D.

- nyersanyagtól függő értelmezések (pl. porozitás, térfogatsúly, víztelítettség, érctartalom, fűtőérték, hamutartalom, stb. számítása) görbeseregek segítségével.

A programrendszer tovább fejlesztése a későbbiek során lehetővé teszi mind a kutankénti, mind pedig a területi feldolgozás megvalósítását.

*Korrelációs módszer az akusztikus terjedési sebesség és a csillapodás egyidejű meghatározására**

Kifejlesztettünk egy olyan korrelációs módszert, amely alkalmas a longitudinális és transzverzális hullámcsomag kijelölésére, jellemzőinek meghatározására és — megfelelő feltételek esetén — a direkt hullám felismerését is lehetővé teszi. A direkt hullám kijelölése lehetőséget ad a mérés pontosságának meghatározására úgy, hogy a direkt hullám terjedési sebességét összehasonlítjuk a vízben mérhető terjedési sebesség jól ismert értékével. Ugyanakkor a kőzetfolyadék ténylegesen mért terjedési sebességét fel kívánjuk használni az akusztikus porozitás számításához.

A korrelációs módszer két fő lépésből áll:

1. Minden egyes mélységpontban a korrelációs függvény előállítás, a maximum megkeresése,
2. A korrelációval kapott Δt érték minősítése, a Δt szelvény folytonosságának kritériuma alapján.

A korrelációs eljárással kapott jellemzők:

- a korreláció jósága;
- a terjedési időnek megfelelő Δt időeltolódás a két vevő között;
- mindkét vevőn a korrelált hullámcsomag összenergiája (amplitúdók négyzetösszege).

Ezekből az adatokból a Δt -, a sebesség-, az amplitúdó- (illetve amplitúdóarány) és a csillapodás-szelvény megrajzolható.

A fentiekben ismertetett korrelációs módszer a beérkezett jelalakok azonosságának vizsgálatán alapszik, ezért — megfelelő kezdeti feltételek esetén — egyaránt alkalmas a longitudinális és transzverzális hullámcsomagok felismerésére, korrelálására.

A direkt hullámcsomag kijelölése ugyancsak hasonló módon történhet, így a fúrólukban levő folyadék terjedési sebességét közvetlenül is meghatározhatjuk, amelyet az akusztikus porozitás számításához használunk fel.

A longitudinális és transzverzális sebességek és csillapodások meghatározása olyan kőzetfizikai jellemzők kiszámítását teszi lehetővé, amelyek más módon csak becsülhetők. Elsősorban a kőzetek szilárdsági, rugalmassági állan-

* Békássy Cs.

dóinak számítása, meghatározása jelent olyan eredményt, amely közvetlenül felhasználható adatokat szolgáltat a fűrással harántolt kőzetekben levő feszültségi viszonyokról. Legfontosabbnak tartjuk a bányabiztonságot közvetlenül is érintő kőzetfeszültségi viszonyok tanulmányozását, de a víz- és kőolajbányászatban is jelentős szerepet játszanak a termelő rétegek kőzetfeszültségi- és telítettségi viszonyai. A számításokhoz a longitudinális és a transzverzális hullámok terjedési sebessége mellett a gamma-gamma szelvényezésből kapott térfogatsúly értéke szükséges, így — az irodalomból jól ismert képletek alapján — a következő kőzetszilárdsági jellemzők számíthatók: Poisson szám, Young modulus, inkompresszibilitási modulus (térfogati rugalmasság) és nyírási modulus.

Ha a korrelációs analízis eredményeként kapott sebességértékeket behelyettesítjük ezeknek az állandóknak jól ismert összefüggéseibe, akkor az így kapott kőzetszilárdsági szelvényeket használhatjuk fel az egyes rétegek értelmezésénél. További lehetőség az akusztikus hullámcsomagok energiaviszonyainak elemzése, amelyet a csillapodási szelvény előállítására, valamint a longitudinális és a transzverzális hullámcsomagok energiaarányának szelvényyszerű megjelenítésére használhatunk fel. Ez utóbbi szelvény elsősorban az olajkutató fűrásokban végzett kísérleti mérések értelmezéséhez szükséges, a különböző folyadékokkal telített rétegek közötti kontaktus kijelölésére.

2.3.6 A cementgyártás agyag alapanyagainak laboratóriumi vizsgálata*

A Hejőcsabai Cementgyárral, ill. a váci Cement és Mészművekkel kötött kutatási-fejlesztési együttműködés keretében az 1980. évben sikeresen kidolgoztuk a cementgyártáshoz szükséges agyag alapanyagok ipari pontosságú műszeres analitikai vizsgálatának módszertanát, és létrehoztuk a feladat megoldására alkalmas ipari gyorselemző automatát (MTA—1527—2000).

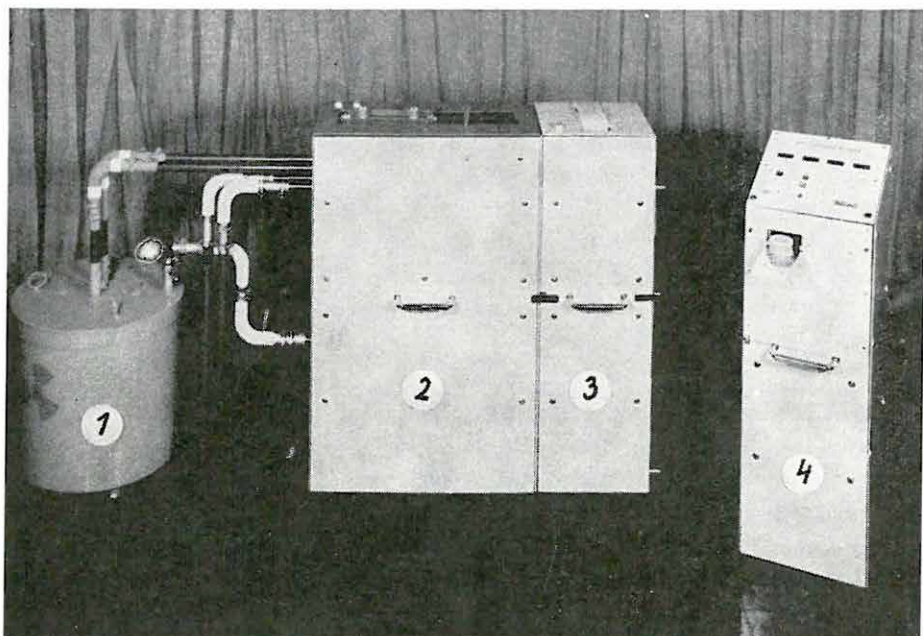
A cementgyártás ipari folyamatirányításához szükséges az agyag alapanyagok SiO_2 , Al_2O_3 , CaO és Fe_2O_3 komponenseinek pontos ismerete. A bauxitbányászat és alumínium feldolgozás céljaira kifejlesztett eddigi műszereinktől eltérően — olyan műszert kellett kidolgozni, amely a hagyományosan kialakított berendezésektől lényegesen eltérő mérési feltételek között üzemel.

Komponens	Bauxitok	Agyagok
Al_2O_3	45—55%	12—23%
SiO_2	4—13%	52—75%
CaO	0,4— 3%	0,4— 3%
Fe_2O_3	18—25%	3— 7%

* Renner J., Siklós A.

A következő táblázatban összehasonlításként közöljük a fenti négy komponensre vonatkozóan a bauxitok és cementipari anyagok tipikus koncentráció tartományát.

A SiO_2 és Al_2O_3 komponenseket továbbra is neutronaktivációs analízis (NAA) segítségével határozzuk meg. Kidolgoztunk és létrehoztunk egy új típusú aktiváló egységet, amelyben a termikus neutronteret oly mértékben megnöveltük, hogy alkalmas legyen a viszonylag kisebb mennyiségű Al_2O_3 komponens ipari pontosságú mérésére is. Változtatások történtek továbbá az XRF módszerrel működő, CaO és Fe_2O_3 meghatározó egységekben. A CaO meghatározását



82. ábra. Az MTA—1527—2000 típusú berendezés cementipari agyagok vizsgálatára

1 — aktiváló egység; 2 — pneumatikus egység a tetején elhelyezett mintatárolóval; 3 — NAA detektáló egység és eredmény-nyomtató; 4 — XRF mérőegység, elektronikus vezérlő és aritmetikai egység

Fig. 82. MTA—1527—2000 equipment for analysing clays of the cement industry

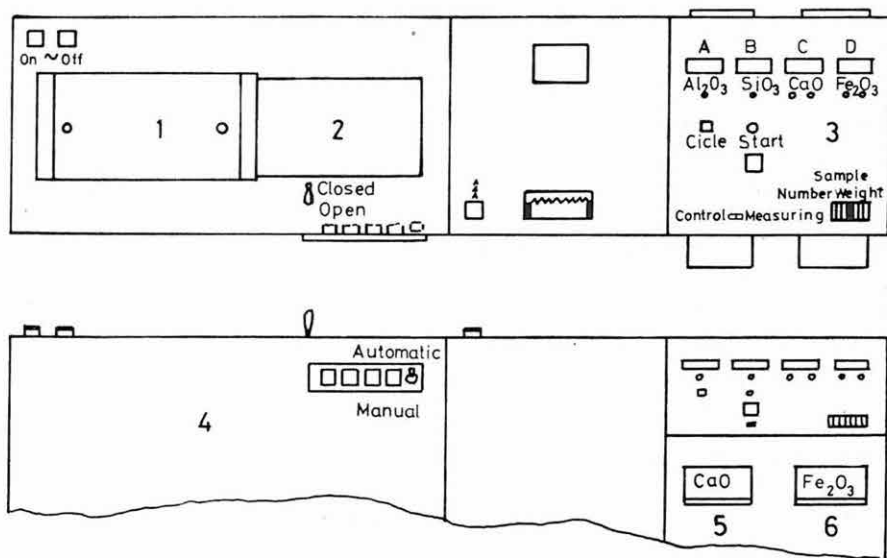
1 — activation unit; 2 — pneumatic unit with sample holder on top; 3 — NAA detector unit and printer; 4 — XRF measuring unit, electronic control and arithmetical unit

Рис. 82. Аппаратура типа МТА-1527-2000 для анализа глин, необходимых для производства цемента

1 — активационное устройство; 2 — пневматическая система с устройством для хранения проб; 3 — устройство измерения NAA и печатающее устройство; 4 — измерительное устройство XRF, электронное устройство управления и арифметическое устройство

impulzus preszettel oldottuk meg. A preszet csatorna segítségével kiküszöböltük a minták eltérő mátrixából eredő abszorpciós hatást. Az Fe_2O_3 meghatározásánál elektronikus szempontból az előbbiekkal azonos, de mérés technikailag más megoldást választottunk. A nagyobb energiájú karakterisztikus sugárzás miatt a mátrixhatás jelentősége kisebb, ezért itt az időpreszet megvalósítása látszott célszerűnek.

A 82. ábra az agyagvizsgálatok céljára kialakított MTA—1527—2000 típusú berendezést mutatja be, a 83. ábra a berendezés elvi összeállítási rajzát, a 84. ábra pedig az automatikus, illetve kézi úton működtethető pneumatikus rendszer elvi összehasonlítási rajzát tartalmazza.



83. ábra. Az MTA—1527—2000 típusú berendezés elvi működési rajza

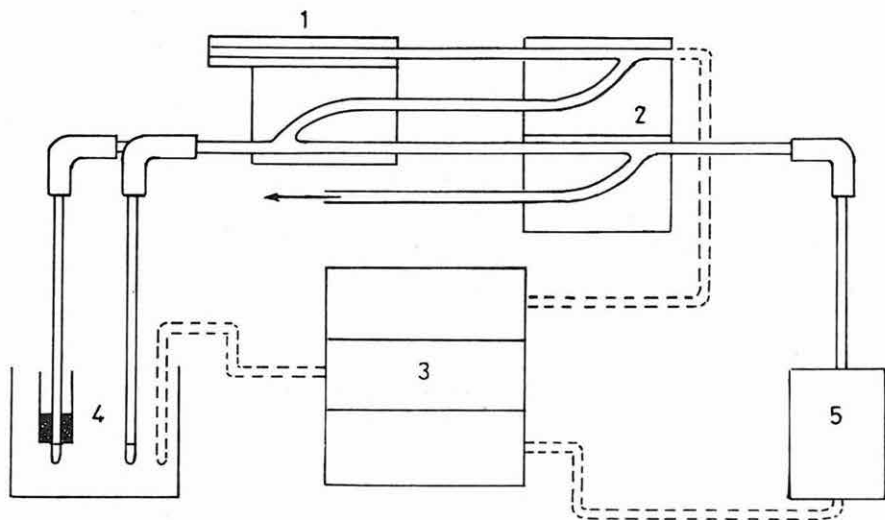
1 — mintatároló; 2 — nyomtató egység; 3 — display egység; 4 — kézi vezérlő; 5 — CaO meghatározó; 6 — Fe_2O_3 meghatározó

Fig. 83. Sketch of operation of MTA—1527—2000 equipment

1 — sample holder; 2 — printer; 3 — display; 4 — manual control; 5 — CaO detector; 6 — Fe_2O_3 detector

Рис. 83. Принципиальная схема аппаратуры типа MTA-1527-2000

1 — устройство для хранения проб; 2 — печатающее устройство; 3 — дисплей; 4 — устройство ручного управления; 5 — устройство для определения концентрации CaO; 6 — устройство для определения концентрации Fe_2O_3



84. ábra. Pneumatikus rendszer működési rajza

1 — mintatároló; 2 — pneumatikus váltórendszer; 3 — pneumatikus motorok; 4 — aktíváló egység a neutronforrással; 5 — detektáló egység

Fig. 84. Operation of the pneumatic system

1 — sample holder; 2 — pneumatic switch system; 3 — pneumatic motors; 4 — activation unit with neutron source; 5 — detector unit

Рис. 84. Схема работы пневматической системы:

1 — устройство для хранения проб; 2 — пневматическая сменная система; 3 — пневматические двигатели; 4 — активирующее устройство с источниками нейтронов; 5 — детектирующее устройство