

2. 3 MÉLYFŰRÁSGEOFIZIKAI MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁS

2. 3. 1 Az ELGI kútgeofizikai metrológiai bázisa

Andrássy László, Buránszky József, Dorkó Róbert, Halmos Imre, Lendvay Pál, Nagy Attila

Az intézet Kútgeofizikai Metrológiai Bázisa (KMB) nemzeti összefogással jött létre húszéves fejlesztés eredményeképpen. Olyan modellsorból és műszerparkból áll, amellyel szénhidrogén-, szilárd ásvány- és vízkutató mélyfúrásgeofizikai szondák kalibrálhatók és ellenőrizhetők.

A *radioaktív karotázsszondák (gamma-gamma, neutron-neutron)* hitelesítéséhez természetes közettömbök: mészkő, homokkő, dolomit és mesterséges modellek (különböző térfogatsúlyú beton, homokkő, szénmodellek) állnak rendelkezésre. A modellek a mérőeszközök szempontjából végtelen méretűeknek tekinthetők. Fizikai paramétereiket (sűrűség, porozitás, fotoelektromos abszorpciós index, fékezési úthossz) több, különböző közetlaboratóriumban elvégzett elemzés alapján határoztuk meg.

A közettömbök (1:1 léptékű földtani rétegmodellek) vízzel telítve, földbe süllyesztett aknába vannak telepítve. Az egymásra épített tömbökből álló rétegsorokban pontmérések és szelvényezések egyaránt végezhetők. A mészkősort kiegészíti a mátrix-korrekciónak meghatározásához szükséges dolomit és homokkő modellsor. A fúrólyukátmérő változás hatását 59, 86, 150, 214 és 300 mm-es átmérők esetében lehet vizsgálni. A sűrűségmérés esetében a sort alumínium, szén és beton modellek egészítik ki. Így a vizsgált porozitástartomány 0%-tól 39%-ig, míg a sűrűségstartomány 1 t/m^3 -tól $3,3 \text{ t/m}^3$ -ig terjed.

A *természetes gammasugárzás spektrális mérésére* szolgáló szondák vizsgálatához kálium, urán és tórium tartalmú homokokból felépített modellek állnak rendelkezésre [ELGI 1980. Évi Jelentése, pp. 105-108] Ezek koncentrációja az üledékes kőzetekben előforduló tartományt öleli fel: K 1,0% - 13,8%; U 55 ppm - 160 ppm; Th 44 ppm - 234 ppm. A modellsor 12 db 1,2 m vastag rétegből áll, melyek hármásával egymásra építve négy, 0,8 m átmérőjű tartályban helyezkednek el. A fúrólyukátmérő 86 mm, műanyaggal béléscsővezet. Száraz, vagy vízzel feltöltött fúrás egyaránt modellezhető. Az egyes rétegek szárazak és a bomláster-

2. 3 WELL LOGGING METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL RESEARCH

2. 3. 1 Metrological Station for Well Logging

László Andrásy, József Buránszky, Róbert Dorkó, Imre Halmos, Pál Lendvay, Attila Nagy

The Metrological Station for Well Logging of ELGI was established with national cooperation as a result of a twenty-year development period. It consists of a set of equipment together with models for calibrating and testing well logging tools applied in hydrocarbon, solid mineral and water prospecting.

Natural rock blocks (limestone, sandstone, dolomite and coal models) and artificial models (concrete blocks of different density values, sandstone and coal models) are available for calibrating *radioactive (gamma-gamma, neutron-neutron) tools*. From the viewpoint of measuring tools, the models can be considered as being of infinite dimensions. Their physical parameters (density, porosity, photoelectric absorption index, slowing down path) have been determined on the basis of several analyses carried out in different rock laboratories.

The rock blocks (models of geologic layers on a 1:1 scale) are saturated with water and are located in pits shafts. Both stationary and continuous logging can be performed in sequences consisting of blocks built one onto the other. The series of limestones is completed with series of dolomite and sandstone standards necessary to determine the matrix correction. Borehole diameter effect can be determined for diameters of 59, 86, 150, 214 and 300 mm. In the case of density measurements the series is completed with aluminium, coal and concrete models. The studied porosity range extends from 0 to 39% while the density range from 1 to 3.3 t/m³.

Models made from sands containing potassium, uranium and thorium are available for examining *sondes for the spectral measurement of natural gamma activity*. [Annual Report of ELGI for 1980, pp. 177-178]. The concentration of radioactive materials covers the range occurring in the sedimentary rocks: 1.0 to 13.8% for potassium, 55 to 160 ppm for uranium and 44 to 234 ppm for thorium. The series of models consists of 12 layers, each 1.2 m thick. They are located in four containers of 0.8 m diameter, in each container there are three layers built

mékek migrációjának megakadályozására egymástól műgyanta rétegekkel vannak elválasztva.

Az *elektromos vezetőképességet mérő indukciós szondák* vizsgálatát nagyméretű sósvíz modellben végezzük el. A fúróluk körüli térség radiális inhomogenitásának modellezésére is lehetőség van. Ugyanitt végezzük el a mikroszondák és az iszapellenállásmérő szondák hitelesítését is.

Az *akusztikus szondák* ellenőrzésére szolgál az UPAK-1 berendezés. Ezzel a 110 mm-nél kisebb átmérőjű és 2800 mm-nél rövidebb szondák ellenőrzése és hitelesítése végezhető el. Az UPAK saját adó/vevő egysége segítségével külön vizsgálhatók a szonda vevő, illetve adó egységei, míg az etalonnak tekintett műanyag béléscső a szondák hitelesítésére szolgál. A sebesség (futási idő) adatok, valamint a csillapítás adott pontosságon belül ismertek.

A TOPÁZ-2 berendezés segítségével a lyukeszközök *hő- és nyomástűrésének tesztelése*, valamint a hőmérséklet és nyomásmérés kalibrációja végezhető el 150 °C hőmérsékletig és 60 MPa nyomáshatárig. A nyomáskamra hasznos (belső) átmérője 94 mm, hossza 350 mm. A nyomásmérés pontossága súlycilinderes nyomásmérővel $\pm 0,05$ %, etalon nyomásmérővel $\pm 0,25$ %. A kamrában a maximális hőmérsékletingadozás $\pm 1,5$ °C.

Az *áramlásmérő szondák hitelesítése* és megszólalási határuk bemérése az 1990-ben elkészült és üzembeállított berendezéssel végezhető el. Három különböző (94,5 mm, 155 mm és 192 mm) átmérőjű, varrat nélküli, függőlegesen beépített béléscsőben vizsgálhatók a szondák. A berendezés fő részei a gyűjtőtartály, a csőrendszer, az áramlásrendező, a keringtető szivattyú és az etalon áramlásmérők. A szivattyú maximálisan 550 l/perc egyenletes vízhozamot biztosít, és a hozam a megfelelő cső- és csaprendszer segítségével a mérőcsövekben folyamatosan szabályozható. A két etalon-műszer külön-külön mérőágba van beépítve, az egyik 10 m³/h méréshatárig, a másik az e fölötti térfogat-sebességek mérésére. A pontosságuk $\pm 1,5$ %. A mért adatok a vezérlő panelen leolvashatók liter/perc, vagy m³/h értékben. Kis hozamok mérésére egy literes beosztású köböző tartályt és időmérést használunk.

A fenti berendezések és modellek segítségével lyukeszközök és felszíni egységek stabilitása ellenőrizhető. Az egyedi szondák válaszfüggvénye meghatározható és a lyukhatás tanulmányozható. Egyedi szondák és szondatípusok számára kiértékelési függvények és kiértékelő programok adhatók meg. A szelvényező berendezések matematikai pontossággal minősíthetők. A bázis ilyen hitelesítő munkáit matematikai modellezéssel (pl. Monte Carlo módszerrel) is alátámasztjuk. Az elméleti számításokat 5 tartományra bontva végezzük el: közettömeg, a lyuk és az iszap tartománya, a szonda sugárforrásának körzete, az árnyékolás körzete és a detektor körzete. A számítások a forrásspektrum, a szondaparaméterek és a szonda geometriai helyzetének függvényében hajthatók végre. A 66. ábrán a teljes hitelesítési folyamatot mutatjuk be.

A karotázs mérőszondákhoz tartozékként a kalibrációs mérések eredményeit felhasználva terepi hitelesítő-ellenőrző etalonokat fejlesztettünk ki, melyekkel a szondának a mérés előtti és utáni ellenőrzését, szükséghelyzetben újrakalibrálását végezhetjük el.

onto each other. The plastic-cased borehole diameter is 86 mm. Both dry and water-filled drilling can be modelled. The individual layers are dry and are separated from each other by synthetic resin layers that impede the migration of decomposition products.

Induction sondes for measuring the electric conductivity are examined in a large-scale salt water model. Radial inhomogeneities of the space around the borehole can also be modelled. The micro-probes and probes measuring the mud resistivity are calibrated in the same place.

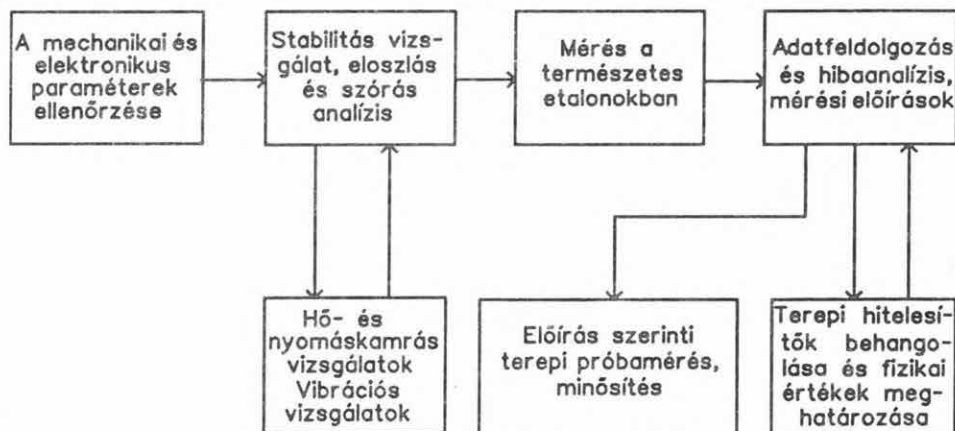
Equipment known as UPAK-1 is used to test *acoustic sondes*. This equipment serves for checking and calibrating probes of a diameter less than 110 mm and of a length below 2800 mm. With the help of the transmitter/receiver unit of UPAK, the receiver and transmitter units of the sonde can be tested separately, while the plastic casing considered as a standard is used for calibration. The velocity travel time data and the attenuation are known with a given accuracy.

The ability of the sondes to withstand temperature and pressure can be tested by TOPÁZ-2 and the temperature and pressure measurement can be calibrated up to 150 °C and 60 MPa. The useful (inner) diameter of the pressure chamber is 94 mm, its length is 350 mm. The accuracy of the pressure measurement is $\pm 0.05\%$ with the pressure gauge of the weight cylinder and $\pm 0.25\%$ with a standard one. The maximum temperature fluctuation within the chamber is $\pm 1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Equipment put into operation at the end of 1990 is utilized to calibrate *flowmeter sondes* and to determine their sensitivity threshold. The sondes can be tested in three vertical seamless casings of different diameters (94.5, 155 and 192 mm). The main parts of the equipment are the reservoir tank, the tube system, the flowmeter unit, the circulation pump, and the standard flowmeters. The pump provides a uniform water yield up to 550 l/min; with the help of the proper tube and tap systems the yield in the measuring tubes can continuously be regulated. The two standard measuring instruments are built in separate measuring lines; one of them works up to 10 m³/hour yield, the other one being for yields above this value. Their accuracy is $\pm 1.5\%$. The measured data can be read on the control panel in l/min or m³/hour units. A calibrated tank and time measurement are used for determining low yields.

The stability of sondes and surface units can be checked by the above models and equipment. The response function of individual sondes can be determined and the borehole effects can be studied. Evaluation functions and programmes can be given for individual sondes and sonde types. The logging equipment can be qualified with the desired accuracy. This type of calibration work is supported by mathematical modelling (e.g. the Monte Carlo method) as well. The theoretical calculations are performed separately for five domains: the rock mass, the domain of the hole and the mud, the zone of radiation source of the sonde, the shielding area and the zone of the detector. Calculations are carried on the basis of the source spectrum, sonde parameters, and the geometrical position of the probe. Fig. 66 shows the complete calibration process.

Based on the results of calibration measurements, field calibrating standards as accessories of well logging probes were developed. With their help the sondes



66. ábra. A szondahitelesítés és minősítés menete az ELGI Kútgeofizikai Metrológiai Bázisán

2. 3. 2 A rétegdőlésmérés és műszerének fejlesztése

Horváth Flórián, Kovács Józsefné, Kovács Ákos

A háromkaros rétegdőlésmérő szondát az ELGI a kisátmérőjű és kismélységű fúrásokban történő mérésekre fejlesztette ki. Az ilyen mérések célja a rétegek dőlésszögének és dőlésirányának meghatározásával a földtani formaelemek (vetők, diszkordanciák, stb.) kimutatása és szilárd ásványi nyersanyagtelepek (szén, érc) rétegződési viszonyainak vizsgálata. Ezeken kívül lehetővé teszi még a fúróluk geometriájának és ferdeségének mérését is.

A mérőrendszer felépítését a 67. ábra mutatja. A mérőszonda két részből áll; az alsó 60 mm átmérőjű rész három papucsos elrendezéssel fókuszált mikroellenállás-mérést és lyukbőség-mérést végez, a felső 43 mm-es rész a fúróluk orientációjának meghatározását végzi. Ez utóbbi önállóan, mint inklinométer, alkalmas folyamatos dőlésmérés elvégzésére.

A felszíni egység biztosítja a szonda tápellátását, a mért jelek fogadását és továbbítását a számítógéphez, elvégzi az inklináció és azimut értékek számítását és ezek regisztrálására analóg jelet szolgáltat. Ezen kívül a mért értékek regisztrálására nyomtatót csatlakoztathatunk.

can be checked before and after the measurements, they can be recalibrated if necessary.

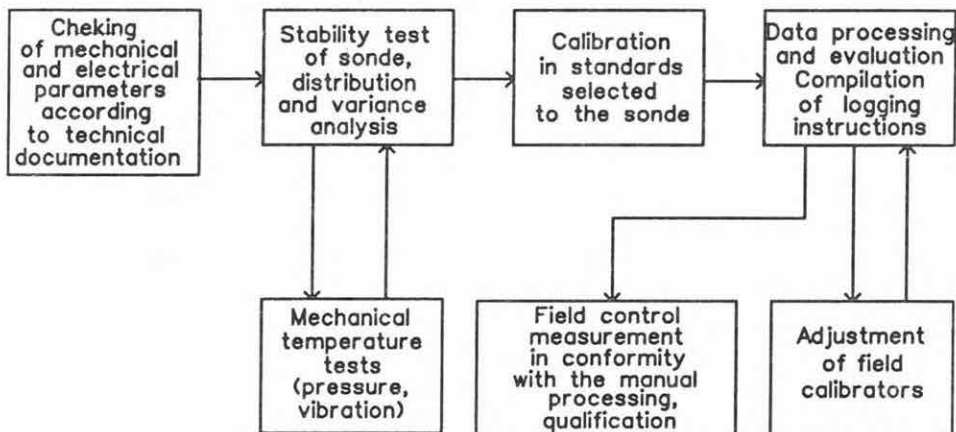


Fig. 66. Calibration and testing of sondes at the well-logging metrological centre of ELGI.

2. 3. 2 Development of a dipmeter system

Flórián Horváth, Nelly Kovács, Ákos Kovács

The KDS three-arm dipmeter sonde has been developed for working in shallow boreholes of small diameter. The aim of such measurements is to reveal the geological form elements (faults, discordances, etc) and to examine the stratification conditions of mineral deposits (coal, ores) by determining the dip angle and dip direction of the layers.

Fig. 67 shows the block scheme of the measuring system. The sonde consists of two parts: the lower part of 60 mm diameter performs focused micro-resistivity and caliper measurements with three arms, the upper part of 43 mm diameter determines the orientation of the drillhole. This latter part of the sonde can be used as an inclinometer for continuous deviation measurement.

The surface unit provides the power supply for the sonde, receives the measured signals and passes them to the computer, calculates the values of

67. ábra. A dőlésmérő blokkvázlata

1 — a bőségmérő motorvezérlése; 2 — adatátalakító; 3 — tápegység; 4 — mélységjeladó; 5 — központi egység; 6 — nyomtató; 7 — mágnesszalagos egység; 8 — 4-eres páncélkábel; 9 — ferdéségmérő rész; 10 — mikroellenállás és bőségmérő rész; 11 — mikroellenállásmérő kar; 12 — távoli elektróda



Fig. 67. Block diagram of the dipmeter system

1 — motor control of the calliper section; 2 — interface; 3 — power supply; 4 — depth encoder; 5 — central processor; 6 — printer output; 7 — tape recorder; 8 — 4 conductor armoured cable; 9 — inclination section; 10 — microresistivity and calliper section; 11 — microresistivity arms; 12 — bullnose with remote electrode



рис.67. Блок-схема инклинометра

1 — управление кавернометра; 2 — преобразователь данных; 3 — блок питания; 4 — передатчик сигнала глубины; 5 — центральный блок; 6 — принтер; 7 — магнитфон; 8 — 4-х жильный бронированный кабель; 9 — инклинометр; 10 — измеритель микросопротивления и кавернометр; 11 — рычаг измерителя микросопротивления; 12 — удаленный электрод



A digitálisan rögzített adatok számítógépes feldolgozásával lehetővé vált a rétegek dőlésirányának meghatározása már egyetlen fúrásban történő mérés alapján is. A kiértékelő programrendszer az ELGI IBM 4361-es számítógépén fut.

Az irodalomban is ismert rétegdőlés-számítási módszerek közül a korrelációs technikán alapuló számítási eljárást választottuk a rétegek valódi dőlésszögének és dőlésirányának meghatározására [SCHOONOVER 1973]. A kiértékelés alapelve, hogy a három karon mért mikroellenállás görbe a mélységi eltolódásokat nem tekintve elvileg azonos alakú, azaz a párhuzamos nyomvonalak mentén készült mérések között korreláció van.

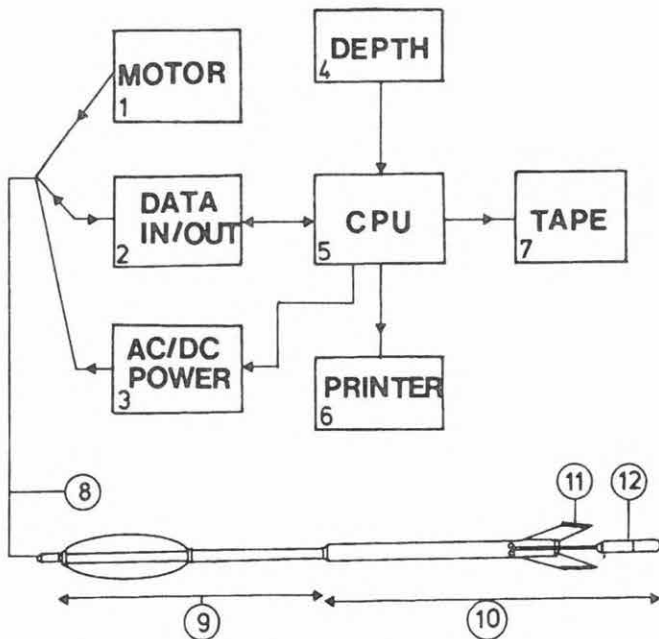
A számításhoz a normalizált keresztkorrelációs összefüggést használjuk fel:

$$C(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^{WL} a_i b_{i-\tau}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{WL} a_i^2 \sum_{i=1}^{WL} b_{i-\tau}^2}} ; \quad -\frac{SL}{2} \leq \tau \leq +\frac{SL}{2}$$

ahol a_i , b_i a két görbe pontjai, WL a korrelációs intervallum, SL a keresési hossz és $C(\tau)$ a τ a eltolódáshoz tartozó korrelációs koefficiens, aminek a maximumát keressük.

Az egyik görbén kijelölve egy meghatározott korrelációs intervallumot (WL), ezt a szakaszt keressük a másik görbe egy meghatározott szakaszán. Ezt úgy találhatjuk meg, ha a korrelációs intervallumot felfelé és lefelé is megnöveljük az $SL/2$ keresési hosszal (68. ábra). A keresési hossz nagyságát a lyukátmérő és a várható maximális dőlés határozza meg. A korreláció eredménye a korrelogram.

A görbék hasonlóságának mérésére léteznek más módszerek is. Az egyik legegyszerűbb módszer az eltérések abszolút értékének számítása:



inclination and azimuth, and produces analog signal for recording them. If required, a printer can be connected in order to display the measured values.

Computerized processing of digitally recorded data allows one to determine the dip direction of the layers, even on the basis of measurements in a single borehole. The package of processing programs runs on ELGI's IBM 4361 main-frame computer.

Among the well-known procedures for computing the dip of the layers, the method based on the correlation techniques was chosen in order to determine the real dip angle and dip direction [SCHOONOVER 1973]. The basic principle of the evaluation is that the micro-resistivity logs measured on the three arms have, in principle, the same shape regardless of depth shift; in other words there is a correlation between the curves measured along parallel traces.

The normalized cross-correlation function is used for the computation, viz.

$$C(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^{WL} a_i b_{i-\tau}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{WL} a_i^2 \sum_{i=1}^{WL} b_{i-\tau}^2}} ; -\frac{SL}{2} \leq \tau \leq +\frac{SL}{2}$$

where a_i and b_i are points of the curve, WL is the correlation interval, SL is the searching interval and $C(\tau)$ is the correlation coefficient belonging to the τ shift, the maximum of which is searched. Having marked out a well-defined correlation

$$C(\tau) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{WL} |a_i - b_{i-\tau}|}{\sum_{i=1}^{WL} (|a_i| + |b_{i-\tau}|)}$$

A hasonlóság mérésére használható még az eltérések négyzetösszegének minimalizálása:

$$C(\tau) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{WL} (a_i - b_{i-\tau})^2}{\sum_{i=1}^{WL} (|a_i| + |b_{i-\tau}|)^2}$$

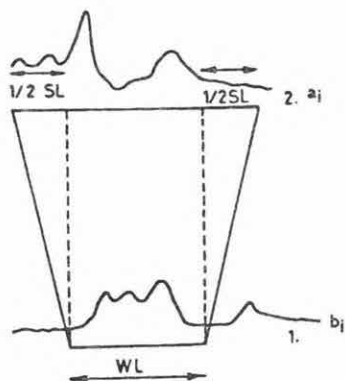
Feldolgozásunk során az elsőnek megadott normalizált keresztkorrelációs összefüggést alkalmaztuk, annak ellenére, hogy ennek számítási időigénye lényegesen nagyobb az egyéb ismert módszerekhez viszonyítva. A normalizált keresztkorrelációnak az egyéb ismert eljárásokkal szemben előnyös tulajdonsága, hogy érzéketlen a véletlenszerű zajra és a görbék különböző erősítésére.

Ezután következik a dőlésszámítás: a szonda koordináta-rendszerében meghatározzuk a rétegek látszólagos települési síkjára merőleges vektort, majd ezt a normálvektort transzformáljuk a felszín koordinátarendszerébe. A transzformált normálvektor összetevőiből meghatározható a rétegek valódi dőlésszöge és dőlésiránya.

A rétegdőlésmérés eredményei háromdimenziós adatrendszert alkotnak, ami egyszerűen abból is következik, hogy a rétegek dőlését és csapását térben kell látnunk. Az eredmények ábrázolására több eljárás is van. A 69. ábrán a rétegdőlésmérés eredményének egy ábrázolását mutatjuk be. A rétegdőlést szemléletesen vektorokkal ábrázoljuk, a vektor kiindulópontjának helyzete a vízszintes skálán az ugyanabban a mélységben számított dőlés nagyságát, a vektor iránya pedig a dőlés irányát jelzi ("Dip angle" rajz az ábrázolás közepén). Az ábrán balról jobbra haladva a lyukátmérőt (caliper) és a dőlésszámításhoz felhasznált korreláció jóságát jelző paramétert ábrázoljuk. 10 m-es mélységintervallumokban kiszámoljuk az azimutgyakoriságot (rózsadiagram) és a dőlésgyakoriságok eloszlási diagramját is. A rajz jobb szélén a számított lyukferdeséget ábrázoljuk.

A hengerrajzon (70. ábra) a rétegsíkoknak egy elképzelt hengerrel (a fűrőlyuk falával) alkotott metszésvonalait ábrázoljuk. Az ábrát a két végénél összekérve egy átlátszó csőbe kell helyezni, ily módon a rétegek a fűrőmag mintához hasonlóan szemlélhetők.

A példánkban szereplő fúrásban a vektorszelvény (69. ábra) és a többi karotázs szelvény alapján 204 m-ben jelölhető ki a pannon összlet fekéje. A pannon képződmények a réteghatár közelében közel vízszintes településűek, 4-5° dőléssel. A pannon képződmények alatt metamorfitek vannak.



68. ábra. A korreláció keresés vázlatá

Fig. 68. Correlation and searching intervals

рис. 68. Схема поиска корреляции

interval (WL) along one of the curves, this section will be searched on a well-defined section of the other curve. This can be found if the correlation interval is increased by the searching interval both upwards and downwards (Fig. 68). The interval to be searched is determined by the hole diameter and the maximum dip to be expected. The result of the correlation is the correlogram.

The similarity of the curves can be measured by other methods as well. One of the simplest ways is to calculate the absolute value of the differences:

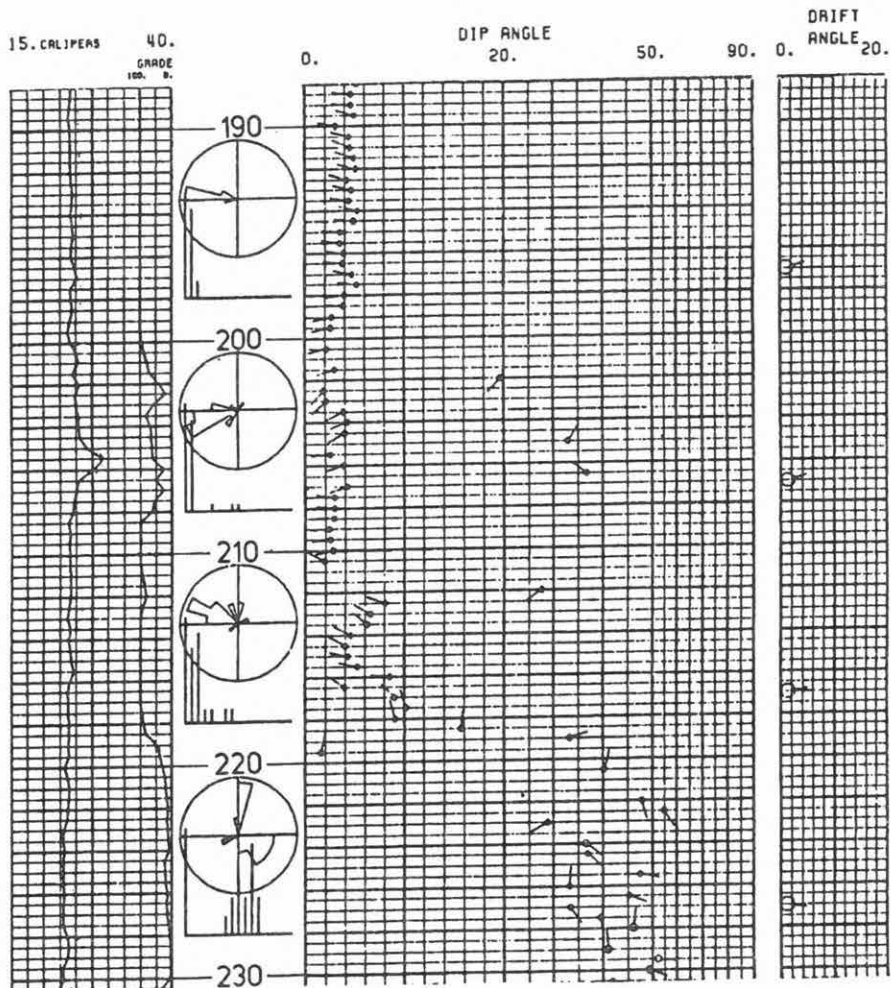
$$C(\tau) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{WL} |a_i - b_{i-\tau}|}{\sum_{i=1}^{WL} (|a_i| + |b_{i-\tau}|)}$$

Another way is to determine the sum of the squares of the differences:

$$C(\tau) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{WL} (a_i - b_{i-\tau})^2}{\sum_{i=1}^{WL} (|a_i| + |b_{i-\tau}|)^2}$$

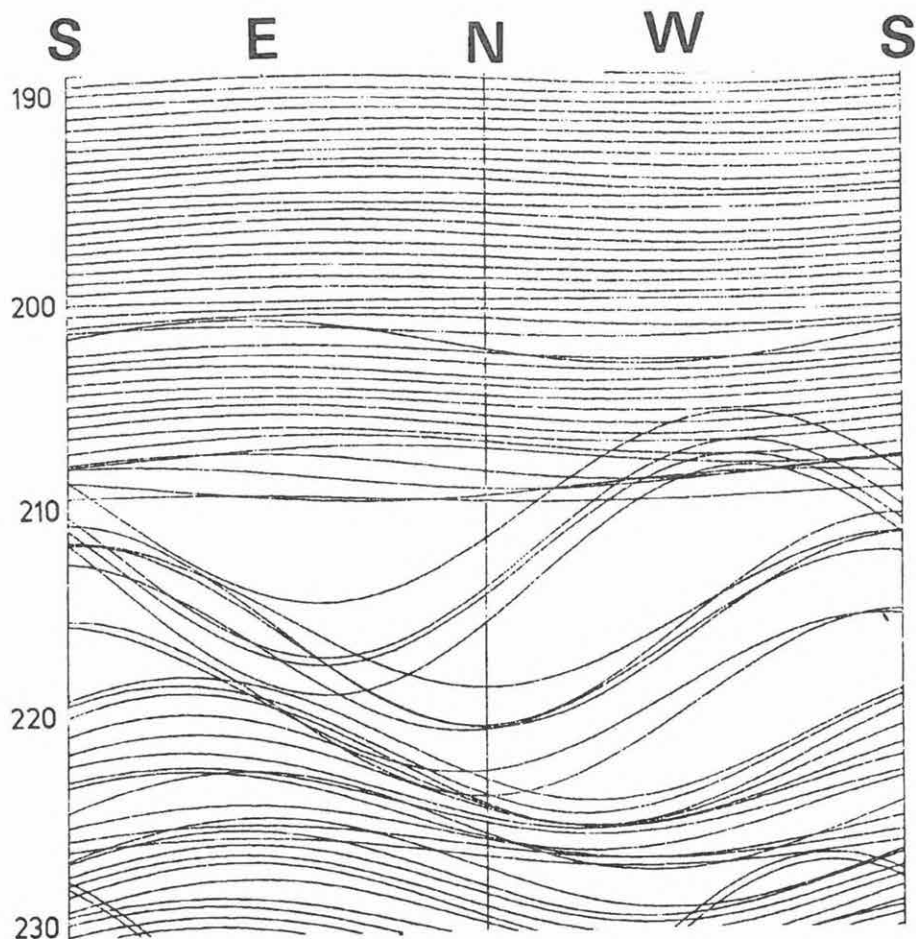
For data processing, the normalized cross-correlation function was used in spite of the fact that the time needed considerably exceeds that of other methods. However, an advantage of the normalized cross-correlation over other procedures is its indifference to random noise and to the amplification differences of recorded logs.

The next step is the dip calculation. The normal vector of the apparent plane of the layers is determined in the coordinate system of the sonde and later this normal vector will be transformed into the coordinate system of the surface. The real dip angle and dip direction can be determined from the components of the transformed normal vector.



69. ábra. A rétegdőlés mérés eredményeinek ábrázolása
 Fig. 69. Vector diagram display of dipmeter measurement results
 рис. 69. Изображение результатов измерения наклона пласта

A 69. és 70. ábrán 204 m-ben a két képződmény éles elkülönülése látható. A metamorfitek átlagos dőlése 20° , illetve ennél nagyobb. A metamorfitokon belül mélység szerint jól elkülöníthetők az irányított szerkezetű (ép, nem töredezett) kőzetszakaszok és a breccásodott szakaszok. Az irányított szerkezetű szakaszokra az azimutok és dőlésszögek stabilitása jellemző. A fellazult, breccásodott szakaszok esetében a mérhető dőlésszög diszkordáns a környezetéhez képest, az azimutok értékei pedig nagyon szórnak.



70. ábra. A rétegdőlés mérés eredményeinek hengerrajza

Fig. 70. Cylindrical display of dipmeter measurement results

рис. 70. Цилиндрическое изображение результатов измерения наклона пласта

The results of measurements of the layer dip form a 3D data set, because one should see the dip and strike of the layers in space. The results can be displayed in various ways one of which is shown in Fig. 69. Vectors illustrate the layer dips. The origin of the vector on the horizontal scale shows the extent of dip for the given depth, the direction of the vector shows the dip direction ('dip angle' illustration in the middle of the figure). In the figure one can see from left to the right the borehole caliper and the parameter showing the Q-factor of the correlation used for dip

A diszkordancia és a metamorfitonokon belüli változások a felvett sűrűség, akusztikus, laterolog, természetes gamma és SP szelvényeken is kimutathatók.

A példa mutatja azt is, hogy a rétegdőléstől alapvetően másfajta információt várunk üledékes összletben és metamorfitonban.

Hivatkozás/Reference

SCHOONOWER L. G., HOLT O. R. 1973: Computer methods of Diplog Correlation. Soc. of Petr. Eng. Journal pp. 31-38

In the cylindrical display (*Fig. 70*) the intersection lines between the layer planes and an imagined cylinder (the wall of the drillhole) are illustrated. The figure should be rolled into a cylinder and it should then be placed into a transparent tube which allows the layers to be illustrated similarly to a core sample.

In the example of the drilling, the bottom of the Pannonian sequence can be seen to at a depth of 204 m, on the basis of the vector log (*Fig. 69*) and of other logs. Above the boundary the Pannonian formations lie nearly horizontally, their dip is about 4–5°. There are metamorphites below the Pannonian sediments.

A sharp separation of the two formations at a depth of 204 m can be seen in *Figs. 69* and *70*. The average dip of the metamorphites is 20°, or more. Sections of oriented structure (intact, non-fractured) and brecciated sections can be well separated within the metamorphites, according to depth. Sections of oriented structure are characterized by the stability of azimuths and of dip angles. In the case of brecciated sections the measurable dips are disconform to the general and the azimuth values are widely scattered. The disconformity and the abrupt changes within the metamorphites can also be observed in the density, acoustic, laterolog, natural gamma and SP logs.

Moreover, the example shows that information of essentially different character can be expected from the layer dip values in sedimentary sequences and in metamorphites.