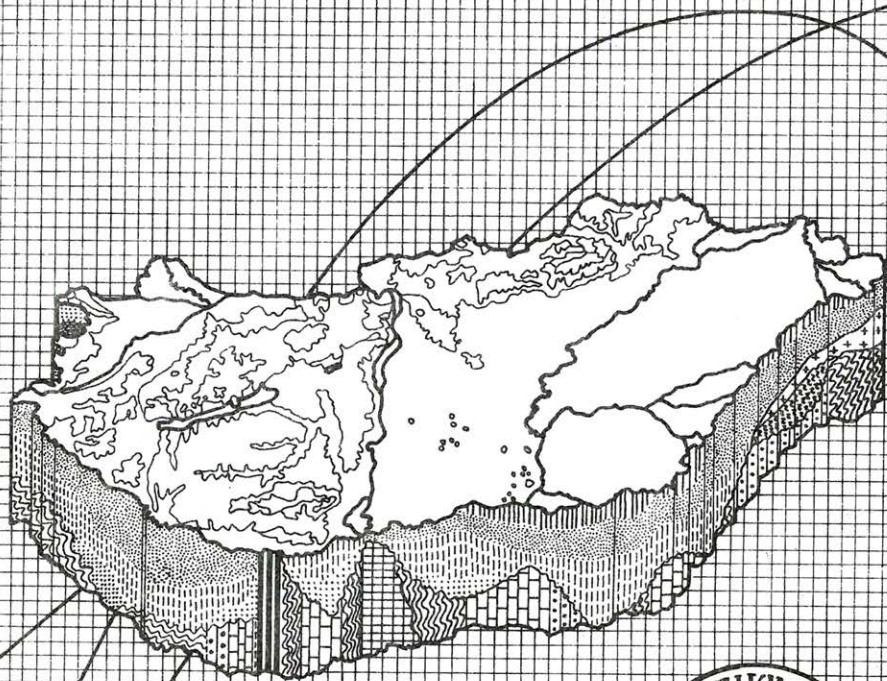


MAGYAR

GEOFIZIKA

5-6



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1983. XXIV. ÉVFOLYAM 5—6. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Vándorfi R.</i> : Kőolajkutató Vállalat mélyfúrás geofizikai tevékenysége és az MGE Alföldi Csoportja	161
<i>Dorcsi G. – Kánnár T. – Kiss B.</i> : A mélyfúrás geofizika fejlődése az Alföldön	164
<i>Kiss B. – Molnár G.</i> : Mélyfúrás geofizikai (karotázs) szelvények számítógépes feldolgozásának rendszere (KAROTAGE INTERPRETER SUBSYSTEMS – KISS)	175
<i>Kiss B. – Kormos L.</i> : Agyagos homokkő-formációk kvantitatív mélyfúrás geofizikai (karotázs) interpretációja	185
<i>Kiss B. – Kormos L.</i> : Statisztikus értelmezési eljárások homokkő formációkra	200
<i>Kiss B. – Tóth J.</i> : A metamorf kőzetanyagú szénhidrogén-tárolók mélyfúrás geofizikai (karotázs) interpretációjának kérdései	211
<i>Molnár G. – Szerdahelyi G.</i> : A rétegdőlésmérés számítógépes kiértékelésének bevezetése Magyarországon	227

A Kőolajkutató Vállalat mélyfúrás geofizikai tevékenysége és az MGE Alföldi Csoportja

V Á N D O R F I R Ó B E R T *

A Kőolajkutató Vállalat Geofizikai szakága az elmúlt évtizedek alatt igen dinamikusán fejlődött. A szakág feladata elsősorban a kutató- és feltáró mélyfúrások lyukszelvényezéseinek (tervezés, végrehajtás), az adatok feldolgozásának és értelmezésének, a kiképzett kutak rétegmegnyitásainak, a produktív telepek termelési kútszelvényezéseinek és interpretációjának, valamint az egyéb műszaki-technika célú műveleteknek az elvégzése.

A szakemberek nagy része a Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportjának tagja.

A cikk beszámol arról, hogy a Kőolajkutató Vállalat, mint bázis szerv, jól tudja kamatoztatni az egyesületi munkát feladatainak megoldásában.

За последние десятилетия деятельность Предприятия нефтегазразведки в области геофизики успешно развивалась. Задачами предприятия в первую очередь являются: проведение каротажных работ в глубоких поисково-разведочных и эксплуатационных скважинах (проектирование и оперативная работа), обработка и интерпретация данных, проведение перфорации для освоения скважин, изучение продуктивных горизонтов геофизическими методами и интерпретация кривых, а также проведение операций технического назначения.

Подобляющее большинство специалистов являются членами Алфёлдской группы Венгерского геофизического Общества.

В статье сообщается как Предприятие нефтегазразведки будучи базисным органом, успешно использует работу Общества для решения своих задач.

The Oil Exploration Company has shown a particularly rapid progress over the last decades at the company.

The Company faces the following main tasks:

- measuring logs in exploring and developing wells,
- processing and evaluation of well log data,
- perforating the wells,
- logging in producing wells and evaluation of measured data,
- performing different wire-line services for solving special technical-technological problems.

The majority of the geophysicists working at the Company are members of the professional society. The paper emphasizes that the activity of this society helps the Company to solve many problems.

A Kőolajkutató Vállalat geofizikai szervezete elsősorban a kutató- és feltáró mélyfúrások lyukszelvényezési feladatait (tervezés, végrehajtás), az adatok feldolgozását és értelmezését, a kiképzett kutak rétegmegnyitásait, a produktív telepek termelési kútszelvényezéseit és interpretációját, valamint az egyéb műszaki-technikai célú műveleteket végzi.

E tömör megfogalmazással jellemzett tevékenység nagyságát három tényezővel lehet illusztrálni:

– *A Kőolajkutató Vállalat éves összfúrási teljesítménye a 250 ezer méter körül valósul meg már hosszú évek óta. Tekintettel arra, hogy egy fúrási méterre 10 szelvényezett méter esik, az évi szelvényteljesítmény eléri – esetenként meghaladja – a 2,5 millió métert.*

– *A kutatási területeinek egyik jellemzője, hogy a várható szénhidrogén-előfordulások mélységintervalluma a néhány száz métertől a fúrás talpáig jelentkezhethet, s ezért a teljes fúrt hosszat szelvényezni és értelmezni kell.*

* Kőolajkutató Vállalat, Szolnok

— A kutató, — feltáró jellegű rétegvizsgálatok, valamint a műszaki célú műveletek számára évi 70 ezer darab — különböző típusú — perforátort használunk fel.

A tevékenység teljes skáláját főosztály szervezet valósítja meg, mintegy 160 fős létszámmal. Fő egységei: geofizikai üzem; geofizikai értelmezési osztály; geofizikai műszaki osztály; műszaki fejlesztési-, és üzemgazdasági csoport. A létszám összetételét tekintve 127 fő fizikai és 32 fő nem fizikai állományú. Más szempont szerint 28 felsőfokú, 55 fő középfokú, 64 fő szakmunkás végzettségű és 12 fő egyéb.

A *Kőolajkutató Vállalat* geofizikai szakága az elmúlt évtizedek alatt igen dinamikus fejlődő utat járt be [1]. Távolság van már az az idő, mikor sokan még a mélyfúrás geofizika önálló szakmai létjogosultságát is vitatták. Lépésről lépésre igazolta a szakág a geofizikai módszerek alkalmazásának célszerűségét, gazdaságosságát, míg eljutott a jelenlegi szintre, amikor is „a szénhidrogén-kutatásban a mélyfúrás geofizika szolgáltatja a fúrással harántolt képződményekre vonatkozó információk túlnyomó többségét: a magfúrásos kutatás részaránya csupán 2–5%-a az évenként lemélyített folyóméter hosszának. Ez a gyakorlat arra utal, hogy a szénhidrogén-kutatásban alkalmazott mélyfúrás geofizika magas színvonala — amely sokévtizedes gyakorlat eredményeként alakult ki — messzemenően biztosítja a kutatási feladatok megoldását” [3].

A kötetben megjelenő cikkek természetesen nem tudják átfogni a teljes tevékenységet, válogatásra kényszerültünk. Vázlatosan áttekintjük az alföldi mélyfúrás geofizika fejlődéstörténetét, beszámolunk törekvéseinkről és eddigi eredményeinkről, viszonylag nagyobb terjedelemben foglalkozunk az adatfeldolgozási, értelmezési eljárásokkal, melyeknél nélkülözhetetlen eszköz a számítógép, s így ránk is igazak *Dr. Dank Viktor* megállapításai: „Szokás életünk jelen szakaszát a számítógépek korszakának is nevezni. Tény, hogy ezek alkalmazása a geofizikában is döntő tényezővé vált. Ez azonban nem csökkenti a szakemberek közreműködésének jelentőségét, hanem minőségi változást jelent a feladatok megoldásában. A számítógépeken feldolgozott és bizonyos követelmények szerint rendszerezett adatok értelmezése, kiértékelése ma is tapasztalt szakember gárdát igényel. Szakemberek, a társtudományok szakemberegárdáinak együttműködése nélkül nem érhetjük el a kitűzött céljainkat” [4]. Közlünk cikkeket a rétegmegnyitás — egy kissé méltánytalanul elhanyagolt — területéről és a mindinkább felhasznált termelési kútszelvények alkalmazásáról.

Szakembereink nagy része a *Magyar Geofizikusok Egyesületének*, illetve az 1960. március hóban alakult *Alföldi Csoportnak* tagja [2]. E területen fejtenek ki szakmai, társadalmi tevékenységet. A *Kőolajkutató Vállalat*, mint bázis szerv, jól tudja kamatoztatni az egyesületi munkát feladatainak megoldásában.

Az *Alföldi Csoport* jelenlegi szervezete 1960 óta dialektikus fejlődés eredménye. Kezdetben a *NME Geofizikai Tanszékének* kezdeményezésére a Borsod megyei és az Alföldön dolgozó geofizikusok, geológusok alkották a szervezetet, melynek irányítását a borsodi *MTE SZ* végezte a csoport vezetőségén keresztül. A mintegy 20 éves gyümölcsöző együttműködés számos eredményt produkált: közös előadói ülések, kutatási munkák, eszköz átadások, személyes kapcsolatok stb. E formában az *MGE* egyik legnagyobb és legaktívabb csoportja volt s ebben igen jelentős szerepe volt *Dr. Csókás János* tanszékvezető egyetemi tanárnak, mint társelnöknek. Az egyre változó követelményeket először kisebb szervezeti, vezetési változtatásokkal igyekeztünk kivédeni (két titkár alkalmazása), de 1980-ban szükségessé vált az önálló alföldi és borsodi csoport létre-

hozása. Ennek megtörténtével, jelenleg 56 fő alkotja csoportunkat. Az itt tevékenykedők nagyobb része a *Kőolajkutató Vállalat* szolnoki, orosházi és szegedi illetőségű, kisebb részben a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat geofizikus, geológus, matematikus, termelős szakemberei. Végzettség tekintetében 42 fő felsőfokú, 11 fő középfokú és 3 fő szakmunkás végzettségű.

Munkánkat elsősorban rendezvényeinken keresztül perfektuáljuk. Jellemző tevékenységünkre az évi 2–3 alkalommal rendezett előadói ülés, ahol ipari eredményeinket ismertetjük, általában „telt ház” előtt. Igyekszünk a társtudományok képviselőivel (*OMBKE*, *MFT*) együtt feldolgozni témáinkat, s ezzel is elősegítjük Elnökségünk célkitűzéseinek megvalósulását. Nem idegen az ún. nagyrendezvények vállalása sem, hiszen 1974 után 1981-ben is Szolnokon rendeztük meg az egyesület vándorgyűlését szép sikerrel. Az anya-egyesület rendezésében lebonyolításra kerülő szakmai napokon és a szolnoki, illetve borsodi műszaki hetek előadássorozatában is általában egy-egy előadóval képviseljük csoportunkat. Igen nagy érdeklődést váltottak ki a külföldi vendégeink (*SZU*, *USA*, *NSZK*) által tartott tájékoztatók, melyeket nyitottá tettünk azért, hogy minden érdeklődő „első kézből” értesüljön a külföldi eredményekről. Igen sok vállalat és intézmény küldte el képviselőit ezen rendezvényeinkre.

Rendszeresek a találkozók más hasonló csoportokkal is. Legtöbb esetben van olyan téma, ami közös érdeklődésre tarthat számot. Az *OMBKE* és az *MFT* helyi szerveivel élő, eleven munkakapcsolat létesült, és több témában (oktatás, jegyzet, diplomaterv, látogatás) van összeköttetés a *NME Geofizikai Tanszékével*, s így a borsodi csoporttal is.

Az egyesületi tagság és a vállalati munka egymásra hatása több területen jelentkezik, demonstrálásra vállalati szakembergárda a munka minőségének emelése céljából továbbképzéseket tartott több esetben, ez talán kötelesség is; de az már egyesületi plusz tevékenység, hogy az anyagokat írásban ki is adták (*Szelvényezési Segédlet* – 160 oldal; *Mélyfúrású geofizikai gyakorlati ismeretek* – 220 oldal), s így az anyag újra és újra felhasználható.

Ilyen és ehhez hasonló esetek miatt a *Kőolajkutató Vállalat* magáénak vallja az *Egyesület* csoportját; kölcsönös egymásra hatással a szakág fejlődése, magasabb színvonalú munkavégzése biztosítható.

IRODALOM

- [1] *Kánnár T.* – *Kiss B.* – *Suba S.*: A mélyfúrású geofizika fejlődési szakaszai és feladatai a nagyalföldi szénhidrogén-kutatásban. (Alföldi Szénhidrogén-kutatás Tájékoztatója 1976. 1. szám. 62–86. old.)
- [2] *Csókás J.*: A Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Csoportjának tíz éve. (Magyar Geofizika XI. évf. 4–5. szám. 1970. 197–250 old.)
- [3] *Kapolyi L.*: A geofizika helyzete a nyersanyagkutatásban (Magyar Geofizika XIX. évf. 6. szám. 1978. 207–216 old.)
- [4] *Dank V.*: A geofizikai mérések és értékelési módszerek fejlődése döntő tényezője a korszerű szénhidrogén-kutatásoknak. (Magyar Geofizika XVI. évf. 6. szám. 1975. 223–233 old.)

A mélyfúrási geofizika fejlődése az Alföldön

DORCSI GÉZA*—KÁNNÁR TIBOR*—KISS BERTALAN*

A cikk a Kőolajkutató Vállalat mélyfúrási geofizikai szervezetének fejlődés történetét kíséri végig az ágazat megalakulásától (1949) napjainkig.

Статья знакомит с организацией (1949 г.) и развитием промышленной геофизики на Предприятии нефтегазедки.

This paper reviews the development-history of the well logging organisation operating at the Oil Exploring Company in the Great Plain area from its formation (1949) until present days.

A hazai fúrásos kutatás geofizikája nem érkezett ugyan semmiféle évfordulóhoz, mégis röviden áttekintjük az alföldi szakág történetét. Jóleső érzés beszámolni arról, hogy vállalatunk és jogelődjei az általuk mélyített fúrásokban már „első perctől kezdve” alkalmazták az esetenként rendelkezésre álló fúrási geofizikai eljárásokat a kutatás hatékonyságának fokozása érdekében.

1. A hőskor: 1946–1952.

Amint egy kicsit rendeződtek a viszonyok az országban a II. világháborút követően, új alapokon indult meg újra a szénhidrogén-kutatás az Alföldön. A félig katonai, félig polgári *Magyar Szovjet Ásványolaj Parancsnokság (1964. 03. 17.)*, majd az abból szerveződött *Magyar Szovjet Nyersolaj Rt. (MASZOVOL 1964. 04. 06.)* már a nehéz, kezdeti hónapokban is gondot fordított arra, hogy a lemélyített fúrásokban karotázs szelvényanyagok készüljenek. Körösszeg-apáti—5. sz. fúrásunk 62 napot várt szelvényező berendezésre!

Az alföldi kutatás akkor még nem rendelkezett saját geofizikai személyzetel, műszerekkel. A műveleteket főleg a dunántúli központban, a *MAORT* cégnél levő *Schlumberger* csoport végezte, de előfordult, hogy a nagyobb mélységű munkákhoz a cég bécsi kirendeltségének berendezését kellett igénybe venni.

Az akkor mélyített fúrások hiányos dokumentumai alapján megállapítható, hogy az említett *Schlumberger* csoportok az alábbi mérések elvégzésére tudtak vállalkozni félautomata berendezéseik segítségével:

- „porozitás szelvényezés” = SP
- „rendes és beljebbható-ellenállás” szelvényezés
- hőmérséklet szelvényezés (cem. palást tető megh.)
- maximum hőmérséklet mérés.

A készült szelvényanyagokat összerajzolták, azok viszonylag jó minőségűeknek mondhatók a maguk nemében. Az értelmezést feltehetően a dunántúli központban készítették, az ott levő *Schlumberger* szakemberek.

A rétegmegnyitási munkákat ugyanazok a csoportok, ugyanazzal a csörlős berendezéssel, golyós perforálások segítségével végezték.

Az alföldi fúrási geofizikai szervezet *Biharnagybajomban 1949* tavaszán alakult, az akkor már évek óta működő *MASZOVOL* szervezetei keretein belül. Az egység szervezője, vezetője, első észlelője, kiértékelője *A. A. CJATURJÁN*

* Kőolajkutató Vállalat, Szolnok

volt, aki nemcsak a munkatársai bizalmát élvezte, hanem ő volt az, aki fáradhatatlanul dolgozva, tanítva nevelte az első hazai szakembereket. Emlékét tisztelettel megőrizzük.

Idézzük emlékezetünkbe azokat a kollégáinkat is, akik a hőskorszak nehéz körülményei között fáradoztak szakágunk elismertetésén, előbbrevitelén. Közülük vannak még ma is aktívak, többen már nyugalomba vonultak, néhányan pedig már sajnos nincsenek közöttünk.

Ebben az időszakban a geofizikai részleg feladata az volt, hogy a 2000 m-t el nem érő mélységű fúrásokban mutassa ki a CH tároló rétegeket, határozza meg azok mélységét és végezze el a rétegek megnyitását. A feladat megoldására szolgáló félautomata-szelvényező műszerek a SZU-ból érkeztek, a csörlőmű MANÁT hagyatékából származott. Hamarosan két gépkocsis félautomata berendezés is érkezett (1950).

A rendelkezésre álló eszközválaszték (2 m-es tető- és talpgradiens szondák) SP és 2 ellenállás szelvény felvételét tette lehetővé. Esetenként hőmérséklet szelvényt is sikerült készíteni. A programok lyukferdeség méréseket is kértek, de az inklinométeres mérések csak kísérleti jellegűnek voltak tekinthetők. A műveleteket 4 fős univerzális (szelvényező-perforáló) csoportok végezték. A réteg-megnyitás eszközei a kissé nehézkes szovjet golyós puskák voltak. Hamarosan ugyancsak szovjet kamrás kőzetmintavevők is használatba kerültek (1950).

A végzett munka mennyiségére jellemző adat: 1950-ben 30 885 m fúrásban több mint 100 000 m szelvény készült (3,1 m szelvény/m fúrás). A szelvények minősége a technikai feltételeknek megfelelő volt. Az értelmezést a szovjet részlegvezető szakember végezte.

1950. január 1-ével kezdte meg működését a MASZOVOL-ból átszervezett MASZOLAJ (Magyar – Szovjet Olaj Részvénytársaság). Ennek szervezetén belül a geofizikai szakág nem a Fúrási Vállalathoz, hanem egy önálló Geofizikai Vállalathoz került, s így súlya jelentősen megnövekedett. A szervezést hamarosan költözködés követte: 1951 novemberében a geofizikai egység Biharnagybajomból Mezőkövesdre települt. Ezek a változások a velük járó kellemetlenségek ellenére, hamarosan majdnem minden vonatkozásban jelentős fejlődést eredményeztek:

– Beérkezett az első automata-szelvényező berendezés (AKSZ/L-51 típus) a Szovjetunióból (1952), majd azt további 3 követte (1954–1955).

– Jelentősen kibővült a szelvényválaszték (1, 4 és 8 m-es gradiens tető, ill. 4 m-es gradiens talpszonda vándorelektrodás kivitelben, hőmérők, lyukbőségmérők, ferdeségmérők), és a szovjet eszközöket ezúttal már sikerült üzemszerű használatba venni.

– Javult a helyzet a rétegmegnyitás vonalán is (15–20 román gyártmányú perforátor beszerzése).

– Megkezdődött a részlegen belüli munkamegosztás. Szelvényező és perforáló csoport, majd csoportok alakultak. A karbantartó-javító tevékenység is elkülönült. A mérési anyagot helyben mélységhelyesen összerajzolva Budapestre továbbították, ahol szovjet szakember házaspár végezte azok értelmezését.

A szelvényválaszték és a szelvények minősége ebben az időben

– a rétegek korrelációját, és

– a rétegvizsgálatra alkalmas (permeabilis, CH gyanús) rétegek mélységhelyének kijelölését tette lehetővé.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a rétegvizsgálati javaslatok nem voltak eléggé megbízhatóak, és ennek tulajdonítható, hogy sok volt geológiai és fúrás közben szerzett információk alapján megvizsgált – gyakran produktív – réteg.

2. Az alapozás korszaka: 1952 – 1959.

Az 1954-es év újabb mérőföldkövet jelentett az alföldi fúrásai geofizika történetében. Összel megszűnt a közös érdekeltségű vállalat, a *MASZOLAJ*, és a magyar jogutód anyavállalat költözésével (*Abony – Szolnok*) ismét a szervezeti egységbe rendelt geofizikai részleg is 3 év után újból költözöködni kényszerült. A karcagi telephely kialakítása után azonban a fejlődés töretlenül folytatódott. Ezen időszak (1954 – 1959) legfontosabb eredményei:

– Kibővült (potenciál szelvény) és rendszerré szerveződött az ellenállás szelvényezés (*BKZ*).

– A szakág saját helyi fejlesztési munkájának eredményeképpen új eszközök (pulzátor, mikroellenállás-mérés), megoldások (az *AKSZ/L-51* típusú berendezés teljesítőképességének növelése) kerültek alkalmazásra. Megkezdődtek a kísérletek egyes a mérőrendszerek (mérőkörök, mikroellenállás-, iszapellenállás-mérő, hőmérséklet-mérő, lyukátmérő szondák) hitelesítésére is.

– Rövid időn belül sikeresen használatba kerültek a hazai gyakorlatban első radioaktív szelvényezési rendszerek (*NGGK-57*).

– Sok kudarc, kísérleti munka eredményeként megkezdődött a páncélkábelek (7, ill. I eres) kizárólagos alkalmazására és egyben a mágneses mélységjelek használatára való áttérés.

– Az akkori hazai fejlesztés egyik legszebb eredményének a korszerű réteg-megnyitási rendszer (kumulatív perforátor a hozzátartozó robbantólánc elemekkel, hordozó puskákkal) kialakítása, és üzemszerű használatba vétele tudható be.

– A szerviz részleg tovább erősödött. Önálló, jól felszerelt műhely szerveződött a terepi tevékenység kiszolgálására.

– A szovjet szakértők távozásával (1954) a magyar szakemberek előbb csak a korábbi tapasztalatokra és önképzésükre támaszkodhattak, majd 1956-tól kezdtek belépni a hazai és szovjet egyetemeken végzett geofizikus mérnökök is.

– Az elvégzett, egyre fokozódó mennyiségű munkával arányosan nőtt a szakembergárda szakmai tapasztalata, javult a munka hatékonysága, a szelvényanyagok minősége.

– A felvett szelvényanyagok feldolgozása már teljes egészében a geof. bázison történt, a kiértékelési munka is fokozatosan ide tevődött át.

A karotázs szelvényekből nyert információkra még a hőskorszak eredményei voltak a jellemzőek. E szakasz végére azonban azok egyre megbízhatóbbakká váltak, részben a kellő szelvényezési tapasztalatok megszerzésével, részben a mérések minőségének javulásával és a szelvényválaszték bővülésével.

Így az ötvenes évek végére jelentős kutatási eredmények születtek az *Alföldön* (*Tótkomlós, Hajdúszoboszló, Pusztaföldvár*), de ez a körülmény a karcagi bázison jól összekovácsolódott szakgárda megosztását eredményezte. 1959-ben és 1960-ban szelvényező és perforáló csoportok települtek *Orosházásra*, illetve *Hajdúszoboszlóra*, és közben a karcagi maradvány átköltözött *Szolnokra*, ismét sok értékes embert vesztett a szakág, de sokan kitarítottak, a napi nagy távolságú (70 km) ingázást is vállalva.

3. A szelvényválaszték mennyiségi növekedésének szakasza: 1959 – 1969.

Az előbb említett jelentősebb kutatási eredmények megválaszolták azt a kérdést, hogy érdemes az Alföldön szénhidrogént kutatni, sőt az is megfogalmazódott, hogy a fúrásos tevékenységet intenzifikálni kell. A megerősödött szakembergárdának bőven akadt tennivalója:

– A már elhasználódott *AKSZ-L/51* típ. szelvényező berendezéseket néhány év alatt Tátra-111 hordozójárműre épített, *EL-301* típusú, $2+1$ csatornás, magyar gyártmányú szelvényező berendezésekkel váltották ki. Az egész időszakra ezen szelvényező berendezések, illetve azok *EL-7000* típusú továbbfejlesztett változatának a kizárólagos alkalmazása volt a jellemző.

– A mikro-, természetes- és neutrongamma mérések általános használatba kerültek.

– A radioaktív mérőrendszerek technikai célú széles körű alkalmazásának (izotóppal nyomjelzett cementpalásttétő és iszapnyelő zónák mélységi helyének meghatározása) bevezetése ugyancsak ezen időszak említésre méltó eredménye.

– E szakasz kezdetén a mérőrendszerek még mindig csak részben voltak hitelesítve, így a szelvényanyagok csak kvalitatív értelmezésre voltak alkalmasak.

Az említett szelvényezések üzemszerű alkalmazásba vételével egyidőben:

– lépések történtek az egységes műszer hitelesítési és karbantartási rendszer bevezetésére (radioaktív hitelesítések bevezetése: 1965);

– megkezdődtek a laterolog és rétegdőlésmérések kísérleti munkái.

A laterolog szelvényezési módszer a kezdeti, nem kielégítő technikai színvonalból származó eredménytelenségek (1962–63) után egyre nagyobb volumenű ipari alkalmazásba került. Kezdetben elektroncsöves felszíni készülékekkel és kábelszondákkal végezték a szelvényezéseket, majd bevetésre kerültek a csöves, később tranzisztoros lyukerősítők és félvezetős felszíni műszerek is.

A rétegdőlésmérési kísérletek 1963–1968 között házi előállítású (fotoklinoszondás ferdeség, *PS* majd mikroméréseken alapuló réteg regisztrálás) szondakomplexumokkal nem jutottak el az üzemszerű alkalmazás szintjéig.

Így a fejlesztést abbahagyták. Ma már nyilvánvaló, hogy helyesen döntöttek, mert a rétegdőlésmérő-rendszer a mélyfúrású geofizika egyik leghonyolultabb eszköze, fejlesztése igen nagy anyagi és szellemi ráfordítást igényel, érdemesebb azt készen megvásárolni.

A korábban is alkalmazott és újabb üzemeltetett módszerekkel 1964-ben 173 355 m fúrásban 1 554 000 m szelvény készült, így az egy fúrt méterre már 8,9 m szelvény jutott.

Ebben a szakaszban igen rövid idő alatt üzemi szintű alkalmazásra kerültek nagy pontosságú irányított ferdefúrások a:

- kitöréses fúrások elfojtására,
- átfajtdűcsék megakadályozására,
- a telepek felszíni objektumok alatt levő pontjának megütésére (átfúrására).

Ezzel együtt járt azok irányának nagy pontosságú ellenőrzését célzó geofizikai műveletek bevezetése is. Egyszerűbb tér hódítottak a laterolog (optimális-, hosszú és rövid pseudo) műveletek is, bővült és hitelesítetté vált a radioaktív (neutron, term. gamma) szelvény, megkezdődtek a mikrolaterolog szelvényezések kísérletei.

A 60-as évek közepétől – a neutron mérések fejlődésével és üzemeltetésével – új feladatként jelentkezett a gázátfejtődések nyomozása, elsősorban a pusztaföldvári mezőben. E mérések elvégzésére 1967 előtt *NGGK-62*, 1967-től *DRSZT-1* típ. neutron mérőrendszerek álltak rendelkezésre. E módszerekkel – pannóniai homokkövekben – meghatározták az átfajtdűött gáz felhalmozódási helyeit.

Ezen eljárások hatékonyságát növelték:

- a mérőkörök hitelesítésével,
- a szondahosszak optimális megválasztásával,
- a lyukhatások csökkentésével (csövezett, leürített lyukakban és az elárasztott zóna visszahúzódása után elvégzett mérésekkel).

A hazai (kialakítású) gyártmányú (OGIL) akusztikus terjedési idő mérések csak esetenként voltak eredményesek, az indukciós és a közetsűrűség fejlesztés pedig sikertelennek bizonyult. Az akusztikus mérési módszereknek csak részleges elterjedését lényegében a hazai fejlesztés nem megfelelő eredménye és a szocialista piacokon vásárolható akusztikus mérőrendszerek (*USBA – NDK, SZPAK, AKC – SZU*) közepes minősége okozta.

A cementkötés minőségi ellenőrzésére irányuló szelvényezéseket mégis viszonylag rövid időn belül követték az akusztikus terjedési idő szelvényezések is. A későbbi szovjet gyártmányú mérőrendszerek alkalmazásával egyidejűleg nagy erővel folytatódott a különösen nagy hő- és nyomásálló akusztikus mérőrendszerek hazai fejlesztése is.

A rétegmegnyitási munkával kapcsolatos legfontosabb tennivalókat a 60-as évek elején történt tragikus események határozták meg. Emberi gondatlanságból két súlyos emberéletet követelő és maradandó sérüléseket okozó felszíni robbanás történt. Következetes munkát igényelt a robbantási fegyelem megteremtése, a robbantási szakemberek üzemi kiképzése, a bizonylati rendszer kidolgozása, a technológiai utasítások elkészítése, a robbantási munkák végzésének rendszeres ellenőrzése.

Technikai előrelépés is történt: 1964-től rétegmegnyitásra kizárólag kumulatív perforátorokat alkalmaztak. Ezekre az évekre esik az első fűzészerelésű porcelán- és üvegházás perforátorok létrehozása is. E szerény teljesítményű perforátorok akkor a kis keresztmetszetű béléscsővek megnyitásának az egyetlen lehetséges eszközt jelentették. Jelentős eredmény volt a megszorult termelőcső vagy fúrórúd kapcsolóiban történő roncsolásmentes lazításához – szétcsavarozáshoz a zsinórtorpedózás bevezetése. Megkezdődtek a kumulatív perforátorok hatásosságának szisztematikus vizsgálatai is.

Hosszú, nehéz évek után 1967-ben került sor szervezeti korszerűsítésre. Szakágunk a főgeológus felügyelete alá került a főgeofizikus közvetlen irányítása mellett.

Az addig is funkcionáló egységek (műszaki osztály, terepirészlég, értelmezési osztály) mellé belépett a technológiai osztály a szervíz-, és kísérleti munkák ellátására. Ugyanebben az évben az Alföld déli részén jelentkező nagy volumenű szelvényezési és rétegmegnyitási munkák kiszolgálására a szegedi üzemegység szervezeti keretein belül, de a főgeofizikus szakmai irányítása alá rendelt különálló geofizikai részleg létesült.

Az 1960 – 70-es évek fordulóján és később is – néhány beruházás – szegény évet nem tekintve, a szelvényezéstechnika fejlődését a vásárolt eszközök üzembe állítása, vagy annak kísérletei jelentették.

Az 1969 – 70-ben alkalmazták hazánkban első ízben a rétegfliuidum mintázására alkalmas karotázis tesztereket. E módszer adott kedvező eredményeket, de a kutatás átlagmélységének növekedésével, a kutatót tárolók bonyolult felépítésével, a szelvényezések minőségének javulásával háttérbe szorult.

A szóban forgó ezen időszak végére a mélyfúrási geofizika műszer és szelvényezési technikájának korszerűsödése az értelmezés és a szelvények kutatási célú felhasználásának jelentős fejlődését eredményezte:

- a szelvénykorreláció alapján tisztázták a szerkezeti viszonyokat, szerkesztették a szintvonalas térképeket;
- a karotázs értelmezések egyre inkább a rétegvizsgálati tervek alapját képezték;
- a karotázs értelmezés a minősítésen túl litológiai leírást, jellemzést is tartalmazott;
- a műszaki-technikai adatok (lyukferdeség, lyuktérfogat, cementpalást-tető) szolgáltatása egyre rendszeresebbé vált;
- az időszak végén a tárolóparaméterek közül a telepvastagságot, effektív vastagságot, fázishatárokat, egyes tárolóparamétereket (porozitás, víztelítettség), nem rendszeresen ugyan, de már megadták.

Az alföldi kutatási eredmények, a nagy mezők (*Hajdúszoboszló, Pusztaföldvár, Algyő*) felfedezése a karotázs értelmezéstől további kvantitatív adatok meghatározását sürgette. Ezen időszak végére az akusztikus szelvényezések részleges bevezetésével, a neutron szondák hitelesítésével, a laterolog mérések rendszeressé válásával az alföldi mélyfúrási geofizika jelentős lépést tett előre a kutatási adatok kvantitatív meghatározhatósága tekintetében.

4. A szelvényezések minőségi fejlődésének korszaka

Újabb technikai-technológiai feladatok megoldásának igénye jelentkezett a 60-as évek végén:

- az *EL-7000* típ. elektronikus szelvényező berendezések előkészítése a nagy mélységű fúrások szelvényezésére;
- az erősen sós vagy elektromosan nem vezető iszapokban végzendő műveletek feltételeinek biztosítása;
- a nagy mélységű fúrások szelvényezése és a nyert hiányos anyag interpretációja.

Hódmezővásárhely és *Makó* közelében fúrt nagy mélységű fúrásaink komoly erőpróbát jelentettek a műveletek előkészítése és végrehajtása szempontjából. Külföldi bér munka lehetőségek hiányában végül is rendkívül nehéz feltételek mellett, de saját erőből sikerült elvégezni a legszükségesebb információszerzési és technikai műveleteket (szelvényezés olajbázisú iszapban 5740 m-ben, 212 °C hőmérsékleten és 805 bar nyomáson; karotázs teszterezés 4995 m-ben; réteg-megnyitás 4990 m-ben).

A tapasztalatok hangsúlyozottan bizonyították, hogy ilyen kedvezőtlen feltételek mellett végzett műveletek gondos előkészítése az eredményesség alapvető feltétele.

A fejlesztett, ill. beszerzett lyukműszerek, lyukeszközök terhelhetőségi (nyomás, hőmérséklet, időtartam) vizsgálatainak első sorozatait a hatvanas évek második felétől a *Szovjetunió (Krasznodar)* és az *NDK (Gommern)* megfelelő létesítményeiben végeztük. Ezek részben a vizsgálatok fontosságára, részben azok külföldi kivitelezési nehézségeire hívták fel a figyelmet. 1967. évben született döntést követően hazai tervezés és döntően hazai kivitelezés alapján 1973-ban az alföldi központban üzembe állt egy korszerű, (150 MPa, 250 °C) és mindmáig az országban egyetlen vizsgáló állomás, amely azóta is rendszeresen és problémamentesen üzemel.

A nagy volumenű fejlesztési, beüzemelési, ellenőrzési előfúrást igénylő művelet végzésének megkönnyítésére a szakág korszerű geofizikai kísérleti telepeket is alakított ki. Előbb egy talpig csövezett kutató vettünk használatba a központi

telep közelében, (*Zagyvarékas: 1973*), majd jelentős költség árán nyitott szakasszal is rendelkező kút is birtokunkba került (*Tarnabod: 1977*).

Az 1974-ben végrehajtott újabb szervezés tovább növelte a szakág üzemen belüli rangját. Főosztály alakult három központi osztállyal (műszaki, szolgáltató és értelmezési), s ezek szervezték a központi (szolnoki) és üzemegységi (orosházi, szegedi) részlegek munkáját. Ugyancsak az 1960-as évek végén és az 1970-es évek elején tisztázódtak a szénhidrogén-kutatásnak és a -termelésnek a mélyfúrási geofizikával szemben támasztott igényei, 1970 decemberében az *MGE Alföldi Csoportjának* szolnoki előadói ülésén a termelős kollégák közlései, majd a 9/1973-as *KFH* elnöki utasítás és annak végrehajtási utasításai ösztönözték, sőt kötelezővé tették a mélyfúrási geofizika számára a kvantitatív adatok szolgáltatását. Ez időszakban még a fúrós kollégák részéről is jelentkezett igény a magfúrások csökkentése és a fúrás előrehaladását elősegítő információk biztosítása érdekében.

Amint az a fentiekből kiderült, a mélyfúrási geofizika igen nagy mértékű és gyors fejlesztésére lett volna szükség, hogy e követelményeknek maradéktalanul meg tudjon felelni. Az igényeknek megfelelő gyors, nagymértékű fejlesztést és fejlődést nem lehetett megvalósítani a feltételek (anyagai, tárgyi, személyi) és tapasztalatok hiányában.

Az akkori legkorszerűbb mélyfúrási geofizikai módszerek alkalmazásával meg lehetett volna oldani a kutatás és termelés számára szükséges feladatokat:

- a kutatás hatékonyságának növelését jobb tervezéssel (pl. *DIPLOG*);
- a megbízható készletszámítást,
- a termelés irányítását geofizikai ellenőrzéssel.

Azóta azonban tudjuk, hogy e területen ugrásszerű fejlesztést nem érdemes és igen nagy áldozatok, kudarcok árán nem is célszerű, valószínűleg nem is lehet végrehajtani. Így az értelmezés a hazai fejlesztésű, a *Szovjetunióból* és az *NDK*-ból beszerezhető eszközökkel gondosabban kivitelezett mérésekre támaszkodott. A korábbi időszakok adatszolgáltatásaihoz képest a következő változások történtek:

- az operatív karotázs értelmezések a rétegvizsgálati tervek alapját képezték;
- a kvantitatív karotázs adatok alapján határozták meg a szénhidrogén-készleteket;
- rendszeresen ellenőrizték a termelés során a telepekben bekövetkező gáztelítettség változásokat, a gázfolyadék fázishatárok elmozdulását és a kutak műszaki állapotát.

Az 1976-77-es év a geofizikai szakág számára sok, szép feladatot hozott. A *Gearhart-Owen* cégtől beérkeztek a termelési kútszelvényezés legfontosabb felszíni- és lyukműszerei, egyéb kiegészítő egységei.

Ezek a mérőrendszerek rendszertechnikailag és alkalmazási módjukban lényegesen eltértek a nyitott mélyfúrások szelvényezéseinél alkalmazott műszerektől, így alkalmazásuk, geofizikai értelmezésük egyfajta szakmai megújulást igényelt.

Az évek óta termelő kutak ellenőrzésére (a termelési és besajtolási profilok felvételére, a termelvény összetételének a fázishatárok elmozdulásának vizsgálatára) folyamatos és differenciális termoszondákat, forgólapátos áramlásmérőket, izotóp injektorokat *CEBL*-szondákat és nem utolsósorban kábel-kitörésgátlót, lubrikátorrendszert vettünk használatba.

A nem eléggé érzékeny indulási küszöbvel rendelkező forgólapátos áramlásmérők kivételével a többi mérőrendszer, időközben kiegészülve a *MÁELGI*

típusú folyadék-sűrűségmérő és szovjet víztartalom mérő műszerekkel, kiválóan ellátják feladataikat.

Érdeemes megemlíteni, hogy kutatási eszközök felhasználásával termelés-ellenőrzési feladatokat sikerült megoldani és viszont.

Az 1970-es évek rétegmegnyitási tevékenysége során, szükségessé vált a hőálló-robbantólánc kis keresztmetszetű béléscsővekben történő alkalmazása. Külső fejlesztő helyeken jelentős eredmények születtek a hőálló robbanó-anyagok kísérletezésében és a különböző perforátorok, különösen az ikerperforátorok létrehozásában. Szakágunk készséggel vett részt ezek üzemi kísérleteiben és ipari méretű elterjesztésében.

Nem látványos, de jelentős eredménynek minősíthető az erre az időszakra jellemző balesetektől mentes, egyenletesen jó mélyfúrás robbantástechnikai munka.

A szakág jelenlegi szervezeti formája 1979-ben alakult ki.

Az addig az OKGT üzemeként működő fúrási szervezet vállalati önállóságot kapott, ezzel együtt a mélyfúrási geofizikai egység szervezete is korszerűsítésre került.

Ilyen keretek közt dolgozunk jelenleg is:

KUTATÁSI IGAZGATÓHELYETTES

GEOFIZIKAI FŐOSZTÁLY

GEOFIZIKAI MŰSZAKI OSZTÁLY

GEOFIZIKAI ÉRTELMEZÉSI OSZTÁLY

ÜZEMGAZDASÁGI CSOPORT

MŰSZAKI FEJLESZTÉSI CSOPORT

GEOFIZIKAI ÜZEM

SZOLNOKI ÜZEMEGYSÉG

SZEGEDI ÜZEMEGYSÉG

OROSHÁZI ÜZEMEGYSÉG

SZERVIZ ÜZEMEGYSÉG

5. A mélyfúrási geofizikai tevékenység rendszerré szervezésének kezdete: 1978 – napjainkig

A kutatási adatszolgáltatási igények kielégítése, mégpedig minél magasabb szinten, mindenkor a mélyfúrási geofizika legfontosabb feladata. A 70-es évek elejére idősebb korú képződmények kutatása került előtérbe, így a kutatás nagyobb mélységek felé tolódott el. Nehezebb földtani körülmények között, az átlagmélységek növekedésével a jelentkező extrém hő- és nyomásviszonyok miatt további nehézségek jelentkeztek.

Tény, hogy a korábbi időszakok beszerzése, fejlesztése, tevékenysége nagyon sok értékes anyagot, állóeszközt, tapasztalatot halmozott fel. Megfelelő szakgárda állt rendelkezésre, érvényesült az egységes szakmai irányítás, javultak a külső-belső munkavégzés feltételei. Egyes részterületeken sikerült megfelelő szintű egységesítést elérni; csatlakozók, házi gyártású lyukeszközök, hitelesítések, műveleti technológiák, szelvényellenőrzési elvek, a minőségi munkavégzés anyagilag is ösztönzött rendszere stb. A szakmai előbbre lépést azonban ekkor az elsődleges információ-szerzés meglévő eszközeinek fizikai állaga, műszaki színvonala gátolta.

A legsúlyosabb problémát a megfelelő színvonalú technikai háttér biztosításának kérdése okozta:

– korszerű, komplett berendezés sem hazai, sem szocialista relációban nem volt elérhető,

– a hazai fejlesztő kapacitás nem volt elégséges (szervezetileg megosztottság, alacsony fokú koordináltság),

- a módszertani háttér a műszerfejlesztési tervekben nem is szerepelt, esetenként utólag készült el (nem fordítva, ahogy ez szükséges lenne),
- az új egységek illesztése a meglévő eszközökhöz rendkívül bonyolulttá vált,
- az elmaradás mértéke és az ebből adódó feszültség feloldása szinte azonnali döntést sürgetett, hogy a romló tendencia meg legyen állítható.

A hetvenes évek közepétől érezhető volt a kutatás intenzifikálásának hatása fejlesztési lehetőségek javulása terén is, ezt azonban jó pár évig csak részben tudtuk kihasználni. A hazai műszaki fejlesztés kevés eredményt produkált (pl. *MÁELGI* ellenállásmérő felszíni, 3 paraméteres radioaktív lyukműszer), a hazai gyártás jelentősen visszaesett, a szocialista piacon nem voltak beszerezhetőek a meglévő egységeinkhez könnyen illeszthető, megfelelő terhelhetőségű mérőegységek, a tőkés forrásból való beszerzést pedig devizális nehézségek akadályozták.

Először (1977-ben) a hamar elmeddült amerikai-magyar együttműködési program keretén belül jutottunk viszonylag korszerű, használt állapotú műszer-egységekhez (*Dresser Atlas, USA*) közetsűrűségmérő, (term. gamma + neutron szonda), később kereskedelmi úton is vásároltunk részben új, részben felújított egységeket: D. A.: kompenzált indukciós és közetsűrűségmérő. Ezekkel a műszeregység adaptációkkal szándékoztuk átmenetileg pótolni a legsürgetőbb szelvény választék hiányainkat. Ez a megoldás azonban sem mennyiségileg, sem minőségileg nem volt képes kielégíteni az egyre növekvő igényeket. Ekkor meghatározó intézkedésekre került sor.

Az elodázhatatlanul szükséges műszaki feltételek anyagi alapjait magas szintű döntések biztosították számunkra, s így tőkés importból (ugyancsak D. A.) egy korszerű, komplett szelvényező hardware és értelmezési software beszerzését kezdeményeztük (1978. április).

A berendezés hosszas bonyodalmak után 1982. áprilisában érkezett be. Ez az esemény az alföldi fúrási geofizika világszínvonaltól legalább 15 éves lemaradással jellemezhető műszerezettség korszerűsítésének kezdetét jelentette. Egy olyan korszerű szelvényező berendezés és értelmező rendszer került a szakág birtokába, melynek előnyei röviden a következőkben foglalhatók össze:

- megbízható információt szolgáltató, környezeti hatásokra kompenzált, (dual indukciós, dual laterolog, akusztikus, neutron és közetsűrűségmérő), nagyterhelhetőségű (kevés kivétellel 200 °C és 20 Kbar) lyukműszerek kerültek üzemszerű használatba;

- ezek a lyukműszerek eredmény-orientált kombinációkba szerelhetők, és üzembiztos működésüknek bizonyultak, így a műveleti idők jelentősen csökkentek;

- a karos eszközök felszínről nyithatók, zárhatók, javult a baleseti helyzet;
- az eredmények a felszínen digitálisan is rögzíthetők, és a szalagok közvetlen számítógépbe táplálást tesznek lehetővé;

- az eddig rendkívül drága bér munkával nyerhető rétegdőlésmérés a berendezéssel megoldott, és annak anyaga további értelmezési lehetőségeket kínál.

A berendezés beállása óta üzemszerűen dolgozik és hetente átlagosan több mint egy igényes befejező szelvényezősi műveletet végez. Az ez évben beállt második egység várhatóan tovább fokozza az alföldi CH kutatás hatékonyságát.

Az utóbbi időben nem csak a mérőrendszerek és a geofizikai értelmezés tartalma minőségi változásának lehettünk tanúi, hanem a rétegmegnyitás anyagában, a robbantóláncban is lényeges fejlődés történt.

A fejlődés elsősorban:

- a nagy hőállóságú (200 °C) robbantóláncok előállításában;
- a termelőcsövön keresztül lebecsátható perforátorok létrehozásában;
- a perforátorok teljesítményének növelésében jelentkezett.

Az USA-ból korlátozott mennyiségben vásárolt, az üzembe állítás során az elvárásoknak nem teljes mértékben megfelelő, termelőcsövön keresztül alkalmazható, hőálló fűzérperforátorok jól alkalmazhatók voltak sok feladat megoldására, de időközben az is nyilvánvalóvá vált, hogy hosszú távon csak hazai fejlesztési eredményekre támaszkodhatunk.

A hagyományos perforátorok sorában a fejlesztési munka jelentős rész-eredményeiként elkészült két, a hagyományos perforátorok behatolási mélységét 80–85%-ban meghaladó perforátor típus.

Jelentős eredmény továbbá a 180, 240 és 300 °C-ig hőálló, 1, 9" átmérőjű, 700 bar-ig nyomásálló puskába szerelhető, termelőcsövön keresztül lebecsátható nagy teljesítményű perforátorok létrehozása is.

Lényegében ennek volt köszönhető egy nagy mélységű, nagy hőmérsékletű kutatófúrás külső segítség nélküli, termelőcsövön keresztül, depresszió melletti kivizsgálása is. A fejlesztési eredmények iparszerű előállításának feltételei azonban még nincsenek meg. Napjaink legfontosabb feladata éppen ezen feltételek megteremtése.

A fejlesztés további tennivalói ismertek. Törekszünk arra, hogy ennek a munkának a szervezeti és gazdasági feltételei biztosítva legyenek.

Az 1970-es évek második felében a szelvényezések minőségének javulásával, a szénhidrogén-kutatás hatékonyságának és gazdaságossági kérdéseinek fokozott előtérbe kerülésével sokoldalúan meg kellett vizsgálni a szénhidrogén-bányászat egyes kutatási fázisaiban alkalmazott információszerzési rendszereket.

Ezen vizsgálatokból is kiderült, hogy – a más fúrési információszerzési lehetőségek mellett – a fúróluk szelvényezés (karotázs) adja a legtöbb információt a fúrásokból. Óriási előnye a folytonosság, és olcsóság, ami a lyuk teljes szakaszán biztosítható és szinte néhány cm-es pontossággal képes tagolni a rétegsort, számíthatók a tárolóparaméterek, meghatározhatók a fúrások műszaki-technikai adatai, sőt felhasználhatók a telepek művelésének ellenőrzésénél is.

Manapság a korszerű karotázs mérésekből megoldható szénhidrogén-kutatási feladatok:

1. A fúrásokkal harántolt rétegsor földtani felépítése:

- szelvénykorrelációk alapján rétegek, telepek, korhatárok követése, szerkezeti és szintvonalas térképek, földtani metszetek készítése;
- szerkezeti viszonyok tisztázása (rétegdőlés mérésből);
- litológiai tagolás, réteghatárok kijelölése, telepvastagságok meghatározása.

2. A szénhidrogén-tároló szakaszok kimutatása és a tárolóparaméterek meghatározása:

- kvantitatív karotázs interpretációból tárolóparaméterek meghatározása (effektív vastagság, effektív porozitás, litológiai jellemzők, telítettségek, esetenként áteresztő képesség becslés, fázishatárok);
- korszerű szelvényekből megállapítható a harántolt rétegsorban az agyagok póruserőmánya és a kőzetmechanikai jellemzők;
- a fúrások műszaki-technikai adatai (fúrások térbeli helyzete, a területi hőmérsékleti gradiens, a cementpalást teteje és minősége, béléscsősrületek helye, a gázátfejtődések ellenőrzése).

A szénhidrogén-telepek növelésének irányításához kútgeofizikai (*Production Well Logging-PWL*) mérések váltak szükségessé, amelyekkel a következő feladatok oldhatók meg:

1. gáz-folyadék fázishatár és gáztelítettség meghatározása;
2. besajtolási profilok megállapítása;
3. termelési profil és termelvény összetétel meghatározása;
4. kútproblémák felderítése és felszámolása;
5. bonyolult felépítésű tárolók egyes tárolóparamétereinek pontosítása (kutatói feladat).

Ezen igények és feltételek kielégítésére a következő intézkedések történtek:

1. az interpretáció kisszámítógépesítése (*EMG-666*), majd *TPA 70*;
2. a karotázs mérések optimalizálása és korszerűsítése (a hagyományos ellenállásmérések háttérbe szorítása);
3. a szelvényezési technológia kidolgozása
4. termelés-ellenőrzési műveletek végzésére alkalmas berendezés beszerzése.

E szakaszban a karotázs értelmezések további jellemzője lett:

- a korhatárok követése;
- a felkutatott CH telepek készletszámításaihoz alapadat szolgáltatás;
- egyes esetekben kutankénti kvantitatív interpretáció;
- bonyolult felépítésű metamorf tárolókra új értelmezési eljárás kidolgozása;
- megkezdődött a termelés ellenőrzés kvantitatív-interpretációja.

Befejezés

Összeállításunk az alföldi fúrási geofizikai tevékenység bő három és fél évtizednek gondjait, eredményeit igyekezett röviden összefoglalni. Elnézést kell kérnünk azért, hogy az adott keretek között nem térhettünk ki minden rész-területre, vagy egyes kérdéseket nem ismertethettünk részletesebben. Reméljük ezek ellenére is sikerült érzékeltetnünk, hogy

– szakágunk eddigi története folyamán – ha nem is problémamentesen, de – fokozatosan fejlődött (műszereszköz-állomány, a szolgáltatások mennyisége és minősége, létszám stb.)

– tevékenységünk végtermékét jelentős információk szolgáltatásával nemcsak a fúrásos kutatói teamben (fúrás, geológus, geofizikus) sikerült szakmai tekintélyt kivívnunk, hanem tevékenységünkkel nagyban hozzájárultunk az alföldi szénhidrogén-kutatás eredményességéhez is.

I R O D A L O M

- [1] *Kánnár T. – Kiss B. – Suba S.*: A mélyfúrási geofizika fejlődési szakaszai és feladatai a nagyalföldi szénhidrogén-kutatásban. (Alföldi Szénhidrogénkutatás Tájékoztatója 1976. 1. sz. 62–86 old.)
- [2] *Dank V.*: A geofizikai mérések és értékelési módszerek döntő tényezője a korszerű szénhidrogén-kutatásoknak. (Magyar Geofizika XVI. évf. 6. szám 1975.)
- [3] *Somfai A. – Kiss B. – T. Kovács G. – Szalóki I.*: A szénhidrogén-bányászat egyes fázisainak a rendszervizsgálata és optimalizálása. (Kézirat, Szolnok, 1980. december) (A NIM Műszaki Fejlesztési főosztálya, illetve az MTESZ Csongrád megyei Szervezete megbízásából.)
- [4] *Simon B.*: Olajbányások a Nagyalföldön. Belső használatú kiadvány. 1971.

Mélyfúrási geofizikai (karotázs) szelvények számítógépes feldolgozásának rendszere

(Karotage interpreter subsystems — Kiss)

KISS BERTALAN*—MOLNÁR GÁBOR*

A Kőolajkutató Vállalatnál (KV) évente mintegy 2 ÷ 2,5 millió méter mélyfúrási geofizikai szelvényt mérnek. A szelvények interpretációjának eredményei döntő felhasználást nyernek a szénhidrogén-kutatásban és a készletek meghatározásában.

Ezen okok szükségessé tették a számítógépes szelvényfeldolgozás bevezetését, intenzív fejlesztését. E cikk bemutatja a mélyfúrási geofizikai szelvények számítógépes feldolgozásának rendszerét — a KAROTAGE INTERPRETER SUBSYSTEMS (KISS)-t — amelyet a KV-nál dolgoztak ki.

В Промышленно-разведочном предприятии (KB) ежегодно регистрируются 2 ÷ 2,5 миллиона метров промыслово-геофизических профилей. Результаты интерпретации каротажных кривых успешно применяются в поисках углеводородов и в подсчетах запасов. Эти причины привели к необходимости введения обработки на ЭВМ и развития системы обработки. В статье изложена система обработки на ЭВМ, разработанная в Промышленно-разведочном предприятии.

An approximate volume of 2,0 ÷ 2,5 million meters of well surveying logs is measured annually at the Oil Exploring Company. The results of log interpretation are basically used in hydrocarbon exploration and reserve estimation.

Imperative need have arisen for introduction of computer processed log interpretation, for intensive development.

This paper describes a system worked out at the Oil Exploring Company for computerized processing of well logs („KAROTAGE INTERPRETER SUBSYSTEMS: KISS”).

I. Bevezetés

A Kőolajkutató Vállalatnál készülő évi mintegy 2 – 2,5 millió méter mélyfúrási geofizikai szelvény szükségessé tette a számítógépes szelvényfeldolgozás bevezetését, intenzív fejlesztését. A szelvények interpretációja döntő felhasználást nyer a szénhidrogén-kutatásban és a szénhidrogén-készletek meghatározásánál.

A számítógépes szelvényfeldolgozás fejlesztésénél az alábbiakat kellett figyelembe venni:

a) Az egyes fúrásokban mért szelvényválaszték és minőség nagyon változó, döntő többségük csak analóg módon rögzített, az interpretáció eredménye közvetlen szénhidrogén-kutatási hasznosítású:

– az egyes fúrásokban (lyukakban) mért szelvényválaszték az eszközfejlesztéstől és beszerzéstől, valamint a szelvényezés fúrási-műszaki feltételeitől függ;

– az interpretációs eljárásoknak elsősorban szelvényválaszték függőnek és csak másodsorban kell litológia függőnek lenniök;

– a szelvényeket és az interpretációkat sokirányú ellenőrzésnek kell alávetni.

b) A számítógép (TPA 70/25 típus) 64 kbyte központi memóriájú

– lemez és mágnesszalagos egységgel ellátva,

* Kőolajkutató Vállalat, Szolnok

- VERSATEC printer plotterrel, DZM mátrixnyomtatóval és EC 7184-80 típusú soronyomtatóval kiépítve,
- a szelvények vizuális megjelenítését TEKTRONIX grafikus display biztosítja.

c) Az irodalomból ismert számítógépes mélyfúrású geofizikai interpretációs rendszerek és főbb jellemzőik.

Az előzőekben leírtak alapján fejlesztettük és fejlesztjük a *Kőolajkutató Vállalatnál* a *KAROTAGE INTERPRETER SUBSYSTEMS - KISS* számítógépes szelvényfeldolgozó rendszert.

MÉLYFÚRÁSI GEOFIZIKAI SZELVÉNYEK FELDOLGOZÁSÁNAK FOLYAMATAI, SZÁMITÁSAI

1. TÁROLÓPARAMÉTEREK MEGHATÁROZÁSA



Geo 83/12-1

1. ábra. Mélyfúrású geofizikai (karotázs) szelvények feldolgozásának folyamatai, számításai (Tárolóparaméterek meghatározása)

Рис. 1. Процессы обработки профилей промышленной геофизики, вычисления (Определение параметров коллектора)

Fig. 1. Processing of well log data, calculations, determination of reservoir parameterz.

A rendszer mélyfúrású geofizikai (karotázs) szempontból három részre tagozódik:

1. Nyitott lyukszelvények (lyukgeofizika) feldolgozása tárolóparaméterek meghatározása céljából (1. ábra).
2. Nyitott lyukszelvények feldolgozása földtani, fúrású-műszaki feladatok megoldására:

2.1. Fúrási adatok számítása:

- lyukterfogat számítás,
- lyukferdeség feldolgozás,
- cementpalást tető és minőség megállapítás.

2.2. Földtani-műszaki adatok számítása:

2.2.1. Kőzetmechanikai paraméterek számítása:

- Poisson szám (*MOP*),
- Young modulus (*MOY*),
- Torziós modulus (*MOT*),
- Kompressziós modulus (*MOC*).

2.2.2. Agyagok pórusnyomásának meghatározása.

2.2.3. Litológiai trendelemzés.

2.3. Rétegdőlés (*DIPLOG*) feldolgozás.

2.3.1. Szelvényellenőrzés (normálás, szűrés).

2.3.2. Korreláció számítás és meghatározás.

2.3.3. Rétegdőlések meghatározása.

3. Csővezett lyukak (kútgeofizika – *PWL*) szelvényeinek feldolgozása [2].

3.1. Gáz-folyadék fázishatár meghatározása.

3.2. Termelvény összetétel és termelési profil meghatározása.

3.3. Besajtolási profil meghatározása.

3.4. Kútproblémák felderítése.

Jelenleg az 1. és 2.3. pontban leírtak intenzív fejlesztése folyik.

A *KISS rendszer* főbb mélyfúrési geofizikai jellemzői:

– Alkalmas a rétegeket szimmetrikusan indikáló mélyfúrési geofizikai (karotázs) szelvények mélységpontonkénti feldolgozására.

– Az egyes interpretációs eljárások szelvényválaszték és litológia függőek, amelyek részletesen dokumentálva vannak (kb. 60 db táblázat és 12 db folyamatábra). A folyamatábrák tartalmazzák az *INPUT* konstansokat, változókat (szelvényeket); a végzendő számításokat az igényelt plotokkal (*PLOT*), szelvényekkel (*LOG*), táblázatokkal (*LIST*); az *OUTPUT* konstansokat, szelvényeket (változókat): ezek útján a javasolt interpretációs technikát.

– Könnyen kezelhető és maximálisan interaktív (2. és 3. ábra).

– *INPUT* és *OUTPUT* dokumentációja (*PLOT*, *LOG*, *LIST*), feldolgozási fázisonkénti konstans táblázata és jelölési rendszere megfelel a nemzetközi színvonalnak.

– Interaktív mélységegyeztető programja (grafikus display) lehetőséget biztosít a mélységegyeztetés további pontosítására, de a szelvényhibák kiszűrésére is.

2. A nyitott lyukszelvények feldolgozása tárolóparaméterek meghatározása céljából

A szelvények feldolgozásának menetét az 1. ábra mutatja.

A feldolgozás során követett elvek:

– A szelvények és az interpretációs alapparaméterek (függvénykonstansok, agyagjellemzők stb.) pontossága, megbízhatósága a feldolgozás során

fokozódjon. Mindezt – a feldolgozás logikája mellett – indikátor rendszerével és iterációs eljárásaival éri el.

– Minden lépés segítse elő a végső cél – a megbízható tárolóparaméterek meghatározásának – elérését.

– A szelvények, mint látszólagos értékek és az ezekből meghatározott „tisztá” paraméterek, valamint a függvénykonstansok (pl. *BM* – cementációs faktor, *BN* – szaturációs exponens stb.) az interpretáció folyamán összhangba kerüljenek.

– Az interpretáció eredményeiből – a függvénykonstansok felhasználásával – a mért szelvények a legkisebb hibával előállíthatók legyenek.

– A rétegvizsgálatok, a fúrómagvizsgálatok és az interpretáció összhangban legyenek.

2.1. Adaptált interpretációs eljárások

Szakirodalom [3], [4], [5], alapján adaptáltunk interpretációs eljárásokat:

- agyagos homokkő formációkra,
- összetett litológiájú és porozitású formációkra.

Az adaptált eljárások jellemzői:

- komplex szelvényválasztékre készültek,
- közel egyenértékűek az ismertebb eljárásokkal, mint a *SARABAND*, *CORIBAND* (*Schlumberger*); *SAND*, *CRA* (*Dresser Atlas*).

2.2. Fejlesztett eljárások részben ismert elvek alapján.

Az eljárások komplett és hiányos szelvényválasztékok különböző eseteire készültek:

- agyagos homokkő formációk,
- különböző kőzetanyagú (SiO_2 , karbonát, metamorf) konglomerátumok és breccsák,
- vegyes porozítású (elsődleges – *F11*, másodlagos – *F12* = üreges – *F1U* + repedéses = *F1FR*) metamorf tárolók.

2.3. Fejlesztett interpretációs eljárások új elvek alapján.

A *KISS* rendszerben – irodalomból nem ismert, új elvek alapján – két interpretációs eljárás és egy indikátor rendszer került kifejlesztésre.

2.3.1. Statisztikus indikátorparaméteres programcsomag (*SIP*)

Geológiailag jól korrelálható területeken – a tapasztalatok alapján jobb mint 0,9-es totális korrelációs együtthatóval – biztosítja, hiányos szelvényválaszték esetén is, a fúrómagok vizsgálati eredményeinek, vagy az egyes fúrásokban elkészített komplex kvantitatív interpretációnak a kiterjesztését a terület többi fúrásaira.

Ez a mért szelvények és a meghatározni kívánt paramétereknek a többváltozós regressziója alapján történik.

Ezzel a programcsomaggal mód van szintetikus szelvények előállítására is.

A szintetikus szelvények felhasználhatók:

- szelvények ellenőrzésénél, szűrésénél;
- nem karotázis interpretációs célból (pl. szeizmikus felvételek interpretációja).

2.3.2. Normalizált asztatikus módszer (NAM)

A szelvényeket „formailag analóg alakra” transzformálja, majd páronként, vagy egy szelvényt többel súlyozva szűri. Az egyes szelvényezési eljárások előnyeinek asztatizálásával indikálja a tárolójellemzőket úgy mint porozitás, permeabilitás, agyagtartalom, szénhidrogén-telítettség stb.

Az eljárás során laboratóriumban vagy más módon meghatározott tárolójellemzők szélső értékei (*FIMX* – maximális porozitás, *SWMN* – minimális víztelítettség, *KMX* – max. permeabilitás stb.) felhasználhatók. Elsősorban kis porozitású tárolókban várunk az eljárástól jó hatékonyságot a szénhidrogén kiutatása terén.

2.3.3. Indikátor rendszer (nem külön interpretációs eljárás)

Valamennyi interpretációs eljárásba „beépítettünk” indikátorokat, (agyag – *VSH*, szénhidrogén – *SCH*, porozitás – *FI*, permeabilitás – *K* stb.).

Az indikátorok a hibás szelvényszakaszok kiszűrésében, a szénhidrogén-kutatásra perspektivikusabb szakaszok kijelölésében nyújtanak segítséget és alapjául szolgálnak a SIP és NAM módszereknek.

3. A KISS rendszer struktúrája és szolgáltatásai

3.1. A KISS rendszer struktúrája.

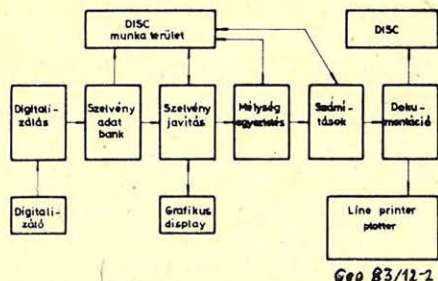
A szelvényfeldolgozás, értelmezés az alábbi fázisok során jut el a végeredmények megjelenítéséig (lásd 2. ábra):

1. A feldolgozás adat-előkészítéssel kezdődik (digitalizálás), majd a szelvényadatok gépbe vitelével (egy discen levő aktuális munkaterületre) megkezdődhet a tényleges munka.

2. Szelvények visszarájzolása ellenőrzés céljából, a hibák kijavítása.

3. A mért szelvények mélységegyeztetése grafikus displayen, valamint plotter segítségével.

4. Alapkonstansok megállapítása, valamint a feldolgozástípus, vagyis a litológia kijelölése az egyes rétegekben, valamint a számítási mód kijelölése.



2. ábra. A szelvényfeldolgozás (értelmezés) lépései hardware oldalról vizsgálva.

Рис. 2. Исследуемые с точки зрения аппаратуры, шаги обработки профилей

Fig. 2. Steps in well log processing (interpretation) from hardware's point of view.

5. Mélység helyes input szelvényysor esetén elkezdődhet fázisonkénti értelmezés.

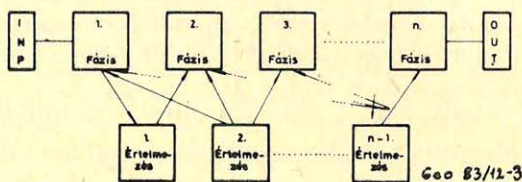
6. Megfelelő eredmény esetén további fázissal folytatható az eljárás, mivel az ezekhez szükséges paramétereket, konstansokat az előző fázis táblázatai, plotjai, szelvényei biztosították.

7. Nem megfelelő eredmény esetén újabb konstansokkal, paraméterekkel újra lefuttatható a feldolgozás. Vagy ugyanazokkal, de a rendszerben levő eljárások iterációs jellegénél fogva ez az újrafuttatás pontosítja a kapott adatokat.

8. Megbízható kielégítő végeredmény esetén a kút egy egységes dokumentációja készül el, mely a felhasznált kútparamétereket tartalmazza táblázatosan, a felhasznált plotokat, valamint az alapszelvények összerajzolt szelvényeit, illetve a kért végeredményt szelvények formájában plotteren megjelenítve.

9. A kút dokumentációja, feldolgozási menete *GPL* nyelven a disc munkaterületéről permanens könyvtárba kerül, onnan 1–2 évig tetszőlegesen visszakereshető.

A litológiai típusok, valamint ezekben felhasznált eljárások száma egyre bővül, illetve tetszőlegesen bővíthető. A gép sematikus precizitása, gyorsasága és nagy adattömeget biztosító eljárásai az interaktív üzemmód miatt jól ötvöződnek az értelmező geofizikus tudásával, tapasztalatával, intuíciójával. Ezt a feldolgozási folyamatot, mely a gép és emberi értelmezés felváltott alkalmazását szemlélteti – tetszőleges visszalépést megengedve – sematikusan a 3. ábra mutatja. Az egyes gépi fázisok 5–10 újabb kútparaméter meghatározását jelentik, valamint több táblázat, plot, szelvény nyomtatását, rajzolását.



3. ábra. Az interaktív feldolgozás folyamata

Рис. 3. Процесс интерактивной обработки

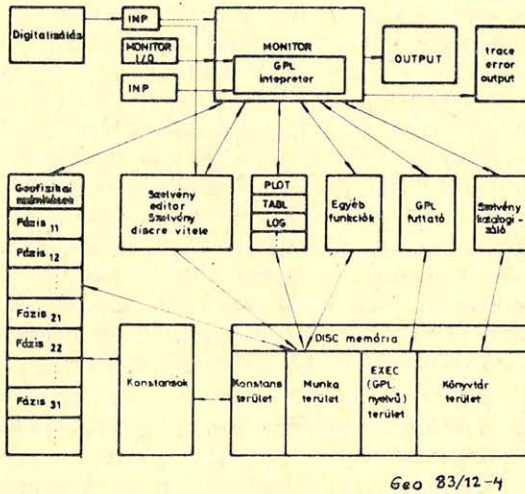
Fig. 3. The interactive data processing

3.2. A KISS rendszer által nyújtott szolgáltatások

A rendszer viszonylag független alrendszerek összessége, melyeknek közös vonásaik az egységes input-output rendszer, amely a *GPL* interpreter-monitorral tartja a közvetlen kapcsolatot, valamint a közös adatstruktúra. Ez az adatstruktúra tulajdonképpen a rendszer munkaterülete (mely disc-en található) és egy speciális szekvenciális feldolgozást támogató elrendezés. Ebből következően a feldolgozás mélységpontonként történik, és az alrendszerek tetszőleges sorrendben operálhatnak rajta. Az egyes alrendszerek funkciói a *GPL* geofizikai programnyelv parancsszavaival aktiválhatók. Ezen parancsok értelemszerűen geofizikai rövidítések (lásd később a *GPL*-ről szóló részben), illetve a szelvények saját nevükkel azonosíthatók, csakhogy, mint a számított paraméterek, szelvények.

Az egyes alrendszerek (lásd 4. ábra) és funkcióik:

(1) *Szelvény beolvasó, szelvényeditor.* Feladata az egyes digitalizált szelvények munkaterületre vitele, az összetartozók összegyűjtése. A szelvényekben előfordult digitalizálási hibák javíthatók vele, valamint tetszőleges számú intervallum jelölhető ki, mely intervallumokhoz külön-külön konstanstábla tartozik.



4. ábra. A KISS rendszer blokkvázlata.

Рис. 4. Блок-схема системы КИСС

Fig. 4. The block diagram of the „KISS system”.

(2) *Táblázat készítő.* Az aktuális fizikai output perifériától (line-printer, display stb.) függő számú tetszőleges típusú (mért szelvény, számított paraméter, szelvény) és sorrendű adatsor mélységpontenkénti kinyomtatása. Minden lapot azonosító fejléccel lát el.

(3) *Frekvencia-plot készítő.* Feladata két tetszőleges mélységpontenkénti meglévő szelvény, számolt szelvény értékeiből plot készítése. A plotok skálája és a skálák beosztására 8 féle standard skála áll rendelkezésre, de más egyéb is megadható. Az egyes tengelyekre kerülő értékeket tetszőleges, ugyanahhoz a réteghez tartozó szelvénnel, konstanssal el lehet osztani a plot készítésekor. A kész plotot tetszőleges outputra rajzolja.

(4) *Z-plot készítő.* Teljesen hasonló a frekvencia plot készítővel, csak egy harmadik szelvényt átlagol a megfelelő pontokban.

(5) *Szelvény rajzoló.* Feladata az aktuális outputra (plotter, grafikus display, CALCOMP line printer) szelvények, számolt mélységpontenkénti paraméterek kirajzolása. 1:200-as mélységléptékben tetszőleges standard, illetve szabadon választott léptékben, skálán maximum öt darab szelvényt, függvényt tud egymásra rajzolni.

(6) *Adat-előkészítő.* Kevés adatsor esetén (pl. ferdeség kiértékelésnél) gyorsabb (vagy csak így megoldható) közvetlenül a „gépbe írni” az adatokat digitalizálás helyett. Ezt teszi lehetővé az adat-előkészítő alrendszer.

(7) *Mélységegyeztető*. Grafikus display-en interaktív mélységegyeztetést tesz lehetővé. Az egyes mért szelvények tetszőleges szakaszai egy lineáris függvénynek megfelelően egymáshoz képest eltolhatók.

(8) *Bankkezelő*. Egy sűrített adatbankba írja, illetve onnan visszakeresi a megadott kút adatait, feldolgozási állapotát.

(9) *Fázisok*. A különböző litológiákhoz tartozó számítási módszereket, képleteket tartalmazzák, melyek használatával újabb mélységpontként számított grafikonokat, paramétereket kaphatunk meg az alapadatokból. Az értelmezés igényei szerint újabbakkal bővíthetők a meglevők, illetve javíthatók azok. Mindegyik litológia típus jelenleg 8–9 fázisból áll, melyek mindegyike 5–10 újabb paraméter meghatározására szolgál, így összesen kb. 30 db fázis (lásd 4. ábra) van a technikai értékekkel együtt, és ezek közel 300 darab képletet, egyenletet tartalmaznak, a fúrás által harántolt szénhidrogén-tároló paramétereinek megállapítására. Ez tulajdonképpen a KISS rendszer geofizikai része. Sok helyen lehetőség van a képletek közötti választásra, kapcsolók segítségével. Így mindig a megfelelő feldolgozási folyamat választható ki.

Több helyen iterációval, javított konstansokkal és kevés ismétléssel érhető el a pontosabb eredmény. Tetszőleges számú mélységintervallum jelölhető ki, melyekkel más-más konstans és feldolgozás-típus lehet érvényben.

(10) *A ferdeség számítás* inputja a mért mélység, azimut, ferdeség, ebből derékszögű Descartes koordináta rendszerben és egyúttal polárkoordináta rendszerben számítja ki a koordinátákat, a fúrás felszíni talppontjához képest. A mélységcsökkenést szintén számítja a rendszer. A számítások végeredményét a ferdeségrajzoló alrendszer fel tudja dolgozni. A ferdeségrajzoló alrendszerrel a kút felszíni talppontjához viszonyítva derékszögű koordinátarendszerhez, tetszőleges léptékkel ($M1:125 - 1:500$), a mágneses északhoz viszonyítva tetszőleges irányban (azaz tetszőlegesen elforgatva) rajzolható ki line-printerrel a fúrás vízszintes vetülete, egyes mélységpontokkal megjelölve. Ez szemléletesen mutatja a fúrás geometriai elhelyezkedését, a táblázatok pedig a pontos kiértékelést teszik lehetővé.

(11) *Lyukterfogat számítás* esetén a tényleges, névleges lyukterfogatok és az extrém lyukátmérők kaphatók meg.

(12) *Statisztikus programcsomag* statisztikát készít a szelvényekről, korrelál szelvényeket, lineáris egyenletrendszereket old meg.

(13) *Terepi mágnesszalag beolvasó*. Digitálisan $1/2''$ -os szakagra rögzített terepi mérést tölt a munkaterületre.

(14) *VERSATEC kezelő*. A plot szalagok kirajzolását teszi lehetővé.

(15) *Összesítő táblázatok* készíthetők az adatsorokról egy speciális alrendszer segítségével.

(16) *Kisegítő rendszerek*. Nyomkövetést, perifériakezelést, a számítások kézbentartását, mélység ellenőrzési funkciókat látnak el.

3.3. A KISS rövid rendszerleírása

A 4. ábrán látható blokkvázlatból látni, hogy a rendszer a GLP interpreteren keresztül érintkezik a felhasználókkal, mely a nyelv értelmező programja, elemzője. A monitor tartja kezében az egyes alrendszereket, azok közti információ átadást, valamint az I/O átviteleket hajtja végre. Ezzel maximális periféria-ekvivalencia hozható létre. Csak az éppen futó alrendszerek

vannak a memóriában, az adatok a disc-en, munkaterületen vannak. Ezen operál az összes alrendszer egységesen. Könyvtározás egy cserélhető disc egységen történik. Lehetőség van EXEC-ek, GPL nyelvű programok tárolására is, melyek elindítása után a feldolgozás teljesen automatikussá válik. Ilyenkor operátori beavatkozás nélkül elkészül az összes előre beprogramozott plot, szelvény, számítás stb.

3.4. A GPL (Geophysical Programming Language) nyelv

Az ember-gép kapcsolat sok, és nem mindig könnyű problémáján segít egy olyan input kezelő program létrehozása, melynek kezelése könnyű, a parancsokat szöveges formában, könnyen megjegyezhető szavak, szósorozatok formájában közölhetjük a géppel.

Mnemonikus parancsok az operátor asszociációs készségéből is adódnak, így a szellemi robot „beszélgetéssé” válik.

A paraméterek, adatok, számok megadása tetszőleges formában lehetséges, a karaktersorozatok is szabadon írhatók, természetesen a nyelv szabályait betartva. Ez a lehetőség biztosítja azt, hogy az operátornak *ne kelljen ismernie* ezeket a gépi nyelveket és azok sajátosságait. A géppel való párbeszéd interaktív módon történik, a gép azonnal ellenőrzi a mondatokat, a hibákat jelzi, és azok rögtön kijavíthatók.

Az előzőekben vázlatosan ismertetett szabályoknak megfelelő nyelvet nevezünk *feladat orientált* programnyelvnek. A feladat orientáltság azt jelenti, hogy a mnemonikus parancsok az adott feladat terminológiájából kerülnek ki. A mondatok szerkezetét szintén a feladat határozza meg. (Jelenleg ez a szakág a geofizika). A mondatok szerkezete és sorrendje szabályokkal meghatározott, (ahogy az élő nyelvben is) és meghatározó jellegű az elvégzett feladatra nézve.

Így biztosított a gépi nyelvtől (itt *FORTRAN*, mivel jórészt a KISS ilyen programnyelven íródott) független kezelhetőség, az értelmező csak az általa jól ismert geofizikai terminológiában gondolkodhat.

Előre írhatók legyenek geofizikai feldolgozási programok. Ezek ugyanazon telep más-más kútjain futtathatók, mivel a feldolgozási séma és eljárások azonos telep miatt azonosak. Így az értelmezőnek csak a geofizikához közel álló kulcsszavakat kell megtanulnia, parancs módban irányíthatja a feldolgozást. A szelvényekre, konstansokra saját nevükkel hivatkozhat! Számokat, értékeket tetszőleges formában gépelhet be a gépbe. Itt egy pár soros mintát mutatunk be a *GPL* alkalmazására:

```
START
READ TG
READ NG
READ ROL
TAB ME TG NG
COUNT FILM FISD
PLOT ROL FILM 0-100 0-1
IF FILM > 0,1 STOP
GO TO 6
```

Az elkészült értelmezési végeredmény a könyvtárban tárolható, sűrített formában.

A könyvtározott forma:

- a feldolgozási folyamat (*GPL* nyelven),
- a mélységintervallumonkénti konstansok,
- az alapszelvények.

Ezen három információcsoport ismeretében a teljes feldolgozás reprodukálható a *GPL* nyelvű program futtatásával.

A korszerű mélyfúrású geofizikai (karotázs) értelmezés számítógépes feldolgozást igényel. Ennek érdekében készült el a *KISS* rendszer, amely a leggyakrabban előforduló litológiaiakra – a szelvényválasztéktól függő – értelmezési eljárásokat foglalja magába. A karotázs és a számítástechnikai szakág között teremt kapcsolatot a *GPL*.

IRODALOM

- [1] *Molnár G. – Kormos L. – Szerdahelyi G. – Dr. Kiss B.:* KAROTAGE INTERPRETER SUB-SYSTEMS-KISS (Újítási javaslat; Kőolajkutató Vállalat, Szolnok, 1982. szeptember)
- [2] *Tóth J. – Kiss B.:* Termelési kútszelvényezés (kútgeofizika). Production Well Logging (*PWL*) Kézirat, Szolnok, 1979. május.)
- [3] LOG INTERPRETATION CHARTS DRESSER ATLAS (Dresser Atlas Co, USA 1901. 1980)
- [4] *Poupon, A. – Clavier, C. – Dumanoir, J. – Gaymard, R. – Misk, A.:* Log Analysis of Sand-Shale Sequences – A Systematic Approach. (Journal of Petroleum Technology. July, 1970. 867 – 881 p.)
- [5] *Schmidt, A. W. – Land, A. G. – Yunker, J. D. – Kilgore, E. C.:* Application of the CORIBAND technique Complex lithologies. (The Log Analyst. Jan.-Febr. 1972. 21 – 36 p.)

Agyagos homokkő-formációk kvantitatív mélyfúrési geofizikai (karotázs) interpretációja

KISS BERTALAN* - KORMOS LÁSZLÓ*

Magyarországon a szénhidrogén-tároló telepek nagy része homokkő formációhoz kapcsolódik. Ezen homokkövek mélyfúrési geofizikai (karotázs), kőzettani, közzetfizikai jellemzőit foglaljuk össze.

Részletesebben foglalkozik a cikk a tárolókőzetek kvantitatív karotázs interpretációjával, az eddigi eredményekkel és a megoldandó feladatokkal.

Большая часть углеводородных залежей Венгрии приурочена к песчанникам. Авторы обобщают промыслово-геофизические, петрографические и физические свойства песчанников.

В статье подробно изложены количественная интерпретация данных каротажа продуктивных горизонтов, достигнутые результаты, предстоящие задачи.

The majority of hydrocarbon bearing reservoirs can be found in formations of sandstone lithologies in Hungary. The well logging, lithological and petrophysical characteristics of these sandstones are summarized here.

The paper discusses the detailed quantitative interpretation of these reservoirs presenting the results and pointing to the problems to be solved.

Magyarország keleti részén (az Alföldön) a szénhidrogén-tároló telepek nagy része homokkő formációkhoz kapcsolódik.

Ezen formációk alsó- és felsőpannoniai korúak. A mélyfúrési geofizika (karotázs) interpretáció szempontjából az alábbi jellemzőkkel bírnak:

- az egyes szénhidrogén-tároló telepek nem nagy vastagságúak ($H = 2 - 20$ m) és a telepen belül is rétegzettek, valamint egymás fölött, illetve alatt helyezkednek el (több telepes mezők);

- a legtöbb a laza, kevésbé cementált homokkövek csoportjába tartozik, a cementáló anyag karbonát, kvarc vagy agyag lehet;

- porozitásuk közepes és nagy ($> 10\%$), permeabilitásuk néhány mD -tól néhány ezer mD -ig terjed;

- a telepek shale-agyag (VSH), illetve clay-agyag (VCY) és aleurit (VSI) tartalma széles határok között változik;

- édes rétegvizet tartalmaznak ($RW = 0,1 \div 1,1$ ohmm között változik formáció hőmérsékleten: ez kb. egy nagyságrenddel nagyobb az iredalomból ismert mezők RW -jénél).

Az előzőekből látszik, hogy ezen homokkövek tárolóparamétereinek meghatározása a kvantitatív karotázs interpretáció egyik legnehezebb feladatai közé tartozik, mert:

- lazák, kevésbé cementáltak;
- erősen rétegzettek;
- agyagosak és édes rétegvizet tartalmaznak.

1. Az agyagos homokkövek kőzettani, közzetfizikai tulajdonságai. ([1], [2].)

A homokkövek széles határok között változó átmérőjű ásványszemekből állnak, amelyeket cementáló anyag köt össze. A homokkövek alkotóit szemcseméret alapján három frakcióra lehet bontani: homok, aleurit, agyag (clay).

* Kőolajkutató Vállalat, Szolnok

Az egyes frakciók mennyiségének megállapítására a szemcseméret – elemzések alkalmasak, de az egyes frakciók elhatárolása kérdésében a kőzettani irodalom nem egységes. A mélyfúrás geofizikai (karotázs) interpretáció szempontjából az agyag-aleurit határt ott kell megvonni, ahol az elektromos fajlagos ellenállás, a kation szelektivitás, a természetes gamma sugárzás, a hidrogénindex, az akusztikus terjedési idő, a sűrűség vagy legalább is ezen jellemzők nagyobb része jelentős változást mutat. A szelvényezési eljárásokból meghatározott kőzetfizikai jellemzőkre gyakorolt hatásuk alapján az 1. táblázatban összefoglalt szemcseátmérő tartományokat (frakciókat) különítik el.

1. táblázat – Таблица 1 – Table 1.

Szelvényezési eljárásokból meghatározott szemcseátmérő tartományok (frakciók)

Методы измерений в определенных диапазонах размера частиц (фракциях)

Grain size distribution determined from well logs

Szemcseátmérő (cm)	Frakció*
0,2	KAVICS
> 0,2 ~ 0,01	HOMOK
0,01 ~ 0,0005	ALEURIT
< 0,0005	AGYAG

A kőzetmintákon végzett vizsgálatok alapján a kavics és a homokfrakcióban uralkodó a kvarc, mellette földpát, csillám és dolomit szemcsék fordulnak elő jelentősebb mennyiségben. Az aleurit frakcióban a kvarchoz hasonló súllyal szerepelnek a földpátok és a csillámok. Az agyagfrakció különböző agyagásványokból és az előbb felsorolt ásványok kis átmérőjű szemcséiből áll. A cementáló anyag karbonát, kvarc vagy agyag lehet. A cementáltság mértéke nagyon változó (a laza, kézzel morzsolhatótól az erősen cementált, kalapáccsal nehezen széttörhetőig).

A kőzetet az uralkodó frakció alapján nevezik el, a névhez jelzőként hozzávéve a még jelentős mennyiségű frakciót (pl. agyagos homok).

A három legfontosabb kőzetfizikai jellemző a porozitás (*FI*), a permeabilitás (*K*) és a redukálhatatlan (maradék, kötött) víztelítettség (*SWR*) a következőképpen alakul:

– az uralkodó szemcseátmérő csökkenése nem eredményezi szükségszerűen a porozitás jelentős csökkenését, ha az agyagfrakció növekedése elhanyagolható,

– viszont a szemcseátmérő csökkenésével nő a kőzet fajlagos felülete, ezáltal nő a nedvesítő fázis (víz) redukálhatatlan telítettsége és csökken a permeabilitása. (Az aleurit tartalom növekedésével a redukálhatatlan víztelítettség a homokkövekéhez viszonyítva jelentősen megnő, eléri, sőt meg is haladhatja az *SWR = 50%*-ot.)

A szemcseátmérő, a fajlagos felület, a permeabilitás és a redukálhatatlan víztelítettség kvalitatív kapcsolatát a 2. táblázat mutatja. [1]

Az előzőeket támasztják alá – közvetve – az *I.a.b.c. ábrákon* bemutatott, fúrómagokon végzett laboratóriumi vizsgálati eredmények kapcsolatai.

Szemecseátmérő, fajlagos felület, permeabilitás és redukálhatatlan víztelítettség kvalitatív kapcsolata

Качественная зависимость между диаметром зерен, удельной поверхностью, проницаемостью и остаточной водонасыщенностью

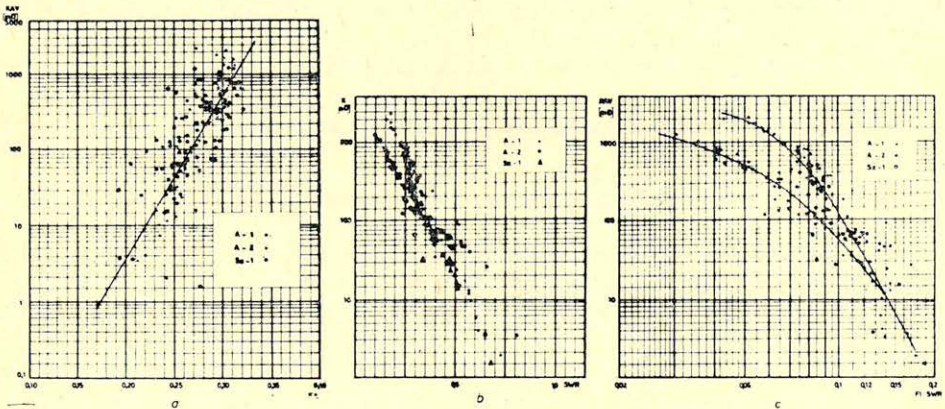
Qualitative relationship among grain size, specific surface, permeability and irreducible water saturation

Szemecseméret	Fajlagos felület	Permeabilitás	Redukálhatatlan víztelítettség (SWR)
NAGY ($> 0,2$ cm)	KICSI	NAGY (néhányszor 100 v. 1000 mD)	KICSI (10 ÷ 30%)
KÖZEPES ($0,2 \div 0,01$ cm)	KÖZEPES	KÖZEPES (néhányszor 10 v. 100 mD)	KÖZEPES (30 ÷ 50%)
KICSI ($0,01 \div 0,0005$ cm)	NAGY	KICSI (néhány mD)	NAGY (50 ÷ 70%)

A clay-agyag a tárolóközetekben alapvetően két formában jelenik meg:

- *diszperz* (szórt), akkor az agyag eloszlása szempontjából a kőzet izotróp;
- agyagsíksík, ekkor az agyag eloszlása szempontjából a kőzet anizotróp.

1.1. A *diszperz agyagról* feltételezzük, hogy részecskéi a kőzetalkotó ásványszemek felületén agyagburkot képeznek. Az agyagburok az agyagfrakciói ásványszemekből és az ezek közül kialakuló hidrátburokból áll. Az *agyag szerkezetéből*



Geo 83/13-1

1. ábra. Laboratóriumi fúrómag mérések eredményei.

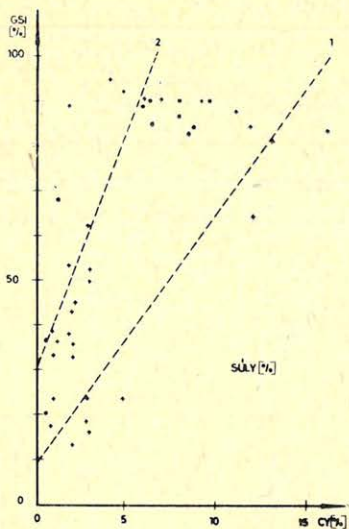
a) Porozitás (FI) abszolút permeabilitás (KAV); b) Redukálhatatlan víztelítettség (SWR) – abszolút permeabilitá (KAV); c) FI – SWR – KAV kapcsolatának vizsgálata.

Рис. 1. Результаты лабораторных измерений кернов

- a. Пористость (FI) – абсолютная проницаемость (KAV).
 б. Неснижаемая водонасыщенность (SWR) – абсолютная проницаемость (KAV).
 в. Анализ связи FI – SWR – KAV .

Fig. 1. Results of laboratory core analysis.

a) Porosity (FI) vs absolute permeability (KAV); b) Irreducible water saturation (SWR) vs absolute permeability (KAV); c) Analysis of FI – SWR – KAV relationship.



Geo 83/13-2

2. ábra. Diszperz agyaggal szennyezett homokkőformációk két fő – csoportja:

1. a clay-agyagtartalom nagymértékű növekedésekor kerül túlsúlyba az aleurit frakció; 2. a clay-agyagtartalom kismértékű növekedése mellett az aleurit frakció lényegesen nő.

Рис. 2. Две главные группы, загрязненных рассеянными глинами, песчаников

1. преобладание алевритовой фракции со значительным увеличением содержания глины.
2. значительное возрастание алевритовой фракции при небольшом увеличении содержания глины.

Fig. 2. Two basic groups of sandstones contaminated with dispersed clay

1. Silt fraction is prevalent with major increase in clay content; 2. Major increase in silt fraction caused by slight increase in clay content.

következően *fajlagos felülete jóval nagyobb*, mint a szemcseméretből becsülhető érték. Ezért az agyag által megkötött hidrátburok jelentősen megnöveli a kőzet redukálhatatlan víztelítettségét.

A hidrátvíz mellett az agyag kristályvizet is tartalmaz, amelynek mennyisége az agyagásvány fajtájából és az agyagra ható nyomástól függ. Az agyagban megkötött mozgásképtelen vízmennyiségnek a teljes agyagtérfogatra vonatkoztatott értékét agyagporozitásnak (*FISH*) nevezik.

Az agyagmentes kőzetekhez viszonyítva csökken a porozitás és a permeabilitás, ez utóbbi jelentős mértékben.

A diszperz agyaggal (clay) szennyezett permeabilis kőzeteket két fő csoportba lehet sorolni. (2. ábra):

- a clay-agyagtartalom nagymértékű növekedésekor kerül túlsúlyba az aleurit frakció,
- a clay-agyagtartalom kismértékű növekedése az aleuritfrakció lényeges növekedését eredményezi.

A mélyfúrás geofizikai „agyagot” (shale-agyag) 50% körüli agyag és 50% körüli aleurit-frakció jellemzi. Az uralkodó agyagásvány a montmorillonit és az illit.

1.2. A *homokkő* és *agyagsíkokból* álló kőzet (sandwich) az agyag tulajdonságait illetően eltérő a diszperz agyagtól, mivel ez esetben az agyagsíkok voltak kitéve a geostatikus nyomásnak, így nagy mennyiségű víz távozott belőlük. Ebből következik, hogy az agyagsíkok porozitása kisebb a diszperz agyagénál.

Feltételezhetjük, hogy a clay-agyagsíkokkal sűrűn tagolt permeabilis kőzetek elsősorban aleuritok és ezek tartalmazznak diszperz eloszlású agyagot.

2. Az *agyagos homokkőformációk néhány mélyfúrás geofizikai (karotázs) jellemzője*. [2]

2.1. A *diszperz eloszlású agyaggal* szennyezett permeabilis rétegekkel szemben a természetes potenciál (*SP*) és a természetes gamma (*TG*) szelvények indi-

kációi gyakran „ellentmondanak” egymásnak. A természetes potenciál alig változik, miközben a természetes gamma intenzitás jelentősen emelkedik. (3. ábra).

Ilyen esetekben a szénhidrogén-tároló rétegek elektromos fajlagos ellenállása (RT) a természetes gamma szelvényt követi „ellentétes értelemben”. (Gáztárolás esetén a neutron porozitás „követi” a TG változásait.) Az agyag (clay) frakció mellett van jelentős mennyiségben aleurit, melynek a TG intenzitása a homok frakcióénál jóval nagyobb és jelenléte a szénhidrogén-tároló réteg elektromos fajlagos ellenállását (RT) csökkenti és gáztárolóknál neutron porozitását (FIN) növeli, miközben a clay-agyagtartalom csak kismértékben emelkedik. Ez szemléletesen bizonyítja, hogy a TG szelvény egymagában nem alkalmas a clay-agyagtartalom meghatározására, és még akkor sem ad egyértelmű eredményt, ha az agyagszennyezés fajtáját ismerjük. Ennek az az oka, hogy a TG intenzitás a clay-agyag és az aleurit frakció együttes hatásának eredménye. Az SP elégíti ki azt a követelményt, hogy az agyagnál nagyobb frakciók diffúziós-adszorpciós aktivitása már csak kismértékben csökken. Kimutathatók továbbá karbonátban feldúsult szakaszok, ami csökkenti a porozitást, a permeabilitást, miközben az SP és a TG változatlan marad. E feldúsulás oly mértékű is elérhet, hogy a kőzet impermeabilissá válik, ekkor az SP kitérés az agyag-alapvonalhoz közelít, de a TG szinte változatlan marad.

A szénhidrogén-tároló rétegek kijelölésénél egyik alapvető adat a rétegek elektromos fajlagos ellenállása (RT), ennek interpretációja feltételezi a cementációs faktor (BM), a szaturációs exponens (BN) és a porozitás (FI) – formációfaktor (F) összefüggésben szereplő konstans (BA) – tortuozitási együttható – ismeretét.

A fentiekre laboratóriumi mérésekből a 3. táblázatban összefoglalt eredményeket kapták. [5]

Az eredmények igazolják a következőket:

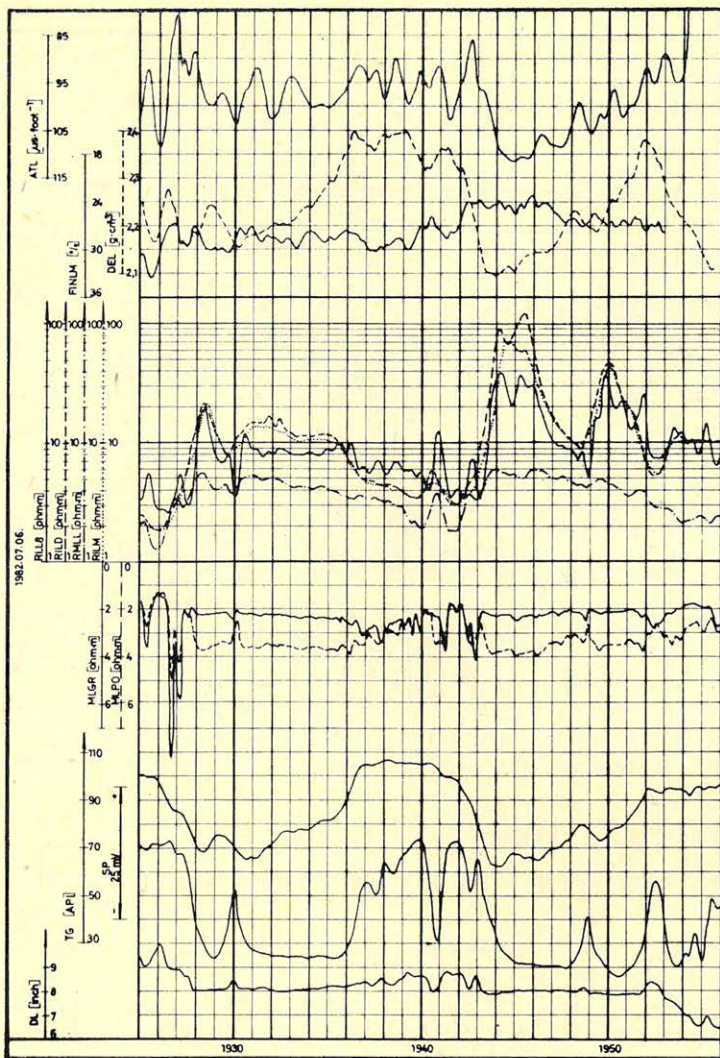
– a laza, kevésbé cementált homokkövek csoportjába tartoznak ($BA > 1$, $BM < 2$),

– szennyezettek (a formációfaktor – porozitás összefüggés telítővíz-koncentráció függő), (4. ábra);

– a cementációfaktor (BM), a tortuozitási együttható (BA) és a szaturációs exponens (BN) – a mérések és számítások módja miatt egymástól nem független paraméterek. (Ha pl. a BM -et „tisztá” cementáció faktorként kezeljük, akkor a telítővíz sókoncentrációjának változásával nem szabadna változnia. Ugyanez vonatkozik a szaturációs exponensre is.)

Az említett problémák, valamint a szennyezettség (agyag, aleurit) hatásának nem pontos ismerete miatt a szelvényértelmezésnél a laboratóriumi adatok nem mindig használhatók fel korrekció nélkül.

2.2. A homokkő és agyagcsikokból álló kőzet agyagtartalmát (VSHP) nem szabad a diszperz agyagtartalom meghatározással egyezően végezni. Erre az esetre mind a természetes potenciál (SP), mind a természetes gamma (TG) szelvények interpretációjánál más formulákat célszerű alkalmazni. Az agyagcsikok jelenléte a víztároló kőzetek elektromos longitudinális fajlagos ellenállását csökkenti és a különböző kőzettani és kőzetfizikai jellemzőjű kőzetek ezen tulajdonságai egyre közelebb kerülnek egymáshoz. Az agyagcsikok mennyiségének



Geo 83/13-3

3. ábra. A clay – agyag és az aleurit frakció, illetve a karbonátosodás hatása a természetes gamma (TG), a természetes potenciál (SP), a porozitáskövető ($N - AT - DE$) és a szaturációs ($RILD, RILM, RLLS, RMLL$) szelvényekre.

Рис. 3. Влияние глинистой и алевритовой фракций а также карбонатности на каротажные кривые естественного гамма (TG), естественного потенциала (SP) каротажа, на кривые каротажа пористости ($D - AT - NE$) и насыщенности

Fig. 3. Effect of clay and silt fraction and carbonatization on gamma ray (TG), spontaneous potential (SP), porosity ($N - AT - DE$) and saturation ($RILD, RILM, RLLS, RMLL$) LOGS.

növekedése – szénhidrogén-tároló kőzetekben – az ellenállás erőteljes csökkenését eredményezi és ez együtt jár a paraméternek a víztelítettség iránti érzékenysége csökkenésével.

Laboratóriumban – fúrómagmérésekből – meghatározott tortuozitási együttható (*BA*), cementációs faktor (*BM*) és szaturációs exponens (*BN*) néhány mezőben

Величины коэффициента tortuозности (*BA*) фактора цементации (*BM*) и показателя насыщенности (*BN*) определенные в лаборатории по кернам для отдельных месторождений

Tortuosity (*BA*) and cementation (*BM*) factors, and saturation exponent (*BN*) derived from laboratory core analysis for some fields

Mező	Telítővíz sokone. (g/l)	BA	BM	BN	Porozitás (%)		Vizsg. (db)	Kor
					min	max		
ALG	3,3	1,41	1,78	–	4,6	21,1	134	AP
	11,5	1,12	1,88	1,38	4,2	21,4		
	70,0	1,00	1,90	1,40	4,5	20,6		
ALG	3,3	0,71	1,78	–	12,4	35,5	178	FP
	11,5	1,52	1,48	1,12	12,8	35,8		
	70,0	1,70	1,65	1,42	12,5	35,0		
END	3,3	2,10	1,09	–	0,7	18,1	55	AP
	11,5	2,41	1,13	1,48	0,5	18,5		
	70,0	2,26	1,36	–	0,4	18,8		
FSZ	3,3	3,70	0,62	–	8,2	24,1	72	AP
	11,5	2,10	1,17	1,41	9,0	24,0		
	70,0	2,30	1,29	1,63	7,5	24,5		
KIS	3,3	1,56	1,27	–	1,8	28,9	10	AP
	11,5	1,72	1,38	0,84	1,1	28,8		
	70,0	1,31	2,90	–	1,0	29,7		
KUNSZ	3,3	–	1,97	–	3,0	8,0	20	AP
	11,5	0,41	1,71	2,05	1,9	8,4		
	70,0	1,15	1,64	–	3,1	9,1		
NAKO	3,3	2,40	1,00	–	12,6	17,7	13	AP
	11,5	1,50	1,41	1,49	12,9	18,2		
	70,0	1,30	1,63	–	8,0	17,7		

AP – alsó pannóniai, FP – felső pannóniai.

3. A mélyfúrési geofizikai (karotázs) interpretáció főbb lépései.

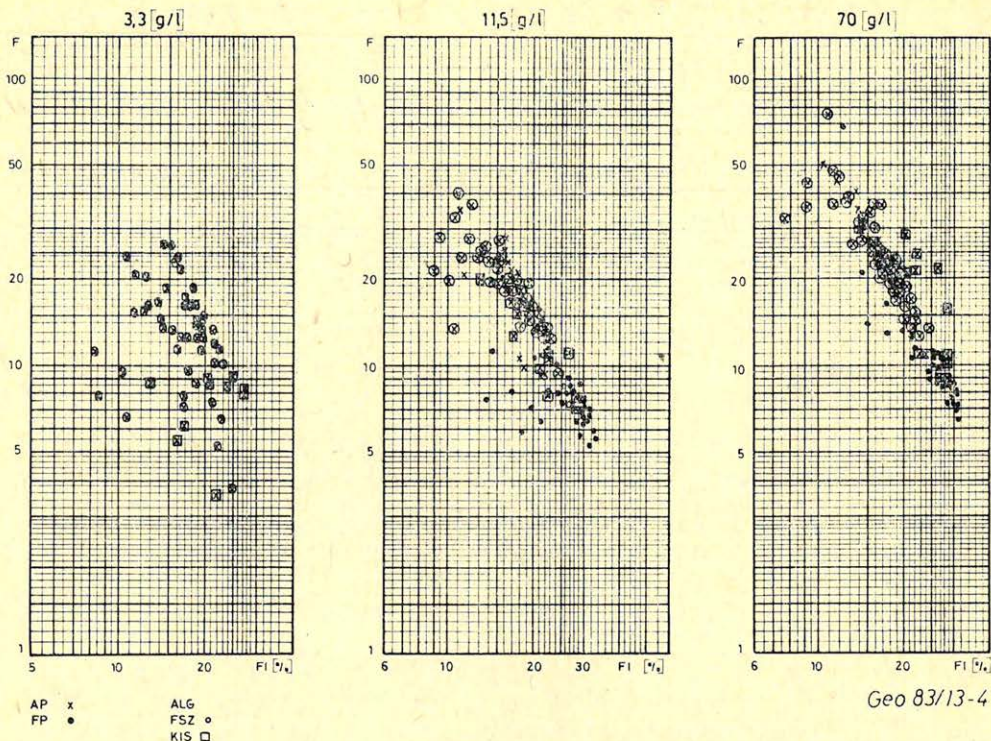
A mélyfúrési geofizikai szelvényanyagot, legfontosabb interpretációs feladataik figyelembevételével, az alábbiak szerint csoportosítjuk:

(1) Litológiai szelvények:

- természetes potenciál (*SPL*);
- természetes gamma (*TGL*);
- mikrológ (*ML*);
- lyukátmérő (*DL*).

(2) Porozitáskövető szelvények

- neutron (mészkö) porozitás (*FINLML*);
- sűrűség (*DEL**);
- akusztikus terjedési idő (*ATL**).



4. ábra. Formációfaktor – porozitás kapcsolat különböző sókoncentrációjú telítővizek esetén.
 Рис. 4. Связь фактора формации и пористости в случае различной минерализации пластовой воды

Fig. 4. Relationship between formation resistivity factor and porosity for filling waters with different salt content.

(3) Szaturációs szelvények

- mélybehatolású laterolog-ok (*LLD*),
 optimális laterolog (*OL*), laterolog deep (*LLD**)
- mélybehatolású indukciós (*ILD**);
- közepes behatolású laterolog-ok (*LSS**);
 pseudolaterolog (*PLH*),
 pseudolaterolog „rövid” (*PLR*),
 laterolog short (*LSS**);
- közepes behatolású indukciós (*ILM**);
- sekély behatolású laterolog-ok
 laterolog δ (*LLS**),
 mikrolaterolog (*MLL*).

(4) Technikai szelvények

- hőmérséklet (*CETEL*)
 (cementpalást tető meghatározása céljából);
- akusztikus cementlog (*CEBL*);

* Dresser Atlas Industries gyártmányok, amelyeket 1982. év közepe óta használunk.

- lyukátmérő (DL)
(lyukterfogat meghatározása céljából);
- lyukferdeség (DV) és azimut (AZ);
- rétegdőlés ($DIPLOG^*$).

3.1. A szénhidrogén-kutató fúrások karotázis szelvényanyagának interpretációja a folyamatábra (5. ábra) szerint történik, amely követi a [4]-ben leírt vázat.

A folyamatábrához a következő magyarázatokat szükséges hozzáfűzni:

- jelenleg az interpretáció a shale-agyag modell alapján történik;
- a rétegsor tagolását döntően a litológiai szelvények alapján végezzük el, felhasználva ennél az agyagindikátor-rendszerből meghatározott agyagtartalmat is;
- a permeabilis rétegek csoportokba sorolása a rétegvíz elektromos fajlagos ellenállása (RW) és az agyag típusa alapján történik (egy csoportba azok a rétegek kerülnek, amelyek rétegvízének sóösszetétele és a főkomponensek mennyisége, vagy az agyagásvány típusa egyező vagy hasonló);
- az alapadatok (RW , BA , BM , BN részben), valamint az agyag- és mátrix-jellemzők megállapítását frekvencia ($PLOF$)- és Z -plot-ok ($PLOZ$) alapján végezzük (6.a.b.c.d. ábrák);
- a porozitás (FI) meghatározása agyag- és szénhidrogén-hatás, a víztelítettség pedig agyag-hatás korrekcióval történik;
- a porozitáskövetők agyag- és rétegtartalom-korrekciója után ellenőrizzük az egyes szelvényekből számított effektív porozitás értékeket, ezek eltérése átlagosan nem haladhatja meg a ± 1 porozitás %-ot, ellenkező esetben az agyag- és mátrix-jellemzőket pontosítjuk, majd az effektív porozitásértékeket iterációs eljárással javítjuk;
- a számított víztelítettség (SW) értékek helyessége elsősorban a víztároló szakaszokon ellenőrizhető (ahol $SW = I$), ezt megerősítheti a szénhidrogén-víz fázishatár megbízható kijelölése és egyezése a rétegvizsgálati eredményekkel; mindezekből az is következik, hogy az ún. szaturációs szelvények (RT , RXO)
- a vizes szakaszokon: $SW = I$ – „porozitáskövetővé válnak”, illetve a pontos szelvényértelmezés meg is kívánja, hogy azzá váljanak;
- ezután következik a redukálhatatlan víztelítettség (SWR) meghatározása és a permeabilitás (K) becslése.

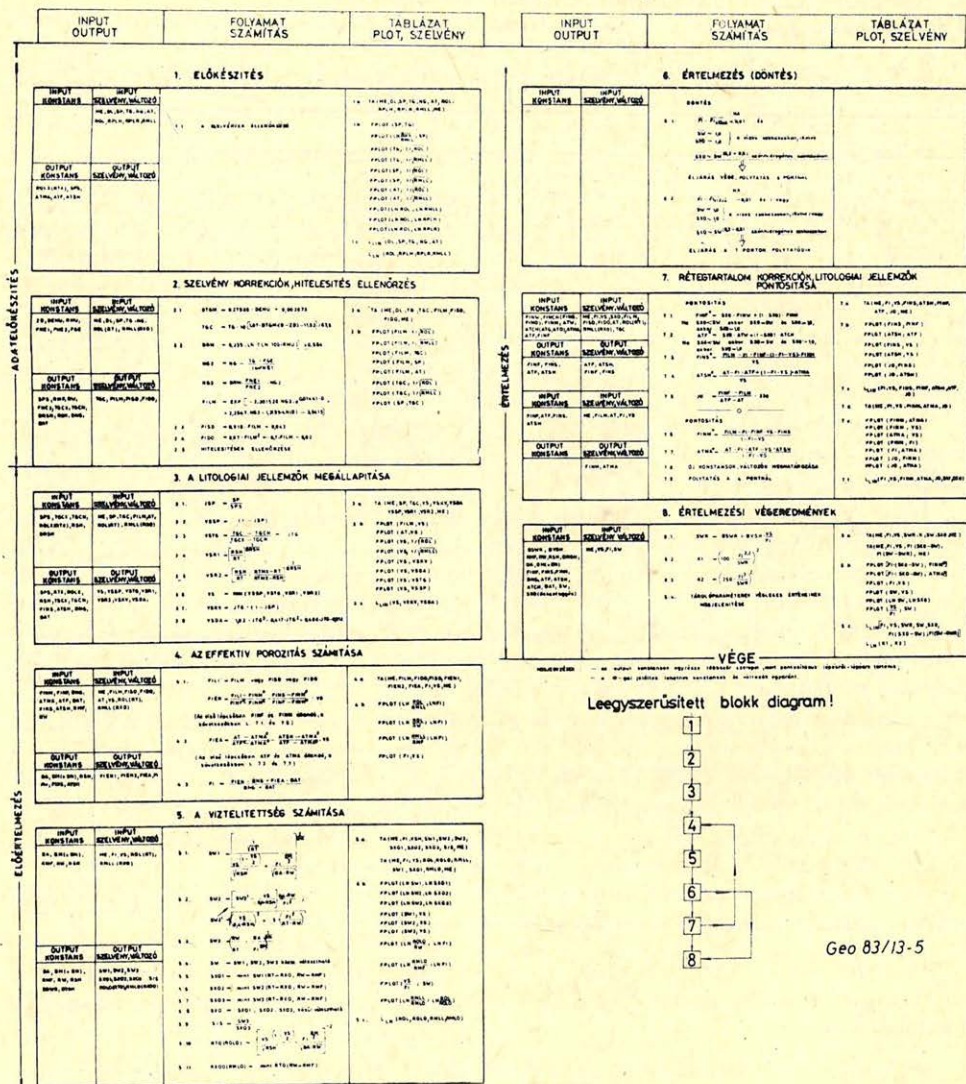
A számított értékek értelmezésénél figyelembe kell venni a vizsgált és a környező fúrásokból származó földtani, teleptani, fúrástörténeti (ún. kiegészítő) információkat:

- földtani napijelentéseket, amelyek az átfúrt rétegekről, az iszapban megjelenő szénhidrogénekről, értelmezési szempontból fontos fúrási eseményekről (pl. iszapnyelő zónák átfúrása és kizárásának módja) informálnak;
- a kőzetminták laboratóriumi vizsgálatának eredményeit;
- a környező kutak rétegvizsgálati eredményeit összevetve a mélyfúrás geofizikai (karotázis) értelmezéssel és a mért szelvényekkel.

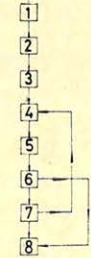
Végül a mélyfúrás geofizikai értelmezést (szakvéleményt) a szelvényekből számításokkal kapott eredmények és a „kiegészítő információk” alakítják ki, illetve támasztják alá.

3.2. Agyagos homokkő formációkban jelenleg az alábbi tároló-paramétereket határozzuk meg (7. ábra):

FOLYAMATÁBRA
elsődleges porozitású szénhidrogéntartólok
mélyfúrási geofizikai szelvényeinek feldolgozásához



Leegyszerűsített blokk diagram!



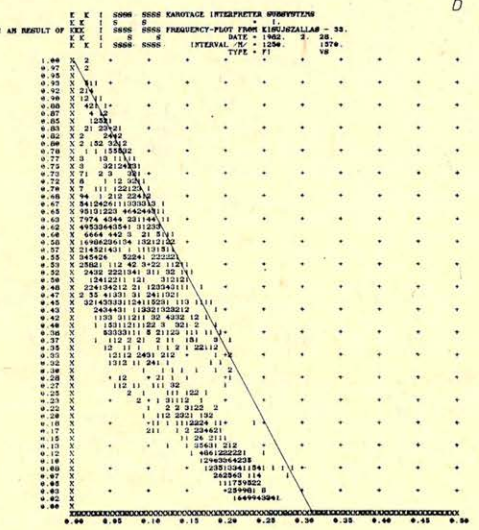
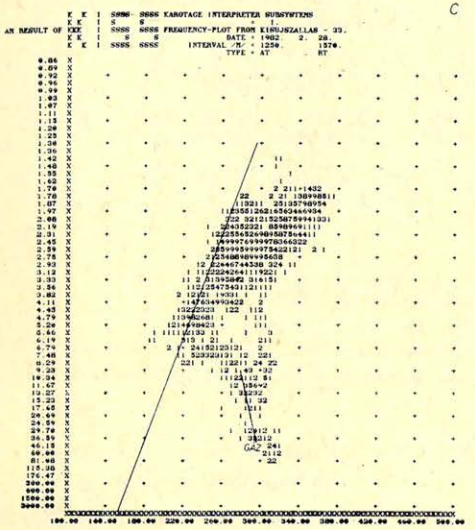
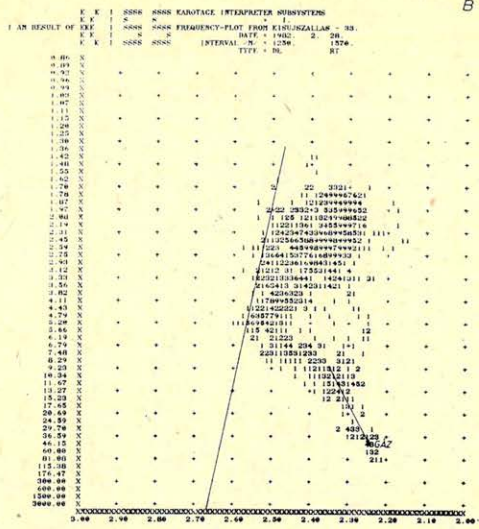
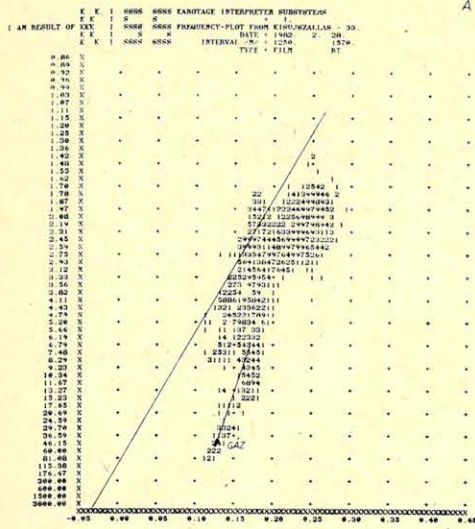
Geo 83/13-5

5. ábra. Szénhidrogén-kutató fúrások mélyfúrasi geofizikai szelvényei számítógépes feldolgozásának folyamatábrája, homokkő formációkra.

Рис. 5. Система обработки на ЭВМ кривых промысловой геофизики в нефтяных скважинах для песчаных формаций

Fig. 5. Flow-chart for computerized process of well logs run in hydrocarbon exploring wells with sandstone formations.

- effektív vastagság (HE),
- effektív porozitás (FI),
- shale-agyagtartalom (VSH),



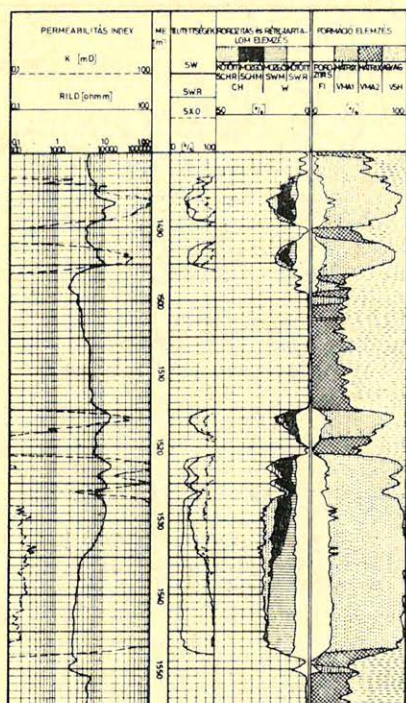
Geo 53/13-6

6. a, b, c, d ábra. A szelvényfeldolgozás során nyert jellegzetes frekvencia-plot-ok.

Рис. 6. a, b, c, d. Вывод частот, полученных в процессе обработки кривых

Fig. 6. a, b, c, d. Frequency-plots derived from well log processing

- kőzetösszetétel (VSD-homok, VLM-karbonát tartalom),
- redukálhatatlan víztelítettség (SWR),
- összes víztelítettség (SW), illetve mozgó víztelítettség (SWM = SW - SWR),
- kisépért zóna víztelítettség (SXO), illetve redukálhatatlan szénhidrogén-telítettség (SCHR = I - SXO),
- becslült permeabilitás (K).



7. ábra. A homokkő formációk szelvény elemzéséből kapott tárolóparaméterek és szelvényeszerű megjelenítésük.

Рис. 7. Параметры коллектора, полученные при интерпретации кривых песчанниковых формаций, и их профильное представление

Fig. 7. Reservoir parameters — obtained from sandstone formation log analysis — and their log presentation.

Geo 83/13-7

4. A mélyfúrású geofizikai értelmezés (karotázs) néhány problémája

Már a szelvényezésnél jelentkezik néhány probléma, mert a laza, kevésbé cementált, nagy porozitású homokkő formációkban a jó minőségű szelvények felvétele is gondot okoz:

- az akusztikus szelvény gyakran fázisugrásos (cycle skipping),
- a neutron szelvényeken megnő a statisztikus ingadozás okozta hiba,
- a sekély elárasztás miatt nagy a rétegtartalom hatás (gyakran a mikrolog szelvényeken is kimutatható).

A diszperzen agyagos homokkő formációk kvantitatív mélyfúrású geofizikai interpretációja döntően tisztázott, azonban az effektív porozitás csökkenésével, illetve az agyagtartalom növekedésével — a kettő rendszerint együtt jár — a számított effektív porozitás értékek megbízhatósága csökken, mert:

- nő a számított effektív porozitás relatív hibája;
- az agyagtartalom növekedésével (az agyag „in situ” jellemzőinek — *RSH*, *FINSH*, *ATSH* — nem kellő ismerete miatt) az agyagtartalom korrekciók nem kompenzálják pontosan az agyag hatásait;
- az édesvíz jelenléte az agyagtartalom kedvezőtlen hatásait növeli.

További problémát jelent magas agyagtartalmaknál ($VSH > 30\%$) a víztelítettség meghatározása, mert:

- a szénhidrogén-tároló réteg nagyobb elektromos fajlagos ellenállása – „a kisebb elektromos vezető felület” – miatt ellenállásszelvényezéskor nagyobb az elektromos térerősség, ezért az agyag ún. kettős rétegeiből több ion szakad le és vesz részt az elektromos vezetésben, mint a víztárolóknál; emiatt a magas agyagtartalmú szénhidrogén-tároló rétegek jelentős részének elektromos fajlagos ellenállása megegyezik, vagy csak valamivel nagyobb, mint a víztároló szakaszoké (4. táblázat).

Szénhidrogén-termelő rétegek elektromos fajlagos ellenállása (RT), (egy pannóniai homokkövekből termelő mezőben).

4. táblázat – Таблица 4. – Table 4.

Szénhidrogéntermelő rétegek elektromos fajlagos ellenállásának (RT) eloszlása egy – pannoni homokkő formációkból – termelő mezőben

Распределение удельного электрического сопротивления (RT) нефтегазоносных пластов на месторождении, дающем добычу из паннонских песчаников

Distribution of specific electrical resistivity (RT) for hydrocarbon bearing formations in a field producing sandstone zones of pannonian age

Elektromos fajlagos ellenállás – RT (ohm)	Gyakoriság (%) a mező	
	ÉNY-i részén	DK-i részén
4 ÷ 5	–	2
5 ÷ 7,5	13	48
7,5 ÷ 10	18	20
10 ÷ 20	30	25
20 ÷ 50	36	5
> 50	3	–

A kevésbé agyagos víztároló homokkövek elektromos fajlagos ellenállása általában 4–8 (ohmm) között változik. Látható, hogy a szénhidrogén-termelő rétegek jelentős részének elektromos fajlagos ellenállása ugyanaz, vagy csak valamivel nagyobb, mint a tisztább víztárolóké. A víztároló kőzetben a számítások szerint a diszperz agyagszennyezés növekedése – egyes mezőkben – a kőzet elektromos fajlagos ellenállásának kismértékű növekedését okozza [2].

5. Következtetések

5.1. Az agyagos homokkövek interpretációját eddig – nagyrészt – a hagyományos elvek alapján végeztük. Az interpretáció hatékonyságának fokozására javítani kell az *agyagtartalom meghatározásának pontosságát*. Be kell vezetni a *shale-agyagnak* (VSH) a *clay-agyagra* (VCY) és *aleuritra* (VSI) való felbontását.

5.2. *A hagyományos agyagindikátorokon túlmenően már eddig is eredményesen alkalmaztuk a*

$$VSH = \left(1 - \frac{SPP}{SPS} \right) JTG$$

összefüggést, ahol:

$$JTG = \frac{TG - TGMN}{TGMX - TGMN}$$

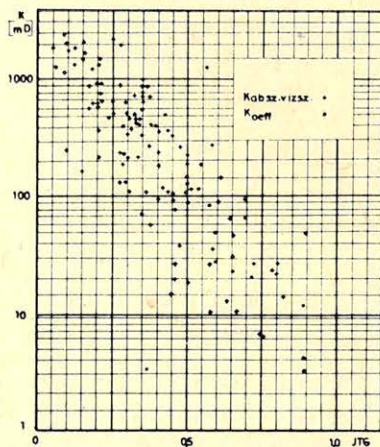
A továbbiakban szeretnénk felhasználni ezirányú eddigi vizsgálati eredményeinket (8. a.b. ábrák).

5.3. A szénhidrogén-tároló rétegek kijelölésénél egyaránt fontos, mind a kőzetek *agyagtartalmának és szennyezés* formájának, (diszperz, csikozott) mind az *aleurit mennyiségének* az ismerete.

A tároló ipari értékének megállapítása megkívánja még az elektromos fajlagos ellenállás szelvények analitikusabb interpretációját (jobb kőzetmodell-t) és az ellenállás paraméterek (*RT, RXO, DI/D*) pontosabb meghatározását is.

5.4. Eddig diszperz agyagos eljárásokat alkalmaztunk, egyes kőzetekben valószínűleg a *csikozott agyagos* (sandwich) modell – amely irodalomból kevésbé ismert – pontosabb eredményeket szolgáltat majd.

5.5. További pontosítást igényelnek a *telítettség (SW, SXO)* formulák, hogy a víztároló szakaszokon valóban „porozitáskövetővé” váljanak.

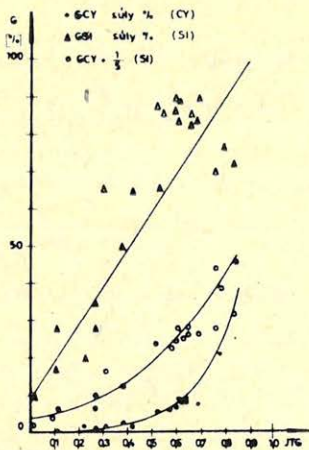


Geo 83/13-8a

8.a. ábra. A relatív természetes gamma (*JTG*) indikáció és a fúrómagokon mért abszolút permeabilitás (*KAV*) kapcsolata.

Рис. 8.а. Связь между индикациями относительного естественного гамма-каротажа и значениями, измеренной на кернах абсолютной проницаемости

Fig. 8.a. Relationship between relative gamma ray readings (*JTG*) and absolute permeability (*KAV*) measured on cores.



Geo 83/13-8b

8.b. ábra. A fúrómagminták szemese méret eloszlásából meghatározott agyag- és aleurit-tartalom (súly%) kapcsolata a relatív természetes gamma (*JTG*) indikációval.

- 1 – aleurit-tartalom (*GSI*) súly %;
- 2 – agyag-clay (*GCY*) súly %;
- 3 – $GCY + \frac{1}{5} GSI$ (azzal a feltételezéssel készült, hogy az agyag *TG* sugárzása 5-szöröse az aleuriténak).

Рис. 8.б. Связь, определенного по распределению размера зёрен в керне, содержания глины и алеурита с индикациями относительного естественного гамма-каротажа (*JTG*)

1. – содержание алеурита *GSI* вес в %.
2. – глина (*GCY*) вес в %.
3. – $GCY + \frac{1}{5} GSI$ (в предположении, что излучение *TG* глины в 5раз больше, чем алеурита).

Fig. 8. b. Relationship between clay and silts content determined from grain size distribution o cores (in vol. P. c.) and relative gamma ray readings (*JTG*)

1. Silt content (*GSI*) in weight p.c.;
2. Clay content (*GCY*) in weight p.c.;
3. $GCY + \frac{1}{5} GST$ (assuming that the *TG* intensity of clay is five times that of silt.)

IRODALOM

- [1] Kiss B.: A metamorf kőzetanyagú szénhidrogén-tárolók mélyfúrású geofizikai jellemzői és interpretációjuk. (Egyetemi doktori értekezés. Szolnok, 1980.)
- [2] Szűlággyi E.: Az agyag- és leurit-frakció szerepe az algyői felsőpannoniai tárolókőzetek kőzetfizikai tulajdonságainak kialakításában. (Magyar Geofizika IX. évf. 6. sz. Budapest 1968.)
- [3] Szűlággyi E. – Kiss B.: Fejezetek a mélyfúrású geofizika gyakorlatából II. (Tankönyvkiadó. Budapest, 1976.)
- [4] Kiss B. – Molnár G.: Mélyfúrású geofizikai (karotázs) szelvények feldolgozásának rendszere (Karotage Interpreter Subsystems-KISS.) (Lásd ugyanitt.)
- [5] Czeglédi I-né: Kőzetminták karotázs-laboratóriumi vizsgálatának eredményei. (OGIL jelentések. Budapest, 1972 – 1979.)

Statisztikus értelmezési eljárások homokkő formációkra

KISS BERTALAN*—KORMOS LÁSZLÓ*

Az utóbbi években egyre nagyobb igény mutatkozik a kvantitatív karotázs interpretáció által szolgáltatott adatok iránt olyan területeken is, ahol a nagyjából régen készült hiányos szelvényválaszték — az ismert módszerekkel — ezt nem teszi lehetővé.

Az alábbiakban vázolt eljárás geológiailag jól korrelálható területeken, elsősorban homokkő formációkban szolgáltató megbízható eredményt.

Előállíthatók — utólagosan — szintetikus szelvények, melyeknek a fúrólukban történő felvételére már nincs mód. Lehetővé válik egy eltérően — hiányosan — szelvényezett kutatási terület hasonló módon és hasonló minőségben történő mélyfúrású geofizikai feldolgoása.

За последние годы все больше возрастает потребность в получении данных численной интерпретации каротажа и на тех территориях, где имеются замеренные давно и в большей части неполные кривые, неинтерпретируемые известными способами.

Ниже описываемый метод дает довольно надежные результаты на геологически хорошо коррелируемых территориях и в первую очередь для песчаников.

Вычисляются синтетические кривые для таких скважин, где проводить замеры уже невозможно. Открывается возможность провести промыслово-геофизическую обработку таким же методом и такого же качества и территорий с неполным набором каротажных кривых.

In the years past an increasing demand has arisen for the quantitative data supplied by the well log interpretation for even such fields, where the united variety of logs run earlier does not allow to produce those data by using the known methods.

The process described below gives reliable results particularly in sandstone formations found in areas with good geological correlation.

Subsequently synthetic logs can also be produced where there is no longer any way to run logs in the well. This method makes possible processing an area in similar way and quality even if it had been logged adversely and incompletely.

I. Bevezetés

Az utóbbi években egyre nagyobb igény mutatkozik a kvantitatív karotázs interpretáció által szolgáltatott adatok iránt. Az alkalmazható értelmezési eljárás és ennek függvényében a meghatározható paraméterek száma, pontossága és megbízhatósága a rendelkezésre álló szelvényválasztéktól, a szelvények minőségétől és a litológia összetételétől függ. A komplex mennyiségi szelvényértelmezéshez szükséges három porozitáskövető szelvény (*ATL*-akusztikus terjedési idő, *DEL*-közetsűrűség, *NL*-neutron szelvény) közül az utóbbi évekig általában csak egy állt rendelkezésre. Esetenként készültek *ATL*, illetve *DEL* szelvények is.

Az idén üzembe helyezett *Dresser Atlas* szelvényező berendezéssel, valamint a hazai fejlesztésű, kompenzált (háromparaméteres) neutron és akusztikus szondákkal mért szelvények már kielégítik az interpretációs igényeket.

Egy adott területen levő szénhidrogén-telepek teljes területi feldolgozása során maximum egy-két — az utóbbi időben lemélyített és szelvényezett — fúrásban áll rendelkezésünkre a teljes szelvényválaszték. A többi fúrásban hiányos, esetenként hibákkal terhelték a szelvények. Az ismert értelmezési eljárások

* Kőolajkutató Vállalat, Szolnok

nem teszik lehetővé az egész területnek a kompletten szelvényezett fúrás értelmezéséhez hasonló módon és hasonló minőségben történő mélyfúrás geofizikai feldolgozását.

Szeizmikus interpretációs feladat megoldásához igény merült fel akusztikus és sűrűség szelvények iránt, egy adott terület minden feldolgozandó fúrásában. E szelvények hiányában megpróbálkoztunk szintetikus előállításukkal.

Mindezek a problémák és feladatok tették szükségessé egy olyan eljárás kidolgozását, melynek eredményét olyan paraméterek meghatározására használhatjuk fel, melyeknek számítása az ismert módszerekkel – az adott, hiányos szelvényválaszték mellett – nem lehetséges.

2. Az eljárás kialakítása a rendelkezésre álló adatoktól függően

A tárolóparaméterek származásától függően – fúrómag-mintákon *mért* közetfizikai, illetve mélyfúrás geofizikai szelvényekből *számított* adatok – alapvetően két lehetőség van az eljárás kialakítására.

2.1. Fúrómagok laboratóriumi vizsgálati eredményeinek felhasználása.

A fúrómagokon elvégzett laboratóriumi vizsgálatok általában az alábbi közetfizikai adatokat, összefüggéseket szolgáltatják:

- porozitás (FI),
- abszolút permeabilitás (K),
- kapilláris nyomásgörbe (Pc), víztelítettség (SW) – $Pc = f(SW)$.

A kapilláris nyomásgörbék, a porozitás és az abszolút permeabilitás felhasználásával az egyes telepeken, a szénhidrogén-, víz-, fázishatár ismeretében megállapítható a víztelítettség (SW) eloszlás és az egyes telepszakaszokon a maradék víztelítettség (SWR) is. (A kapilláris nyomásgörbe nyomás tengellyel párhuzamos asszintotája adja az SWR -t.) Mintegy 1000 db fúrómag vizsgálatát dolgoztuk fel és ebből „homogén szakaszokra bontással”, majd átlagolással kb. 150 rétegszakaszra jellemző értéket kaptunk. Ezekhez leolvastuk a jellemző szelvény értékeket. Ezután vizsgáltuk a laboratóriumi adatok és a szelvényekből képzett paraméterek kapcsolatát több változós regressziós analízissel (1. részletesebben 3. pont). Egy kutatási területen az így kapott összefüggésekkel határoztuk meg a tárolóparamétereket (FI , SWR , SW , K).

Az eredményekből az alábbi következtetések vonhatók le:

- mivel a magvizsgálatok döntő többsége „többé-kevésbé tiszta” homokköveken történik, a kapott paraméterek ilyen tárolószakaszokon megbízhatóak,
- az összefüggések javítása érdekében igen szennyezett (agyagos) szakaszok jellemzőit is be kell vonni.

2.2. Shaly Sand Analysis egy vagy néhány fúrásban.

A fúrás mentén folyamatosan kaphatunk információt a karotázs szelvények komplex feldolgozása során. Az értelmezés során az alábbi szelvényeket használjuk fel:

- | | |
|-------------------------|----------|
| – természetes potenciál | – SP , |
| – természetes gamma | – TG , |
| – neutronlog | – NL , |

– sűrűség	– <i>DE</i> ,
– akusztikus terjedési idő	– <i>AT</i> ,
– optimális laterolog	– <i>ROL</i> ,
– mikrolaterolog	– <i>RMLL</i> .

A szelvényekből a következő tárolóparamétereket határozzuk meg:

– porozitás	– <i>FI</i> ,
– agyagtartalom	– <i>VSH</i> ,
– 1. mátrixtérfogat	– <i>MA1</i> ,
– 2. mátrixtérfogat	– <i>MA2</i> ,
– víztelítettség	– <i>SW</i> ,
– kisépért zóna víztelítettsége	– <i>SXO</i> ,
– maradék víztelítettség	– <i>SWR</i> ,
– peremabilitás	– <i>K</i> .

Az agyagtartalom, a telítettségek és a permeabilitás meghatározásával az „Agyagos homokkő – formációk kvantitatív mélyfúrési geofizikai (karctázs) interpretációja.” c. cikkben foglalkozunk részletesebben. A porozitást és a két mátrixtérfogatot a három porozitáskövető szelvényre felírt anyagmérleg egyenletek megoldásával kapjuk:

$$FILM = FINF \cdot FI + FINMA1 \cdot VMA1 + FINMA2 \cdot VMA2 + FINSH \cdot VSH,$$

$$DE = DEF \cdot FI + DEMA1 \cdot VMA1 + DEMA2 \cdot VMA2 + DESH \cdot VSH,$$

$$AT = ATF \cdot FI + ATMA1 \cdot VMA1 + ATMA2 \cdot VMA2 + ATSH \cdot VSH,$$

és ellenőrzésre az $1 = FI + VMA1 + VMA2 + VSH$.

egyenlet használható fel. A felírt anyagmérleg egyenletekben 4 ismeretlen szerepel, ezért az agyagtartalmat független úton, az adott esetben legjobban használható eljárással kapjuk.

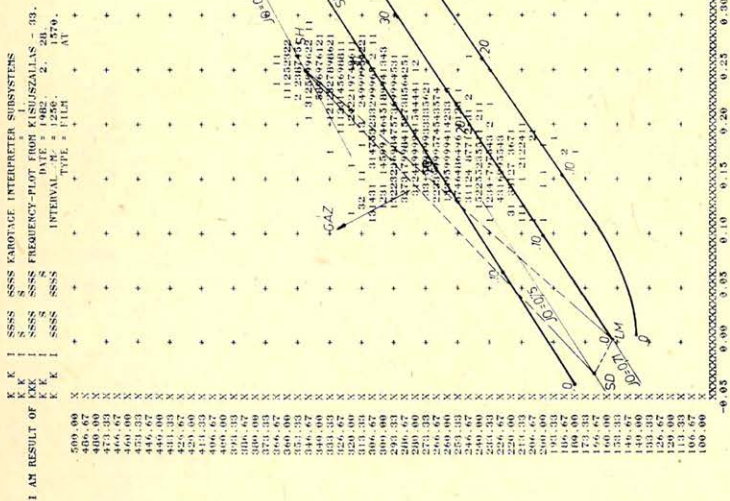
A mátrixértékeket – a litológia ismeretében – a porozitáskövetőkből ($FILM - AT$, $FILM - DE$, $AT - DE$), valamint a porozitáskövetőkből képzett JM , JN , JO paraméterek ($JN - JM$, $JO - JN$, $JO - JM$) frekvenciaplotjából határozhatjuk meg. (1., 2., 3., 4., 5., 6. ábra).

A FPLOT-ok a szelvények ellenőrzésére is felhasználhatók. A kvantitatív karotázs interpretáció eredményét szelvényyszerűen megjelenítve mutatja a 7. ábra.

2.3. Indikátorok képzése.

A tárolóparaméterek ismerete mellett olyan – szelvényadatokból képzett – indikátorokat kell keresni, amelyek többé-kevésbé szoros kapcsolatban állhatnak a tárolóparaméterekkel. Az indikátorok képzéséhez azokat a szelvényeket használhatjuk fel, amelyek a terület valamennyi feldolgozandó fúrásában rendelkezésünkre állnak. Az alapszelvényeken kívül indikátorok lehetnek még az alapszelvényekből és értelmezési alapadatokból képzett értékek, illetve ezek kombinációi.

A továbbiakban a tárolóparaméterek és az indikátormennyiségek közti optimális kapcsolatot kell megtalálni, amely alkalmas lesz a terület többi fúrásában a tárolóparaméterek meghatározására.

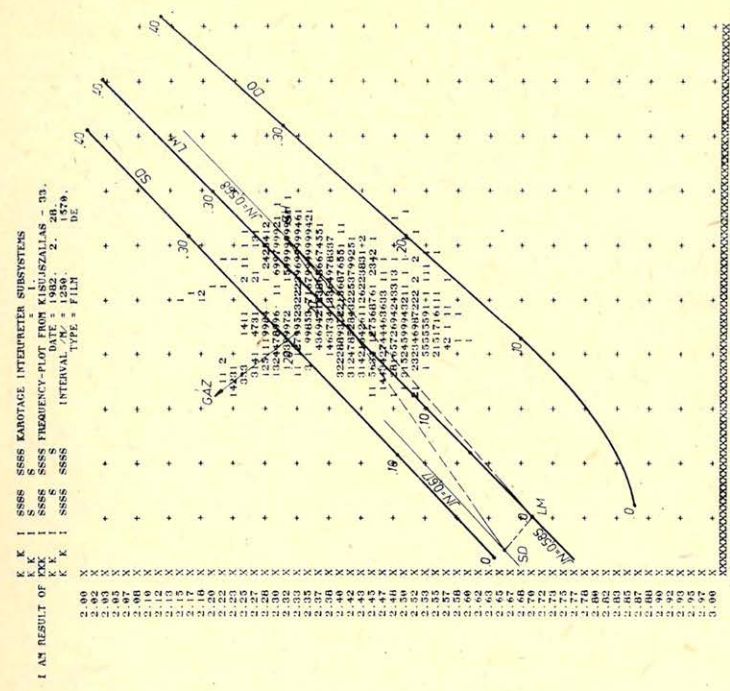


Geo 83/14-1

1. ábra. Mészkörorozitátás – akusztikus terjedési idő frekvenciaplott.

Рис. 1. Частотная диаграмма пористость известняка – акустическое время распространения

Fig. 1. Frequency plot: limestone porosity vs. acoustic travel time.



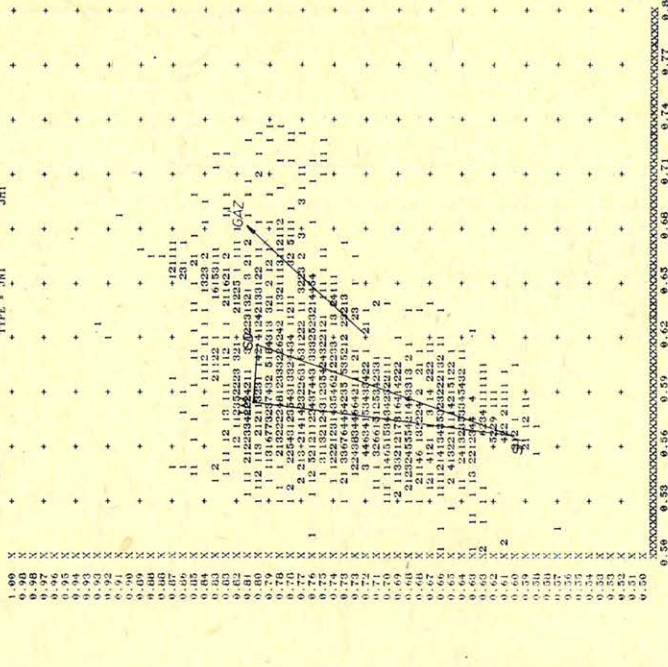
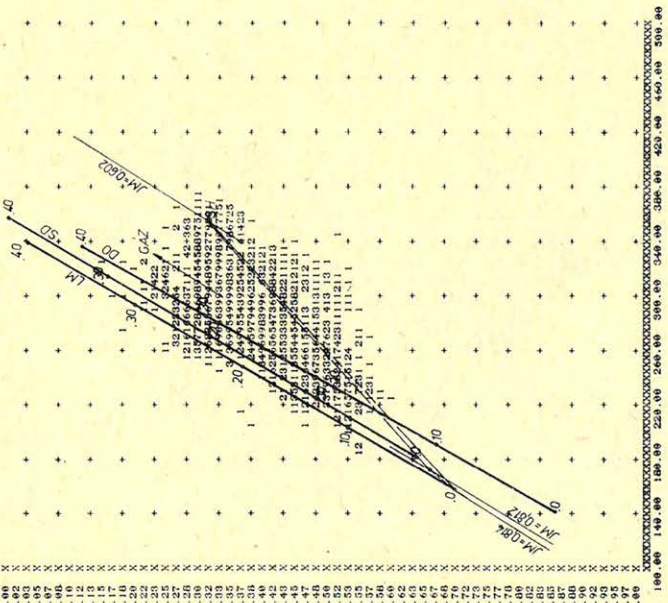
Geo 83/14-2

2. ábra. Mészkörorozitátás – közetűrűség frekvenciaplott.

Рис. 2. Частотная диаграмма пористость известняка – плотность пород

Fig. 2. Frequency plot: limestone porosity vs. formation density.

K K SSSS KNOTAGE INTERPRETER SUBSYSTEMS
 S S SSSS FREQUENCY-PLOT FROM KISJUSZALLAS - 33.
 I AN RESULT OF K K K DATE = 1982. 28. 29. 1870.
 K K K INTERVAL .N/ = 1250. 2. 1870.
 K K TYPE = JMI
 JMI



Geo 83/14-3

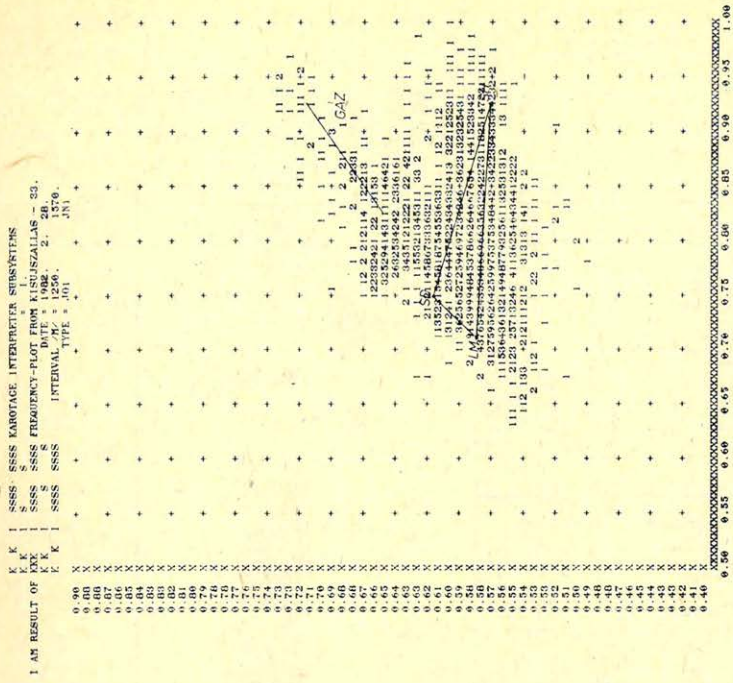
3. ábra. Akusztikus terjedési idő – közetstírség frekvenciaplot.
 Рис. 3. Частотная диаграмма акустическое время распространения – плотность пород

Fig. 3. Frequency plot: acoustic travel time vs. formation density.

Geo 83/14-4

4. ábra. JN – JM frekvenciaplot.
 Рис. 4. Частотная диаграмма JN – JM

Fig. 4. Frequency plot: JN – JM.

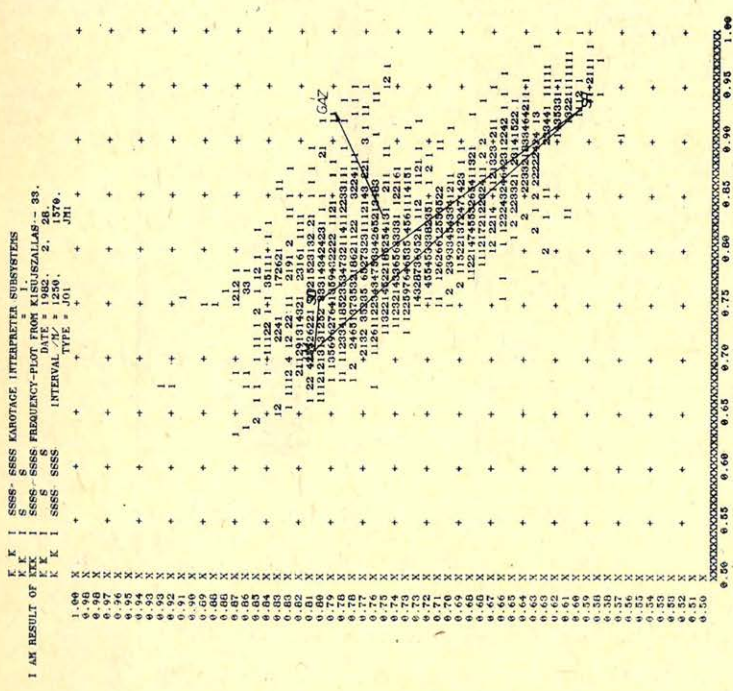


Geo 83/14-6

6. ábra. JO - JN frekvenciaplott.

Рис. 6. Частотная диаграмма JO - JN

Fig. 6. Frequency plot: JO - JN.

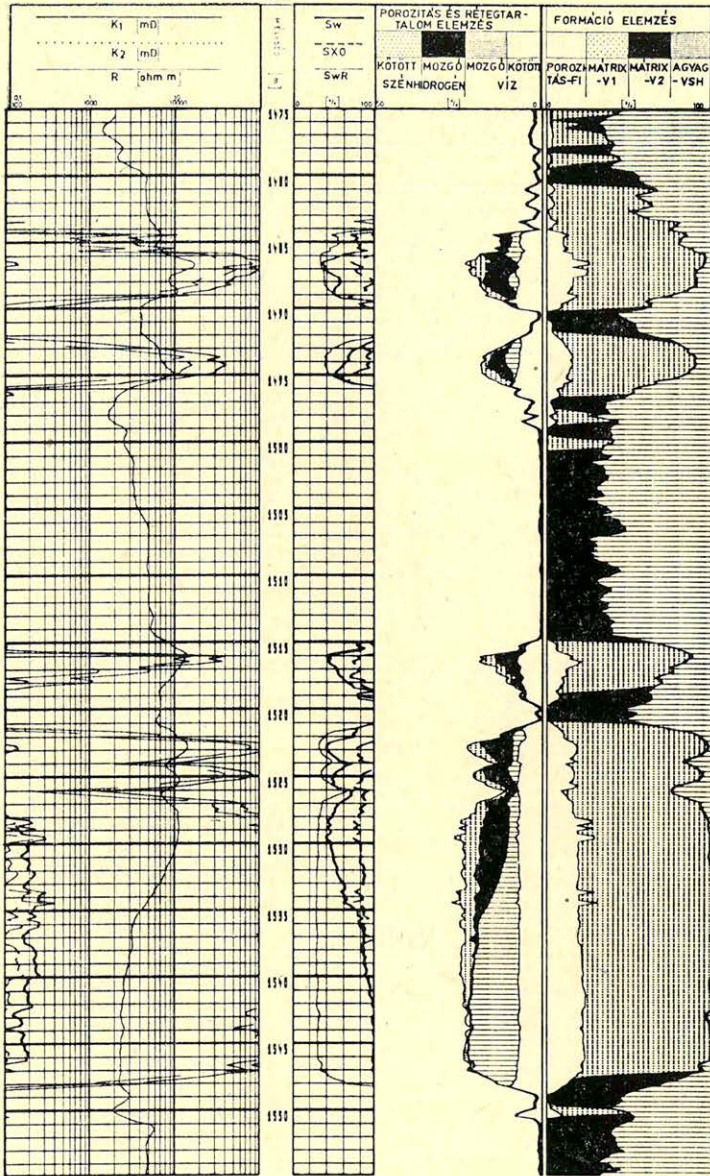


Geo 83/14-5

5. ábra. JO - JM frekvenciaplott.

Рис. 5. Частотная диаграмма JO - JM

Fig. 5. Frequency plot: JO - JM.



Geo 83/14-7

7. ábra. Komplex kvantitatív karotázs interpretáció eredményeszelvénye.

Рис. 7. Результативный профиль комплексной количественной каротажной интерпретации

Fig. 7. Final presentation of complex quantitative interpretation.

3. A tárolóparaméterek és az indikátorok közötti összefüggések meghatározása többváltozós lineáris regresszióval

A feladat megoldásához szükséges volt egy ún. statisztikus indikátorrendszeres programcsomag (SIP) kifejlesztése: amely a *Karotage Interpreter Subsystem* – KISS rendszer egyik alrendszeréként funkcionál.

Egy tárolóparaméter és az indikátorok közötti összefüggések meghatározásának főbb lépései:

- az indikátormennyiségek számítása a teljes vizsgált intervallumra;
- a tárolóparaméter és az egyes indikátorok parciális korrelációs együttműködésének meghatározása;
- jó korrelációt mutató indikátorok kiválasztása;
- ezen indikátorok és a tárolóparaméterek közti összefüggés meghatározása többváltozós lineáris regresszióval;
- a totális korrelációs együttműködés számítása ellenőrzés céljából.

Ezt az eljárást valamennyi meghatározni kívánt tárolóparaméterre el kell végezni. Ha a totális korrelációs együttműködés alapján a kapcsolat szorossága nem megfelelő, úgy további indikátorok keresése és felhasználása szükséges az összefüggés javítása céljából.

4. A tárolóparaméterek számítása

A tárolóparamétereket, illetve az indikátormennyiségeket meghatározó összefüggések a továbbiakban a KISS rendszer számítási alrendszerének egy fázisát képezik és a terület többi fúrásában ezzel a fázissal készülnek a tárolóparaméterek.

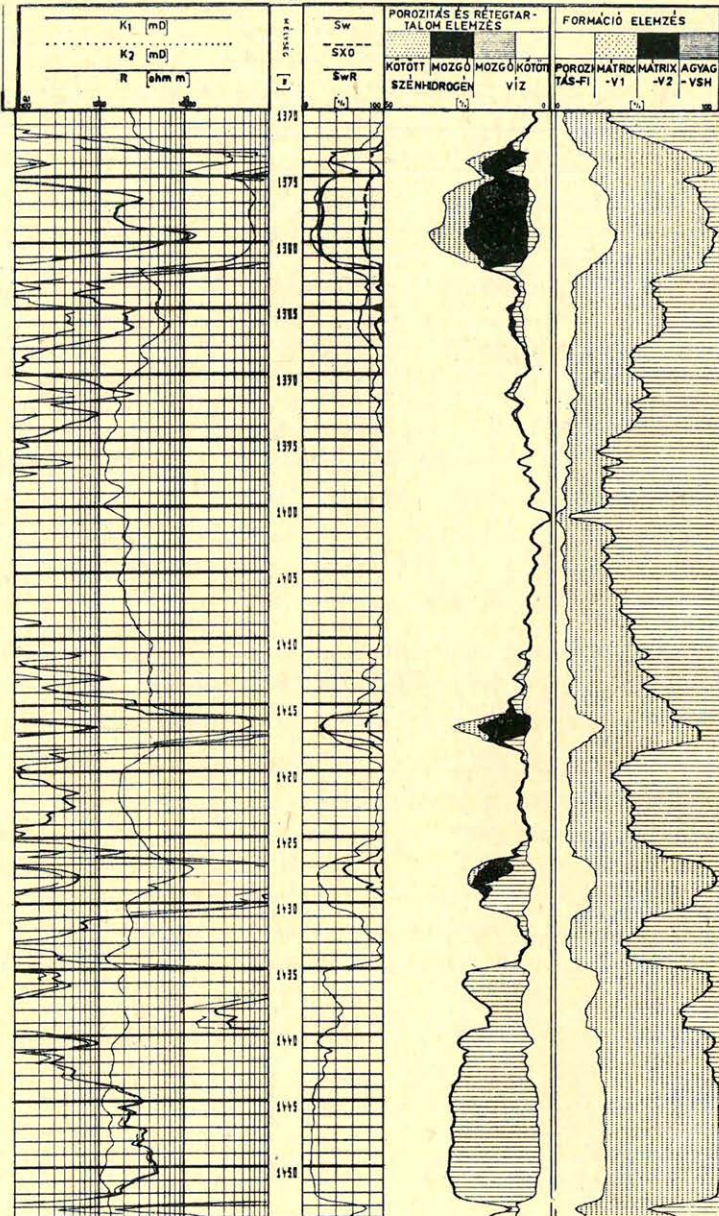
A kújszállási területen meghatározott tárolóparamétereket és totális korrelációs együttműködésüket mutatja az 1. táblázat.

1. táblázat – Таблица 1. – Table 1.

Tárolóparaméterek korrelációs együttműködési
Коэффициенты корреляции параметров коллектора
Correlation factors for reservoir parameters

Tárolóparaméter	Jelölés	Tot. korr. együttműködés
Agyagtartalom	VSH	0,993
Porozitás	FI	0,972
1. mátrixtérfohat	V1	0,868
2. mátrixtérfohat	V2	0,759
Víztelítettség	SW	0,95
Kisepért zóna víztelítettsége	SXO	0,913
Maradék víztelítettség	SWR	0,956

A táblázatból jól látható, hogy a két mátrixtérfohat kivételével a korreláció 0,9-nél nagyobb, az összefüggések szorossága megfelelő. A két mátrixtérfohat kisebb korrelációja miatt – különben sem tartoznak a szorosan vett tároló-

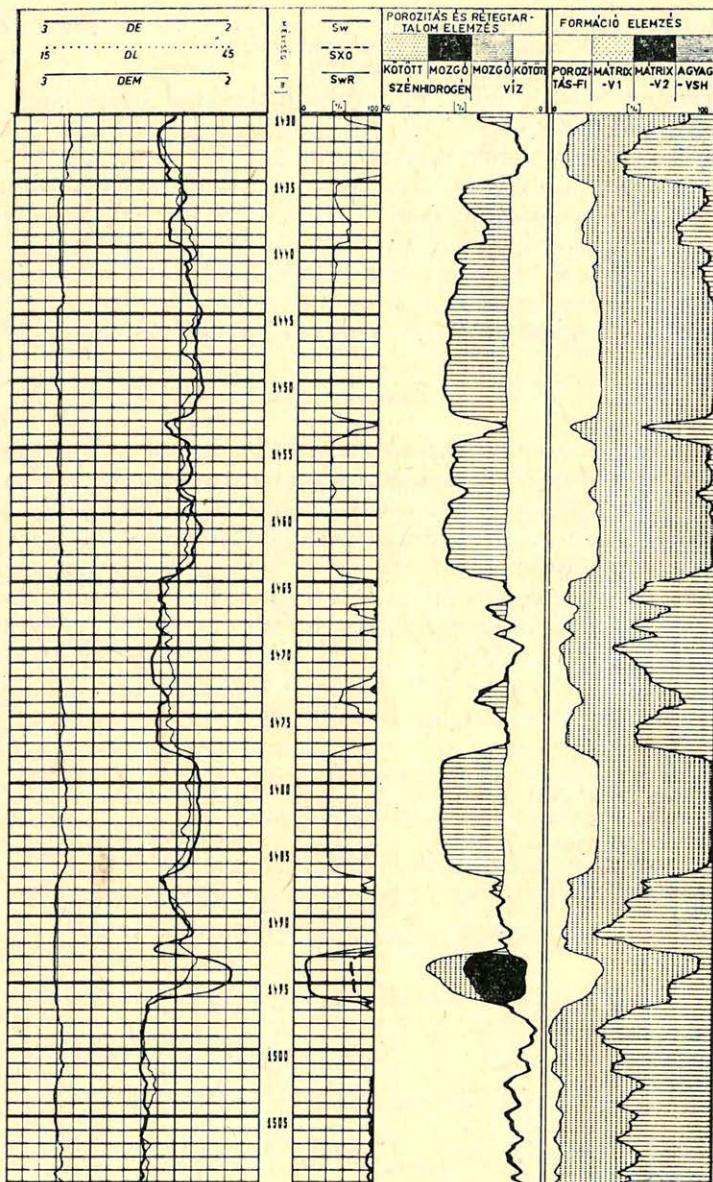


Geo 83/14-8

8. ábra. SIP módszerrel készült kvantitatív karotázs interpretáció.

Рис. 8. Количественная каротажная интерпретация методом IP

Fig. 8. Well log interpretation derived by the SIP method.



Geo 83/14-9

9. ábra. Szintetikus sűrűségsvelvény összehasonlítása a fúrólukban mért szelvénnyel.

Рис. 9. Сравнение синтетической кривой плотности с кривой, полученной при измерении в скважине

Fig. 9. Comparison of a syntetic density log and the one measured in the borehole.

paraméterek közé — számításuktól eltekintettünk. A számított összefüggések felhasználásával a terület *KIS-38*. sz. fúrásában — *SIP* módszerrel — készült interpretáció szelvényyszerű megjelenítése a *8. ábrán* látható.

5. Szintetikus szelvények előállítása

Az ismertetett módszerrel a tárolóparaméterekhez hasonlóan szintetikus szelvények is előállíthatók. Az eljárás alapjaiban megegyezik az ismertetettel, mindössze a tárolóparaméterek helyett a terület egy vagy néhány fúrásában szükség van az előállítani kívánt — jó minőségű — szelvényre. Szeizmikus interpretációs feladat megoldásához merült fel igény a kisújszállási területen akusztikus és sűrűség-szelvények iránt. A *9. ábra* bal oldali részén a számított és a fúrásban mért sűrűség (*DE*) szelvények, a jobb oldalán a statisztikus kvantitatív interpretáció eredménye látható. A mért sűrűség-szelvény nem az összefüggés meghatározásának alapjául szolgált, hanem ellenőrzési célra használtuk fel.

6. Összefoglalás

A fentiekben vázolt módszer geológiai jól korrelálható területeken elsősorban homokkő formációkban szolgált megbízható eredményt. Használatával lehetővé válik régen, illetve hiányosan szelvényezett fúrásokban is a komplex kvantitatív karotázs interpretáció elvégzése. Előállíthatók — utólagosan — szintetikus szelvények, melyeknek a fúrólukban történő felvételére már nincs lehetőség. Lehetővé válik egy eltérően — hiányosan — szelvényezett kutatási terület hasonló módon és hasonló minőségben történő mélyfúrási geofizikai feldolgoása.

IRODALOM

- [1] *Kiss B.*: Kőzettani, kőzetfizikai, geofizikai paraméterek közötti összefüggések vizsgálata az algyői felsőpannon homokkővekben. (Pályázati dolgozat 1972.)
- [2] *Kiss B.*: Adatok az algyői felsőpannon A-1, A-2, Sze-1 telepeinek mennyiségi értelmezéséhez. (Pályázati dolgozat 1973.)
- [3] *Bánlaki E.* — *Kiss B.* — *Kormos L.* — *Pékó Gy-né.*: Az algyői Szőreg-2 telep tárolóparamétereinek meghatározása kvantitatív karotázs interpretációval. (Egy statisztikus eljárás). (NKFÜ. jelentés 1977.)
- [4] *Vincze J.*: Matematikai statisztika ipari alkalmazásokkal. (Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1975.)

A metamorf kőzetanyagú szénhidrogéntárolók mélyfúrási geofizikai (karotázs) interpretációjának kérdései

KISS BERTALAN* – TÓTH JÓZSEF*

A metamorf kőzetanyagú, kis- és kettős porozitású szénhidrogéntárolók karotázs interpretációja sajátosan nehéz feladat. A cikk foglalkozik ezen tárolók tulajdonságaival, a szelvényértelmezés problémáival és bemutat egy olyan értelmezési eljárást, amely lehetővé teszi a metamorf tárolók legfontosabb tárolójellemzőinek meghatározását korlátozott szelvényválaszték mellett.

Каротажная интерпретация метаморфических коллекторов углеводородов малой или двойной пористости является по своим особенностям сложной задачей. В статье изложены свойства этих коллекторов, проблемы каротажной интерпретации и показан такой метод интерпретации, который дает возможность определить важнейшие параметры метаморфических коллекторов при ограниченном количестве каротажных кривых.

Interpretation of hydrocarbon bearing formations with metamorphic lithology and with low or double porosity is an especially difficult problem to be solved. This paper deals with the features of these reservoirs and with some problems of log interpretation. It presents an evaluation procedure which allows determination of the most important metamorphic reservoir parameters in possession of limited assortment of logs.

1. Bevezetés

Magyarországon a kristályos alaphegység repedezett, mállott zónáihoz kapcsolódó szénhidrogéntárolók kutatása az utóbbi években kiemelt feladattá vált. Az elmúlt néhány évben megtalált szénhidrogénkészlet többsége az alaphegységi metamorf kőzetanyagú tárolókhoz kapcsolódik.

A metamorf szénhidrogéntárolókat általában heterogén litológia, kis- és kettős porozitás, bonyolult-blokkos felépítés jellemzi. Kutatásuknál a mélyfúrási geofizikára jelentős feladat hárul, mivel említett tulajdonságaik miatt a bonyolultabb kutatási feladat megoldásához az adatszolgáltatással szemben támasztott követelmények megegyeznek az üledékes – törmelékes tárolókőzetek esetén megszokott színvonallal.

A mélyfúrási geofizikai feladatok megoldását nehezítette az, hogy

- a szelvényezés technikai bázisának fejlődése (a mérhető fizikai paraméterek száma) az igényeknél lassúbb volt.
- az optimális szelvényezési program a mérések jelentős részénél – különböző okok miatt – nem hajtható végre.

Az előbbieket szükségessé tették egy olyan interpretációs eljárás kidolgozását, amely az optimálisnál szűkösebb szelvényezési választék mellett is az adatszolgáltatás színvonalát az elvárásokhoz közelíti.

* Kőolajkutató Vállalat, Szolnok.

2. A metamorf szénhidrogéntárolók jellemzői

Mélyfúrási geofizikai szempontból a metamorf szénhidrogéntárolókat *porozitástípus* szerint csoportosítjuk. Ez alapján a tárolók három csoportra oszthatók:

a) *Elsődleges porozitású* ($FI = FII$) tárolók. Porozitásuk kicsi vagy közepes ($FIMX < 20\%$).

b) *Másodlagos*, vagy döntő másodlagos (repedezett-üreges) *porozitású* ($FI = FI2$) tárolók. Rendszerint kis összporozitással ($FITO < 10\%$) rendelkeznek, a repedezettségéből származó porozitásuk nem haladja meg az $1-2\%$ -ot, az üregeké viszont $FIMUMX \sim 15\%$ is lehet.

b) *Vegyes porozitású* ($FI = FII + FI2$) tárolók. Döntően kicsi ($FITO < 10\%$), esetenként közepes ($FITO \div 10 - 20\%$) összporozitással rendelkeznek.

Az eddig megismert tárolóknál mindhárom porozitástípus (elsődleges, üreges, repedezett) megtalálható, illetve egy tárolón belül is elkülöníthető.

A tárolók kőzetanyagukat tekintve általában az alábbi kőzettípusokhoz kapcsolódnak:

a) *Metamorf konglomerátum és breccsa*. A metamorf alaphegység kőzeteinek lepusztulása, áthalmozódása és diagenezite útján keletkezett. A szemcsék cementáló anyaga kvarc, karbonát, agyag vagy finomszemcsés saját kőzetanyag.

b) *Gneisz*. Döntően földpátokból ($> 20\%$); kvarcból és színes elegyrészekből állnak. A csillámok mennyisége $< 10\%$. A földpátok mállásából agyagásványok (nagy víztartalmú alumínium szilikátok) keletkeznek.

c) *Csillámpala*. Erősen palás szerkezetű, nagy csillámtartalmú ($> 50\%$) metamorf kőzet. Kvarctartalma 20% -nál kisebb.

d) *Amfibolit*. Uralkodóan amfibolból és plagioklászokból álló kőzet. Kvarctartalma nincs vagy minimális.

e) *Kvarcit*. Igen nagy szilárdságú, 80% -nál magasabb kvarctartalmú kőzet. Egyéb ásványai főleg csillámok.

A metamorf kőzetek ásványai lényegében alumínium szilikátok. Összetételük alapján megkülönbözteti ezeket egymástól a mélyfúrási geofizikai jellemzőik szempontjából is lényeges K, Fe, Al, Mg, SiO₂ és (OH)⁻ tartalmuk:

– Természetes gammasugárzásuk döntően a kálium (K⁴⁰) mennyiségétől függ.

– Az Al, Fe és Mg tartalmuk egyrészt sűrűségüket, másrészt a nehézsúlyos elemek mennyiségét befolyásolja. Ezen keresztül a gamma fotonok elnyelődését szabják meg. A neutronok radiációs befogásakor lágy gamma fotonok is keletkeznek, amelyek a nehéz atomokra nagyon érzékenyek, mivel a fotoelnyelési együttható közelítőleg a rendszám negyedik hatványa szerint nő.

– Az előbbi hatás, valamint az SiO₂ és (OH)⁻ mennyisége a neutron porozitás litológiai korrekciójának mértékét, a hidrogén indexet (*JH*), illetve ennek „egyenértékét” határozza meg.

– A földpátok mállásával keletkező agyagásványok (magas víztartalmú alumínium szilikátok) – a neutron porozitás mellett – elektromos fajlagos ellenállásukat is befolyásolják.

A kőzetek kémiai összetétele (az ásványalkotók egymáshoz viszonyított aránya) egy összeteten belül is változik. Ez, valamint a heterogén pórusgeometria azt eredményezi, hogy egy „kőzetanilag homogén” összetétel mélyfúrási geofizikai tulajdonságait az adott összetételre változóan kell tekinteni.

A metamorf kőzetekben „rétegtelepek” és halmaztelepek egyaránt kialakulhatnak. Ez utóbbiak jellemzői:

- nagy etázsvastagság;
- általában blokkos felépítés;
- blokkonként változó fázishatárok;
- a telepek víztesttel is rendelkeznek.

A tárolók fenti jellemzői a mélyfúrású geofizikai (karotázs) interpretáció módszerét és lehetőségeit nagymértékben befolyásolják.

3. A metamorf tárolók mélyfúrású geofizikai (karotázs) interpretációja

A metamorf szénhidrogéntárolókban a meghatározható tárolójellemzők száma függ:

- a porozitás típusától,
- a porozitás nagyságától,
- a porozitások (*F11* és *F12*) arányától,
- a tárolókőzet típusától (ásványos összetételétől),
- a mindenkor rendelkezésre álló szelvényezési választéktól.

A hazai metamorf szénhidrogéntárolókat harántoló fázisokban rendszerint az alábbi szelvényeket vették fel:

- laterolog sorozat (*OL*; *PLH*; *PLR*),
- mikrolaterolog (*MLL*),
- mikrolog (*ML*),
- természetes potenciál (*SP*),
- természetes gamma (*TG*),
- neutron gamma 0,6 m (*NG*),
- lyukátmérő (*DL*),
- hőmérséklet (*TEL*),

A szelvényezési program esetenként kiegészül akusztikus terjedési idő (*ATL*) és közetsűrűség (*DEL*) méréssel is.

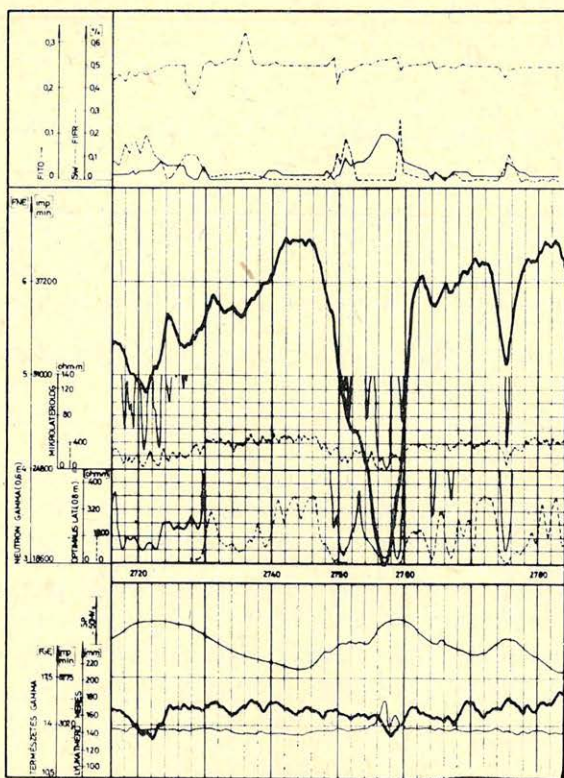
A metamorf, kettős porozitású tárolókőzetben a szelvények felhasználhatósága a tárolójellemzők meghatározásánál lényegesen eltér a törmelékes, üledékes tárolóktól a következők miatt.

3.1. A szelvények felosztása.

3.1.1. Litológiai szelvények. (1. ábra)

a) A természetes potenciál (*SP*) szelvény a sós fúróiszapok és a nagy elektromos fajlagos ellenállású kőzetek miatt döntően nem a porozitás-permeabilitás változásokat tükrözi, a kis porozitással együttjáró mély elárasztás miatt jellegtelenné válhat. Repedezett zónákban döntően az áramlási potenciálból származik. Mennyiségi számításokra (*RW*, *VSH*) nem alkalmas. Kvalitatíve felhasználható a permeabilis szakaszok elkülönítésére, valamint az agyagtartalom becslésére. A rétegvíz elektromos fajlagos ellenállását (*RW*) vízmintából kell meghatározni.

b) Természetes gamma (*TG*) a metamorf kőzetek nagy természetes gamma sugárzása miatt felhasználható az üledékes- metamorf összlet határának meghatározására, valamint az üreges-makrorepedezett zónák kijelölésére. Mennyiségi



1. ábra. Kettős porozitású metamorf tárolóban felvett mélyfúrású geofizikai szelvények.

Рис. 1. Каротажные кривые, полученные в метаморфических коллекторах с двойной пористостью

Fig. 1. Well logs run against a metamorphic reservoir with double porosity.

számításoknál a neutron-gamma mérések korrekciójánál alkalmazzuk. Agyagtartalom (VSH) meghatározására nem alkalmas, mivel a kőzetmátrix is tartalmaz gamma sugárzó elemeket.

c) A mikrolog (ML) metamorf kőzetekben a repedezett zónák, valamint kis elektromos-fajlagos ellenállású elsődleges (közepes- és nagy) porozitású permeabilis szakaszok kijelölésére alkalmas.

d) A mikrolaterolog (MLL) elsősorban a repedezett zónák meghatározására használható.

e) A lyukátmérő (DL) felhasználható a permeabilis szakaszok kijelölésére (elsődleges porozitású, és mikrorepedésekkel erősen tagolt zónákban iszaplepeny alakul ki) valamint makrorepedezett-üreges szakaszok kimutatására, kvantitatív interpretációnál pedig a lyukátmérő hatás korrekciójára.

3.1.2. Porozitáskövető szelvények

Az általános minőségi értelmezés a kőzettani tagolást és a litológia jellemzését teszi lehetővé.

A mennyiségi értelmezésben a metamorf tárolókban elsősorban a porozitás meghatározására, másodsorban az ásványi összetétel becslésére alkalmasak.

a) *A neutron gamma (NG)* a hazai szénhidrogénkutatásban jelenleg leggyakrabban alkalmazott neutron szelvényezési eljárás.

Megfelelő korrekciókkal alkalmas a kőzetek összporozitásának meghatározására. Hátránya, hogy kis porozitásoknál ($FINLM < 1 \div 3\%$) porozitás érzékenysége csökken.

b) *Kőzetsűrűség szelvényből (DEL)* is a kőzetek összporozitása határozható meg. A porozitás relatív hibáját metamorf kőzetekben a kis porozitás ($FI < 10\%$), a kőzetek magas Mg, Fe, Al tartalma, valamint a heterogén kőzetösszetétel miatt a mátrixsűrűség változása növeli. Alkalmazása nem rendszeres.

c) *Akusztikus terjedési idő (ATL)* az elsődleges porozitás (FII) meghatározására használható. A számított porozitás hibáját a heterogén kőzetösszetétel miatt $ATMA$ pontatlan értéke jelentősen növeli. Alkalmazása nem rendszeres.

3.1.3. Szaturációs szelvények

A szelvények minőségi értelmezése a rétegsor tagolását, mennyiségi, értelmezése pedig az érintetlen (RT)-, az elárasztott (RI)- és a kisépért (RXO) zónák elektromos fajlagos ellenállását, valamint az elárasztás átmérőjét (DI) szolgáltatja.

Mivel a metamorf összlet elektromos fajlagos ellenállása (RT) a homokkövekének többszöröse és inhomogenitása is jelentős, valamint kicsi az iszap elektromos fajlagos ellenállása ($RM < 1 \div 2$ ohm.m), ezért az ellenállásméréseket csak laterolog szondákkal lehet végezni. Az ipari gyakorlatban az *optimális laterolog* ($0_10_2 = 0,8$ m; $n = 2,5$), *pseudo laterolog* ($0_10_2 = 0,6$ m; $B_1B_2 = 3,0$ m; $n = 2,0$); *pseudo laterolog „rövid”* ($0_10_2 = 0,3$ m; $B_1B_2 = 1,0$ m; $n = 2,0$) és *mikrolaterolog* ($0_10_2 = 0,025$; $n = 4,0$) szondákat használunk.

Mivel a RT ; RI és/vagy RXO ; valamint DI pontos meghatározása laterolog szelvénykombinációból (ROL , $RPLH$, $RPLR$) is hosszú folyamat, ezért a gyakorlatban közelítéseket alkalmaztunk. Ezek:

- az ROL egyenlő vagy arányos RT -vel;
- az $RPLH$ egyenlő vagy arányos RI -vel;
- az $RMLL$ egyenlő vagy arányos RXO -lal $\left(\text{ha } \frac{RXO}{RMC} < 25 \text{ és } HMC < 1,5 \text{ cm} \right)$.

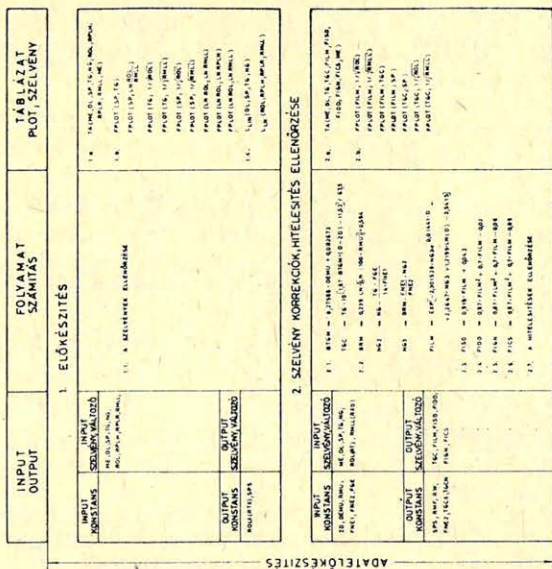
Fentiek alapján a kvantitatív interpretációban elsősorban a neutron-gamma és a laterolog szelvények alkalmazhatók. Az interpretáció digitalizált szelvényadatokból számítógépen történik. A feldolgozás lépéseit és a felhasznált összefüggéseket a 2. ábrán tüntettük fel.

3.2. A tárolóparaméterek meghatározása

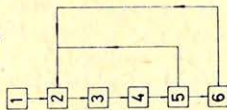
3.2.1. A teljes porozitás meghatározása

A metamorf szénhidrogéntárolók teljes porozitása a neutron gamma szelvényből kiszámítható, ha a litológia hatását korrekcióba vesszük.

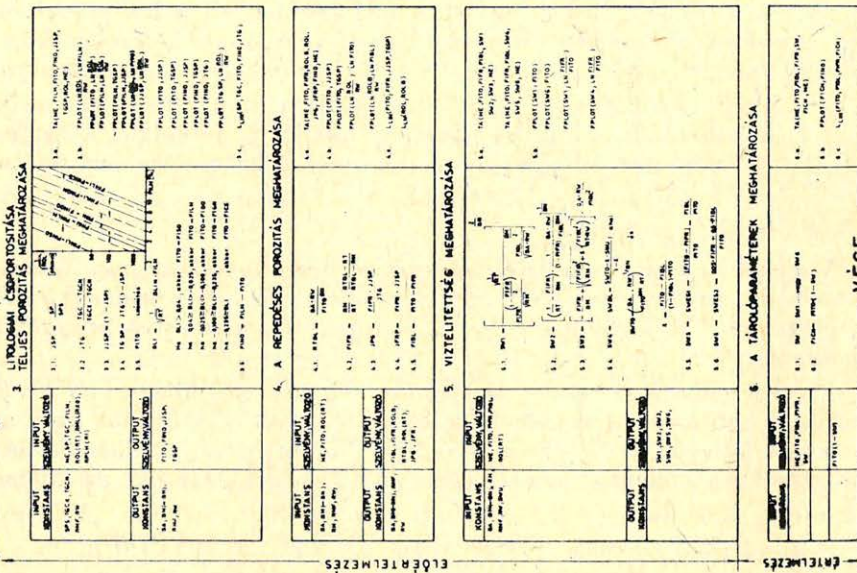
vegyes porozitási metamorf szénhidrogéntárókból
mélyfúrási geofizikai szelvényeinek feldolgozásához



Leegyszerűsített blokk diagram!



Geo 83/5-2



VÉGE

2. ábra. A kvantitatív mélyfúrási geofizikai (karotázás) interpretáció blokkvázlata.

Рис. 2. Блок-схема количественной интерпретации данных промысловой геофизики

Fig. 2. Block diagram for quantitative interpretation of well logs.

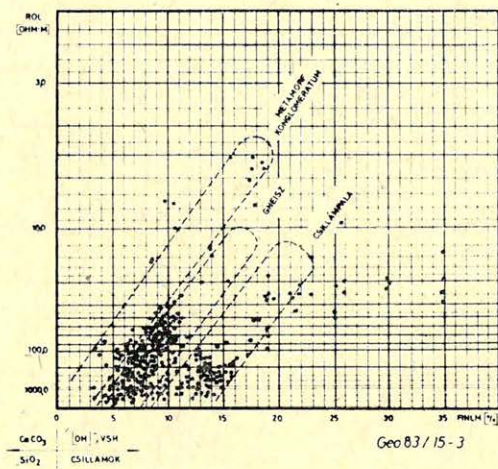
A neutron-porozitás értékek (*FINLM*) a valóságosnál lényegesen nagyobbak. A porozitás litológiai korrekciójának nagysága (az ún. hidrogén index vagy ennek egyenértéke) függ:

- a kőzetet alkotó ásványok hidrogéntartalmától (elsősorban a csillámok dúsak hidrogénben),
- neutron gamma esetén a mátrix sűrűségétől (ezen belül is a Mg, Al, Fe tartalomtól, melyek szintén a csillámokban gyakoriak),
- a kvare- és agyagtartalomtól.

A neutron porozitás litológia korrekcióját a fúrások által harántolt öszszlet kőzettani vizsgálatai és a felvett szelvények statisztikus feldolgozása alapján határoztuk meg.

Az adatokat $\frac{1}{\sqrt{ROL}}$ – *FINLM* „litho-porosity cross plot”-on ábrázolva (3. ábra)

megállapítottuk [1], hogy a hazai metamorf tárolók három kőzettípusra oszthatók. Litológiai korrekciójuk a dolomitéhez hasonló előjelű, de annál nagyobb értékű.



3. ábra. $\frac{1}{\sqrt{ROL}}$ – *FINLM* „litho porosity cross plot”.

Рис. 3. $\frac{1}{\sqrt{ROL}}$ – *FINLM* „litho porosity cross plot”

Fig. 3. $\frac{1}{\sqrt{ROL}}$ – *FINLM* „litho porosity cross-plot”.

A litológiai korrekció nagyságát az R_{∞} -re extrapolált *ROL* értékek alapján határoztuk meg. Az extrapolált érték a ponthalmaz kiegyenlítő egyenesének a *FINLM* tengellyel való metszéspontja. Ez alapján:

- a metamorf konglomerátum litológiai korrekciója *FINLM* $\cong 2\%$,
- a gneisz litológiai korrekciója *FINLM* $\cong 6\%$,
- a csillámpala litológiai korrekciója *FINLM* $\cong 9\%$.

Mivel a litológiai korrekció megállapítása azon alapszik, hogy R_{∞} -hez $FIN = 0$ tartozzon (feltételezve, hogy a kőzetmátrix elektromosan nem vezető) ezért egy bizonyos agyagkorrekciót is tartalmaz.

A korrekciós görbesereget a 4. ábra szemlélteti. A kapott eredmények összehasonlítását a Schlumberger *CORIBAND* interpretációval az 1. táblázat szemlélteti.

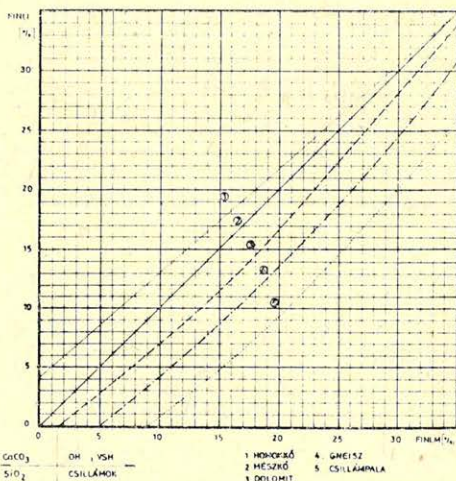
1. táblázat – Таблица 1. – Table 1.

A Schlumberger vállalat *CORIBAND* és a „saját” értelmezés *FITO* értékeinek összehasonlítása („EGYES” mező)

Сравнение значений, полученных фирмой Шлюмберже (КОРИБАНД) и «собственных» результатов интерпретации (площадь ЕДЫЕШ)

Comparison of *FITO* values taken from Schlumberger *CORIBAND* interpretation and from that of Company's own log interpretation

Kút szám	Intervallum [m-m]	<i>FITO</i> [%] saját	<i>FITO</i> [%] Schlumberger	Fázis
-19	2950 – 2990	3,55	3,22	VÍZ
-19	2940 – 2950	3,79	3,46	OLAJ
-19	2910 – 2940	3,92	4,46	GÁZ
-20	2940 – 2990	3,76	3,49	VÍZ
-20	2913 – 2940	3,52	3,23	GÁZ
-20	2697 – 2940	5,37	4,79	GÁZ



Geo 83/15-4

4. ábra. A neutron – mészkőporozitás metamorf kőzetekkel kiegészített litológiai korrekciós görbeserege.

Рис. 4. Комплекс литологических корректирующих кривых нейтрон-известняковой пористости дополненных метаморфическими породами

Fig. 4. Neutron-limestone porosity charts for making lithological corrections completed with charts for metamorphic rocks.

3.2.2. A repedéses porozitás (FIFR) számítása

A kőzetek elektromos fajlagos ellenállása nagyon érzékenyen reagál a repedettség okozta kőzetstruktúra változásokra.

A metamorf összetétel tagolása és a valódi elektromos fajlagos ellenállás (RT) kielégítő pontosságú meghatározása csak laterolog mérések alapján lehetséges. Alkalmazva az $RT \sim ROL$ közelítést, a repedéses porozitás a

$$FIFR = \frac{RM}{ROL} \cdot \frac{ROLBL - ROL}{ROLBL - RM}$$

összefüggésből számítható.

Az összefüggésben $ROLBL$ a blokk elektromos fajlagos ellenállása mélységpontonként, amelyet az optimális-laterolog szonda mérne a repedéses porozitás nélkül:

$$ROLBL = \frac{BA \cdot RW}{(FINLI)^{BM}}$$

A $ROLBL$ előállításával az elsődleges (blokk) porozitás mélységpontonkénti változásainak az elektromos fajlagos ellenállásra gyakorolt hatását küszöböljük ki azért, hogy tisztán a repedéses porozitás okozta elektromos fajlagos ellenállás csökkenések legyenek figyelembe véve a $FIFR$ számításánál.

3.2.3. A permeabilis szakaszok kijelölése

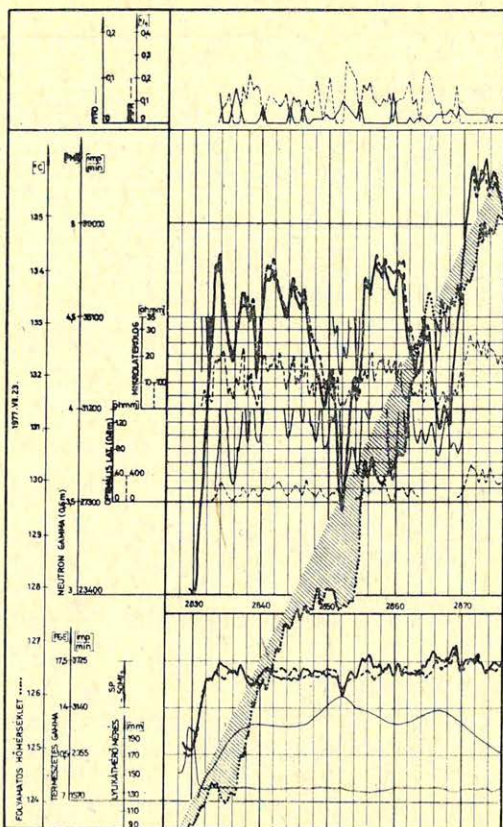
A permeabilis szakaszok kijelölésére elsősorban a természetes potenciál (SP) a neutron gamma (NG), az optimális laterolog (OL), a mikro (ML ; MLL) – lyukátmérő (DL), és hőmérséklet – (TEL) szelvényeket, valamint a litológiai hatásra korrigált neutron porozitást ($FINLI$) használjuk fel.

– Az SP alapján elkülöníthetők a permeabilis szakaszok és emellett a nagynyílású repedésekkel szemben (nyelő zónák) jellegzetes SP kép alakul ki (1.; 5. ábrák), illetve jelentős $(1 - JSP)$ és $JTG \cdot (1 - JSP)$ növekedés járul minimális porozitás növekedéshez. (5. ábra)

– A repedésekkel átjárt szakaszok felismerhetők az SP , ML , MIL , és DL szelvények alapján, valamint arról, hogy a neutron porozitás jelentéktelen növekedéséhez ($\sim 2\%$) nagy elektromos fajlagos ellenállás csökkenés (~ 30 szoros) járul, azaz $FIFR$ értékétől (1.; 5. ábrák).

– Impermeabilis a szakasz, ha a litológiai hatással korrigált neutron porozitás $FINLI \leq 1\%$ és más szelvények (SP , ML , MLL , DL) nem utalnak permeabilitásra, valamint ha a számított repedéses porozitás ($FIFR$) kisebb egy kritikus értékénél. (pl. $FIFR \leq 0,2\%$). Ez utóbbit a rétegvizsgálatok statisztikus feldolgozásából lehet meghatározni [1].

– A permeabilis – impermeabilis szakaszok elkülönítésére 1977 óta felhasználjuk a hőmérséklet szelvényt (TEL) is. Ennek alkalmazhatóságát az adja, hogy a fúrás során az áteresztőképes repedésekbe iszap hatol. Így egyrészt jobban érvényesül az iszap hűtő hatása, másrészt az öblítés megszüntetése után az iszapnak a kőzeteknél nagyobb fajhője miatt az áteresztőképes szakaszokon a hőmérséklet lassabban áll vissza a geotermikus értékre, mint a tömött, vagy agyaggal kitöltött (impermeabilis) repedetett szakaszon. A szelvényen az áteresztőképes szakaszok a hőmérsékleti gradienshez képest negatív anomáliával jelentkeznek. (5. ábra).



Geo 83/15-5

5. ábra. Repedezett átteresztőképes tárolószakaszokkal szemben kialakult hőmérsékleti anomáliák

Рис. 5. Термоаномалии напротив участков коллекторов с трещиновой проницаемостью

Fig. 5. Temperature anomalies detected against fractured — permeable zones of a reservoir.

3.2.4. A víztelítettség (SW) megállapítása.

a) Az elsődleges porozitású metamorf tárolókban a számított víztelítettség megbízható, ha $FI > 6 \div 8\%$ -nál. Ez esetben a szénhidrogén-víz fázishatár kijelölhető és a vizes szakaszokon a víztelítettség $\sim 100\%$ -nak adódik. A porozitás csökkenésével ($FI < 6 \div 8\%$) a víztelítettség számítás pontossága rohamosan csökken, mert

- a porozitás relatív hibája (ezáltal a víztelítettségé is) növekszik;
- míg $FI > 6 \div 8\%$ esetén a függvénykonstansok (BA; BM; BN) laboratóriumi mérésekből és szelvényekből megfelelő pontossággal megállapíthatók, addig $FI < 6 \div 8\%$ esetén ezek meghatározhatósága nehézségekbe ütközik, értékük a porozitás nagyságától és típusától jelentősen függ. (Bár megjegyzendő, hogy ezen durva törmelékben a szélsőséges szemese és pórusméret eloszlás

– $FI > 6 \div 8\%$ esetén is – megnehezíti az *SW* megfelelően pontos meghatározását.)

b) *Másodlagos porozitású* metamorf tárolókban a víztelítettség elfogadható pontosságú meghatározása nem lehetséges, mivel az igen mély elárasztás miatt a mélybehatolású ellenállásmérő eszközök sem az érintetlen zóna elektromos fajlagos ellenállását mérik.

c) *Vegyes porozitású* metamorf tárolókban a kis elsődleges porozitás ($FII < 10\%$) és a másodlagos porozitás mély elárasztást eredményez, ezért a mélybehatolású ellenállásmérő eszközök indikációit is elsősorban az elárasztott zóna ellenállása befolyásolja.

A nehézséget fokozza a tárolóközet ásványi összetételének és a hézagter geometriájának a heterogenitása. Emiatt a számított víztelítettségek inkább a litológiai változásokkal, mintsem a víztelítettség változásaival vannak kapcsolatban.

3.3. A metamorf összlet felosztása litológiai egységekre.

Az összlet litológiai egységekre történő felosztása mélyfúrású geofizikai értelmezési szempontból a kőzettípusok és a permeabilis-impermeabilis szakaszok elkülönítését jelenti.

a) Az üledékes – metamorf kőzethatár természetes-gamma (*TG*) szelvény alapján rendszerint biztosan kijelölhető. A metamorf összleten belül a *TG* indikációk változása az ásványos összetétel megváltozásával hozható kapcsolatba (a káliföldpátok feldúsulása *TG* növekedést, a kvarc feldúsulása *TG* csökkenést okoz).

b) Az $\frac{1}{\sqrt{ROL}} - FINLM$ „litho-porosity cross, plot”-on a fontosabb metamorf kőzettípusok (csillámpala, gneisz, metamorf konglomerátum kvarcit) eltérő litológiai korrekciójuk miatt elkülönülnek.

A kvarcit litológiai korrekciója $-4,3\%$, a homokkövekével egyező.

c) A $LG \frac{ROL}{RW} - FINLM, (1 - JSP) - FINLM, JTG \cdot (1 - JSP) - FINLM$ litho-porosity cross plotokon (6.; 7. ábrák) az elsődleges és a repedéses porozitású szakaszok elkülöníthetők.

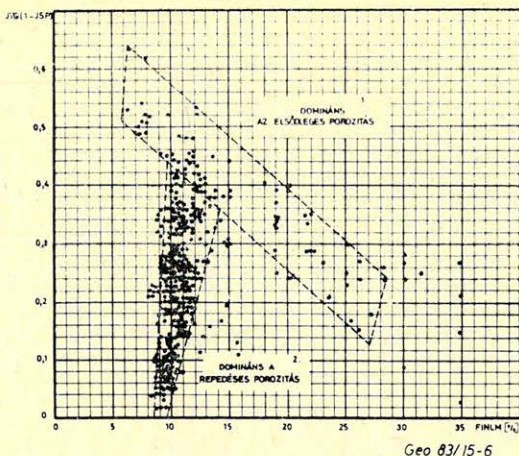
4. A termelési kútszelvényezés (PWL) alkalmazása

A metamorf tárolók tárolójellemzői közül – az előzőekben elmondottak alapján – a kis- és döntően kettős porozitású tárolókban a víztelítettség nyitott lyuk szelvényekből nem határozható meg. Ez a tény, valamint a tárolók nagy etázsvastagsága és blokkos felépítése azt eredményezik, hogy a tároló csak nagyszámú rétegvizsgálattal ismerhető meg.

A rétegvizsgálatok számának csökkentése érdekében előtérbe került ezen tárolókban hosszú nyitott szakaszok vizsgálata és ezzel egyidőben a termelési kútszelvényezés alkalmazása.

A termelési kútszelvényezés feladata:

- a beáramlást adó zónák;
- a beáramlás intenzitása (hozamok);
- a kútba lépő fázisok származási helyének (a tároló fázishatárainak) meghatározása.



6. ábra. Elsődleges és másodlagos porozitású zónák szétválasztása $JTG(1-JSP) - FINLM$ "litho porosity cross plot" alapján.

Рис. 6. Разделение зон первичной и вторичной пористости на основании $JTG(1-JSP) - FINLM$ „litho porosity cross plot”

Fig 6. Separation of the zones with primary and secondary porosity on the basis of $JTG(1-JSP) - FINLM$ "litho-porosity cross-plot".

A módszer a kutat és a tárolót mint hidrodinamikai rendszert vizsgálja. Ez megegyezik a szénhidrogén-kutatás eredeti feladatával, melynek célja a tároló, mint földtani képződményhez kapcsolódó hidrodinamikai rendszer megismerése.

A PWL által szolgáltatott adatok közvetve kapcsolatba hozhatók a tároló-paraméterekkel (pl: a beáramlás intenzitása – effektív porozitás, átteresztőképesség; a termelvény összetétele, telítettségi viszonyok; a termelő zóna vastagsága, átteresztőképesség, effektív tárolóvastagság).

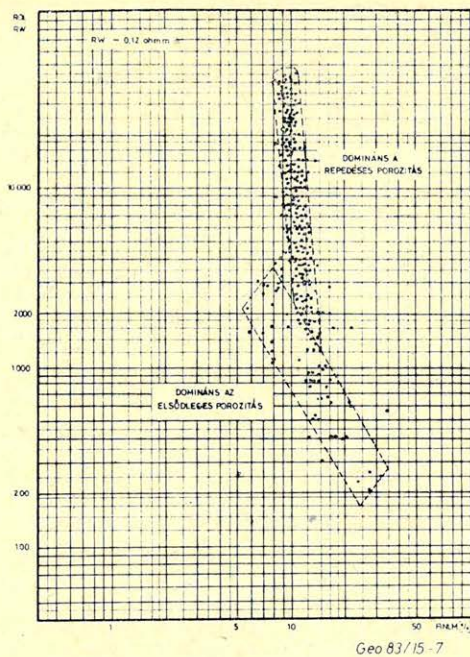
4.1. Az alkalmazás tapasztalatai.

A karotázs interpretáció, a termelési kútszelvényezés és a szelektív rétegvizsgálatok eredményeinek összevetése alapján a következő megállapítások tehetők:

a) Az átteresztőképesség megítélése szempontjából a termelési kútszelvényezés, a karotázs interpretációt általában alátámasztja. A két módszer adatai között az egyezés jobb, ha

- nyitott rétegvizsgálat történik,
- a szelvényezés és a nyitott rétegvizsgálat (PWL) mérés között nincs nagy időkülönbség.

b) Amennyiben a vizsgált intervallumon nagy nyílászélességű repedések, makrorepedezett – üreges zónák vannak, úgy a termelés jelentős részét azok adják. Emiatt termelési szempontból nagy jelentősége van a másodlagos – ezen belül az üreges (FIU) és repedéses (FIFR) porozitás meghatározásának. Ugyanakkor ezeken a zónákon keresztül a kutak elvizesedése, elgazosodása, tárolószakaszok lefűződése rövid időn belül bekövetkezhet.



7. ábra. $LG \cdot \frac{ROL}{RW} - FINLM$ "litho porosity cross plot"

Рис. 7. $LG \cdot \frac{ROL}{RW} - FINLM$ „litho porosity cross plot"

Fig. 7. $LG \cdot \frac{ROL}{RW} - FINLM$ "litho-porosity cross plot".

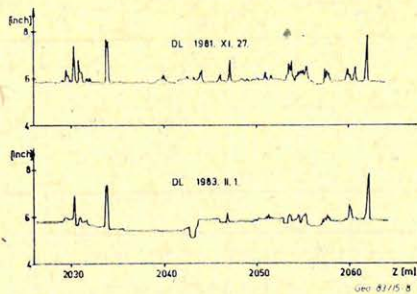
c) A telítettségviszonyok meghatározására még korszerű mérések és interpretációs eljárások alkalmazása esetén is csak az elsődleges vagy döntően elsődleges porozitású tárolókban van mód. A 8. ábrán bemutatott esetben a kvantitatív karotázis interpretáció (Schlumberger CORIBAND) és a nyitott rétegvizsgálatnál végzett termelési kútszelvényezés eredményeit vettük össze elsődleges porozitású tárolószakaszon. A két módszer között az egyezés jó, ugyanakkor a kút alsó, másodlagos porozitású szakaszán [3.] a kvantitatív karotázis interpretációt sem a PWL mérések, sem a rétegvizsgálatok nem támasztották alá.

d) A tárolók másodlagos porozitása időben és a kútmunkálatok hatására a kút környezetében csökkenhet.

A másodlagos porozitás csökkenésének oka részben visszavezethető a repedések elszennyeződésére, eltömődésére, ami a fúrás során és a béléscső cementezésekor bekövetkezhet. Emellett ugyanazokban a fúrásokban különböző időpontban végzett mérések alapján megállapítottuk, hogy egyes szakaszokon a repedések nyitottak maradnak, míg más szakaszokon összezáródnak. (9. ábra)

Ezek a zónák a tárolóközet ásványos összetételének szelvények alapján meghatározható változásaival jól korrelálhatók.

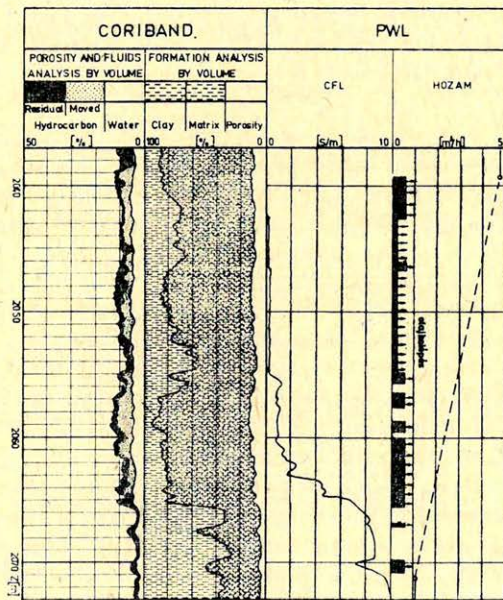
Megállapításunk szerint az ásványos összetétel megváltozása a tárolóközet mechanikai paramétereinek változását eredményezi, azaz a másodlagos porozitás csökkenése kőzetmechanikai okokra vezethető vissza.



8. ábra. Kvantitatív mélyfúrási geofizikai (karotázs) interpretáció (Schlumberger CORIBAND), és nyitott rétegvizsgálatnál végzett termelési kútszelvényezés (PWL).

Рис. 8. Количественная интерпретация каротажных данных (Шлюмберже КО-РИБАНД) и промысловое профилирование при опробовании горизонта с открытым стволом скважины (PWL)

Fig. 8. Quantitative interpretation of well logs (Schlumberger: CORIBAND) and production well logging operations (PWL) performed during an open hole completion.



Geo 83/15-9

9. ábra. Repedések összезáródása.

Рис. 9. Закрывание трещин

Fig. 9. Collapse of fractures.

Fentiek alapján levonható az a következtetés, hogy ugyanazon kútban különböző időpontban végzett vizsgálatok (karotázs mérések, rétegvizsgálatok, ...) eredményei közötti ellentmondás oka – a módszerek közötti különbségeket is figyelembe véve – részben az, hogy a tárolójellemzők (porozitás, átteresztőképesség) megváltoztak.

5. A mélyfúrási geofizikai (karotázs) interpretáció fejlesztésének lehetőségei

A metamorf szénhidrogén-tárolókra a jelenlegi szelvényválaszték figyelembevételével kidolgozott interpretációs eljárás félkvantitatív jellegű, mivel:

a) Lehetőséget biztosít a teljes és a repedéses porozitás (*FITO*, *FIFR*) kvantitatív meghatározására. A számított adatok nagyságrendileg helyesek, a porozitásértékek alapján végzett készletszámításokat a mezők művelési tapasztalatai igazolták.

b) Minőségileg lehetővé teszi az átteresztőképes szakaszok kijelölését, az elsődleges és másodlagos porozitású zónák szétválasztását, valamint a litológia jellemzését.

c) A tárolóparaméterek közül a víztelítettség (*SW*) csak elsődleges ($FI > 6 - 8\%$) és vegyes porozitású ($FII > 10\%$) tárolókban határozható meg megfelelő pontossággal.

Az interpretáció továbbfejlesztéséhez a következők szükségesek:

a) Három porozitáskövető szelvény (*NG* vagy *NT*, *ATL*, *DEL*) rendszeres alkalmazása. Ez lehetőséget biztosít:

- mindhárom porozitástípus: elsődleges (*FII*), repedéses (*FIFR*) és üreges (*FIU*) porozitás meghatározására,
- a litológiai összetétel pontosabb megállapítására.

Alkalmazásukhoz a technikai feltételek biztosításán kívül széles körű laboratóriumi kőzetfizikai vizsgálatokat is kell végezni a metamorf kőzetek mátrixjellemzőinek (*ATMA*, *DEMA*) jobb megismerése érdekében.

A litológiai összetétel kvantitatív meghatározásához nem elegendő a három porozitáskövető szelvény, mivel:

- a kőzetmátrix ásványalkotóinak száma több, mint a szelvénykombinációk száma,
- nincs megfelelő agyagindikátor.

Emiatt hosszabb távon új szelvényezési eljárások kidolgozása szükséges. Jelenleg a litológiai összetétel és ezen keresztül a porozitás meghatározás pontosítása három porozitáskövető szelvény megléte esetén az interpretációs eljárás „finomításával” érhető el. Erre több mód nyílik a tároló porozitástípusaitól függően:

– elsődleges vagy döntően elsődleges porozitás esetén – feltételezve, hogy független agyagindikátor nincs – két mátrix kőzet összetevő meghatározására van mód. Ha valamelyik összetevő ezután kellő pontossággal meghatározó egy független szelvényből pl. $VMA2 = f(JTG)$, akkor újabb mátrixalkotó bevonásával pontosítható a tőrfogati összetétel. Ha két mátrix alkotó nem látszik elégségesnek, akkor – lehetőség szerint – a tárolót olyan szakaszokra kell bontani, hogy döntően két mátrix jellemezze a kőzetet, és így szakaszonként kell az interpretációt elvégezni

– kettős porozitás jelenléte esetén csak egy mátrix vehető figyelembe, így a fokozatos közelítést – az előzőhöz hasonlóan – ebből kiindulva kell végezni.

b) A víztelítettség (*SW*) meghatározása a döntően másodlagos porozitású tárolókban a jelenleg ismert eljárások alapján nem várható.

Ugyanakkor az elsődleges és vegyes porozitású tárolókban a víztelítettség meghatározhatóságát befolyásoló $FI > 6 - 8\%$ illetve $FI > 10\%$ porozitásküszöb csökkenthető. Ehhez az előző pontban elmondottakon kívül szükséges:

– a függvénykonstansok (*BA*, *BM*, *BN*) pontosabb meghatározása, mivel ezek egyrészt a metamorf kőzetekre nem kellően ismertek, másrészt a heterogén porusgeometria miatt egy tárolón belül is változóknak tekintendők.

– az ellenállásparáméterek (*RT*, *RI*, *RXO*, *DI*) jelenleginél pontosabb (és gyorsabb) meghatározása.

c) Szükséges a termelési kútszelvényezés (*PWL*) szélesebb körű alkalmazása, mivel:

– a nyitott lyukban felvett karotázs és *PWL* szelvények együttes értelmezésével a karotázs interpretáció lényegesen pontosítható.

– a *PWL* által meghatározható (vagy lehatárolható) a szénhidrogén – víz fázishatár. Ennek ismeretében a biztosan szénhidrogén-tároló szakaszra a telítettségviszonyok a döntően másodlagos porozitású tárolókban is viszonylag pontosan becsülhetők.

d) A karotázs interpretációt ki kell terjeszteni a kőzetmechanikai paraméterek meghatározására is. Ehhez elsősorban az akusztikus módszerek fejlesztése (transzverzális és longitudinális hullámterjedési sebesség egyidejű mérése) és rendszeres kőzetsűrűség szelvényezés szükséges.

IRODALOM

- [1] Kiss B.: A metamorf kőzetanyagú szénhidrogén-tárolók mélyfúrású geofizikai jellemzői és interpretációjuk. Egyetemi doktori értekezés. Szolnok, 1980.
- [2] Kiss B. – Tóth J.: Vaporszű interpretációi dannuh promüszlovo – geofiziceszkih izmerenij v metamorficeszkih kollektorah. Szbornik dokladov. Vtarovova nauesnoj szeminara sztran cslenov SZEV po nyeftjanoj geofizike. Tom 2. Moszkva 1981.
- [3] Tóth J.: Bonyolult felépítésű szénhidrogén-tárolók kutatásánál végzett termelési kútszelvényezések tapasztalatai. Magyar Geofizika 1982. XIII. évf. 3. sz.

A rétegdőlésmérés számítógépes kiértékelésének bevezetése Magyarországon

MOLNÁR GÁBOR—SZERDAHELYI GÁBOR

Magyarországon egyre gyakrabban fordulnak elő szénhidrogéntároló-telepek bonyolult földtani szerkezetekben, ezért került sor 1982-ben a rétegdőlés mérés bevezetésére. Ennek számítógépes kiértékelése céljából szükségessé vált a rendelkezésre álló számítógép-konfigurációhoz illeszkedő feldolgozó program kifejlesztése.

A cikk erről a munkáról számol be, és említést tesz néhány továbbfejlesztési lehetőségről is.

В Венгрии всё чаще открываются углеводородные залежи в сложных геологических структурах, в связи с этим в 1982 году начали измерять наклон пластов. Для машинной интерпретации данных измерений была разработана программа для имеющейся конфигурации ЭВМ.

В статье изложены результаты этих работ и некоторые возможности их дальнейшего развития.

Hydrocarbon bearing formations have more and more often been found in complex geological structures in Hungary. This is why the DIPLOG service was introduced in 1982. Computerized interpretation of the DIPLOG data required development of a processing programme written for the computer-configuration available here.

This paper gives account of the work already accomplished on this field and refers to some possibilities of further development as well.

1. Bevezetés

1.1. A rétegdőlésmérés szükségessége.

Magyarországon az elmúlt 10 esztendőben a szénhidrogén-kutatás földtani körülményei egyre bonyolultabbá váltak. Az eredményes felderítő fázisú kutatás után a produktív területek lehatárolását nehezítette a megtalált tároló szerkezetek erős tektonizáltsága — különösen a pannonnál idősebb formációk esetén, de a pannon medencére jellemző törésrendszerek is hasonló nehézséget jelentenek. A pannonkorú homokkőtárolók a legtöbb esetben lencses kifejlődésűek, gyakran kereszttrétegzettek.

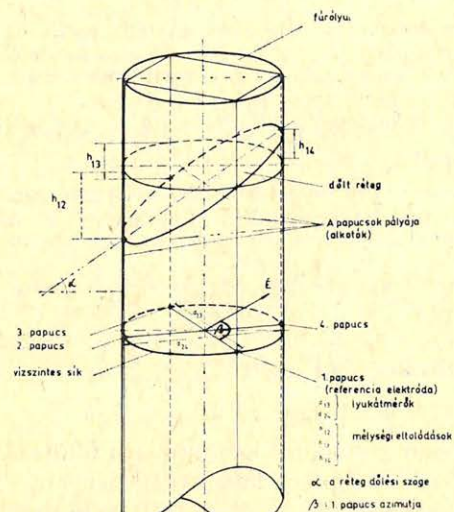
Ezen szerkezeti jellemzők miatt a kutankénti hagyományos, egy elektromos szelvény alapján történő korrelációk nem elegendőek ahhoz, hogy a legvalószínűbb földtani modellt a geológus megalkothassa. A lehatárolás csak nagyszámú kutatófúrás lemélyítésével oldható meg, ez viszont komoly anyagi ráfordítást igényel. A minél gazdaságosabb kutatásra való törekvés érlelte a magyar szénhidrogén-kutatókban azt a gondolatot, hogy a szeizmikus előkutatás mellett a mélyfúrásos-kutatás időszakában is felhasználjanak olyan eszközöket, amelyek a szerkezetkutatást elősegíthetik. Így került sor 1982 elején egy korszerű rétegdőlésmérő rendszer beszerzésére, amely egy komplett Dresser-Atlas típusú mélyfúrású szelvényező berendezés részeként került a *Kőolajkutató Vállalathoz*.

2. Számítógépes kiértékelés

2.1. A rétegdőlésmérés alapelve, a mérés kiértékelési módjai.

Mint ismeretes, a rétegdőlésmérés alapja, hogy a fúrólyuk fala mentén egyidejűleg olyan fizikai paraméter mérését végezzük orientáltan több alkotó men-

tén, amely alapján nagy felbontóképességgel az egymásra települt rétegek jól elkülöníthetők egymástól. Ezt – mint minden korszerű rétegdőlésmérő eszköz – a *Dresser-Atlas* berendezés is négy mikrolaterolog szelvény egyidejű felvételével oldja meg. A lyukeszköz 4 egymástól 90° -ra elhelyezett, kitémasztókkal lyukfalhoz szorított papucsra szerelt mikro-elektrodarendszerrel rendelkezik, amelyek egy síkban helyezkednek el. Ezek egy dőlt réteg határát természetesen különböző mélységben fogják metszeni, illetve a regisztrátumon jelezni (1. ábra): A négy papucs közül az 1. jelű papucsnak a mágneses \vec{E} -től való irányát (azimutját), a furólyuk ferdeségét és az 1. papucshoz való irányát, valamint a 2–2 szemben levő papucs közötti távolságot (két lyukátmérőt) ugyancsak regisztrálja a mérőrendszer. A mért paraméterek alapján a rétegek térbeli helyzete meghatározható.



Geo 83/16-1

1. ábra. A rétegdőlésmérés alapelve

Рис. 1. Основные принципы измерения наклона пластов

1. Fig. Principles of DIPLOG survey

Nyilvánvaló, hogy a dőlés számításához szükséges adatok közül a regisztrátumról a papucsok által jelzett réteghatár-eltolódások (kis dőlés esetén mm-nagyságrendűek) megfelelő pontossággal közvetlenül nem olvashatók le. Az analóg felvétel mélységléptékét a pontossági igényeknek megfelelően megválasztva (pl. $M = 1:20$) is a négy mikrolaterolog görbe közötti mélységi eltolódás vizuális meghatározása nagyon idő- és munkaigényes, mivel tektonikai elemek kimutatásánál, vagy erősen tagolt, keresztretegzett rétegsor esetén nagyon kis mélységközönként (pl. 0,5 m) is szükséges lehet a görbék közötti eltolódások meghatározására. Emiatt célszerű a mélységkülönbségeket számítógéppel meghatározni. Ennélfogva természetes és nyilvánvaló, hogy a *Dresser-Atlas* társaság is a mérőberendezés mellé saját fejlesztésű számítógépes kiértékelő programrendszert ajánl, amelynek meghatározott hardware igényei vannak. Így szükség volt a rendelkezésre álló *Dresser-Atlas* programcsomag hazai alkalmazhatóságának a vizsgálatára.

2.2. A saját (KISSDIP) program kifejlesztése.

A *Dresser-Atlas* programrendszer vizsgálata során kiderült, hogy az kifejezetten olyan elvek alapján készült, amelyek nagy számítógépet igényelnek. Ezt

támasztja alá a task és batch szemléletű szervezés, a nagy memóriaigény, az erős operációs rendszertámogatás, a nagy háttér-tárigény. Ezek a feltételek természetesen adottak a *Dresser-Atlas* központi számítógépe esetén. A *Kőolaj-kutató Vállalatnál* viszont csak egy közép-gép-kategória alján levő *TPA-70-es* konfiguráció áll rendelkezésre.

A programrendszer közvetlen installálása így nem jöhetett szóba, átírása hosszabb időt vett volna igénybe, és nehezebb lett volna egy új rendszer írásánál. Így a funkcionális adaptálás mellett kellett dönteni, a meglévő *KISS*-rendszerhez hasonlóan rétegdőlés-orientált rendszer készült el.

Természetesen a nem ideális számítógép kompromisszumokat követel a gyorsaság, a feldolgozható adatmennyiség tekintetében. Előnye viszont a gép közelsége és a megszokott feldolgozási struktúrába való illeszkedése.

2.3. A terepi mágnesszalag felépítése.

A 2.1. pontban már röviden ismertetett módon történik a mérés. Kilenc paraméter analóg módon történő regisztrálásával egyidőben – a számítógépes kiértékelés igényeinek megfelelően – a digitális jelrögzítés 1/2 hüvelykes mágnesszalagra történik. A szalag elején levő vezérlő blokk után az alábbi mérések találhatók a szalagon:

1. Zéró: Néhány blokk hosszúságú digitális nulla rögzítődik a felhasználni kívánt csatornákon.
2. +10DC: A filmen 10 osztásnak megfelelő digitális szám rögzítődik a használni kívánt csatornákon.
3. -10DC: A filmen 10 osztásnak megfelelő (negatív irányban) digitális szám rögzítődik a kérdéses csatornákon.
4. Ismétlő mérések.
5. Mérés.

Az 1.–3. rögzítések tulajdonképpen a mágnesszalag „kalibrálásának” felelnek meg. Ezek szükségesek a valódi fizikai értékek visszaállításához. Ezekből, valamint az adatlapon feltüntetett valódi fizikai értékhatárokból állíthatók vissza a mért paraméterek értékei csatornánként.

A 4. és 5. rész rögzítésének a metodikája a következő: A mérőrendszer elektronikájában 10 analóg csatorna működik. Ezekből 5 úgynevezett „gyors”, 5 pedig „lassú” csatorna. A rétegdőlésmérés 4 gyors (a négy ellenállás mérés) és 5 lassú (2 lyukátmérő, 2 azimut, lyukferdeség) csatornát használ.

A nevékből is következően más-más mintavételi sebességgel dolgoznak. A gyors csatorna 0,3125 cm-enként mintavételez, a lassú csatorna 2,5 cm-enként rögzít egy-egy méréspontra.

A csatornák kiosztását az operátor végzi el a terepen. A szalagon 1980 byte-os blokkolásban, blokkonként 20 lassú csatorna mérése, és lassú csatornánként 8–8 gyors csatorna mérése található. A mérések között szinkron-marker és mélységjelek találhatók azonosítás céljából. A digitálissá kódolt jeleket 2–2 byte-ban találjuk lineáris kettős komplementes kódban, 12 bit hosszan.

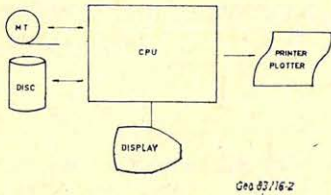
2.4. A központi számítógép konfigurációja.

A feldolgozást biztosító konfiguráció igen egyszerű, hiszen csak az input és output adathordozóra van szükség, a rendszer a két speciális adatstruktúrát

konvertálja egymásba, sok számítást végez, valamint az eredmény-megjelenítés különböző képeit állítja elő. A CPU és a hozzá tartozó operátori display a vezérlést látja el.

Az elektrosztatikus plotter az eredmény-megjelenítést teszi lehetővé a 3.6. pontban leírtak alapján.

A kis teljesítményű CPU mellett 20 Mbyte háttértár, valamint 64 Kbyte operatív memória áll rendelkezésre. A 2. ábra mutatja a számítógép-konfigurációt.



2. ábra. A központi számítógép konfigurációja

Рис. 2. Конфигурация центральной ЭВМ

Fig. 2. The configuration of the central computer

3. A KISSDIP leírása

3.1. Általános blokkvázlat, a vezérlő nyelv (GPL).

A KISSDIP rendszer logikai blokkvázlatát a 3. ábra mutatja, részletesebben a továbbiakban olvashatunk az egyes funkciókról.

Az egész rendszert egy speciális nyelv-interpreter (*Geophysical Programming Language*) segítségével lehet kezelni, irányítani.

A GPL egy geofizika orientált speciális programnyelv. Létrehozásának szükségessége:

1. A rendszer gépfüggetlen, illetve programnyelv (itt *FORTRAN*) független voltának biztosítása.

2. A geofizikus értelmezőnek ne kelljen értenie a számítógéphez és annak programozásához. Csak az általa jól ismert terminológiában gondolkozhasson.

3. Előre írhatók legyenek a geofizikai feldolgozási programok. Így az értelmezőnek csak a geofizikához közel álló kulcsszavakat kell megtanulnia, parancsmódban irányíthatja a feldolgozást. A szelvényekre, konstansokra saját nevükkel hivatkozhat. Számokat, értékeket tetszőleges formában gépelheti be a gépbe.

Itt egy néhány soros mintát mutatunk be a *GLP* alkalmazására:

```

MTREAD KUT-1
DEPT 1800-2000
BEGIN
LOG R1 R2 R3 R4 AZ DV RBR DL13 DL24
CHAN 1 2 3 4 5 6 7 8 9
END
CONSTANS
VALU WL = 100
VALU SL = 20
END
CORR 1
DEPT 1800-2000
END

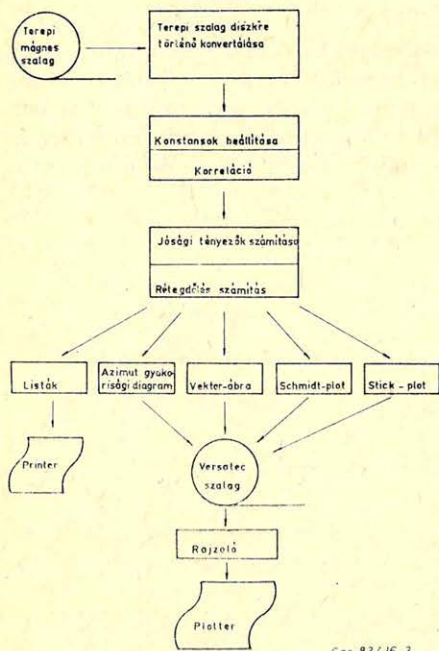
```


Az utasítássorok magyarázatát a program-funkciók részletes ismertetésénél megkapjuk.

3.2. A terepi szalag munkaterületre töltése, olvasása.

A terepi mérés eredményeit a gyors és sokszori hozzáférés miatt gyors háttértárakon kell tárolni, ez a *KISSDIP* munkaterülete.

A terepi mágnesszalagos egység által speciálisan rögzített, csatornainformációkat átkonvertálja fizikai valós értékévé, és diszk munka-file-ban tárolja.



3. ábra. A KISSDIP blokkvázlata

Рис. 3. Блок-схема KISSDIPP

Fig. 3. The block-diagram of KISSDIP

Geo 83/16-3

A parancssor alakja:

```

ERAS
MTREAD KUTNÉV
LOG N1 N2 Ni
CHAN P1 P2
DEPT P1 P2
BASE P1 P2 Pi
LIMIT P1 P2 Pi
END
    
```

A végrehajtás módja:

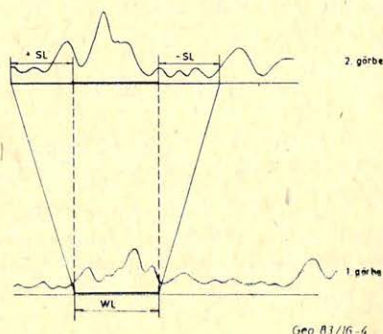
Az *ERAS* utasítás törli a munkaterületet, az *MTREAD* definiálja a megfelelő *KUTNEV* szalag beolvasását. A *LOG* utasítás a szelvényneveket közli a rendszerrel, a *CHAN* azt, hogy ezek a szelvények melyik csatornán találhatóak a szalagon. A *DEPT* a kezdő- és végmélységet adja meg. A *BASE* és *LIMIT* az alapvonal és az érzékenység definiálására szolgál az illető csatornák esetében.

3.3. Korreláció.

A program elvégzi a korrelációkat az egyes görbék között, a vizsgált görbepárok a következők:

- 1. és 2.,
- 1. és 3.,
- 1. és 4.,
- 3. és 1.,
- 3. és 2.,
- 3. és 4. görbe.

A páronkénti korreláció 5 függvény segítségével történhet oly módon, hogy az egyik görbén kijelölve egy meghatározott korrelációs intervallumot (WL), ezt a szakaszt keressük a másik görbe egy meghatározott szakaszán, amelyet úgy kapunk, hogy a korrelációs intervallumot felfelé és lefelé is megnöveljük az úgynevezett keresési hosszzal (SL). Ennek magyarázatát a 4. ábra mutatja.



4. ábra. A korrelációs intervallum (WL) és a keresési hossz (SL) kapcsolata

Рис. 4. Связь интервала корреляции (WL) с длиной интервала поиска (SL)

Fig. 4. The relationship between the correlation Interval (WL) and the searching length (SL)

A keresési hossz nagyságát a lyukátmérő és a várható maximális dőlés ismeretében tudjuk meghatározni. A korreláció eredménye a korrelogram, melynek maximum helyéből a görbék közötti eltolódás meghatározható.

A programba foglalt öt kereszt-korrelációs függvény közül a használni kívánt a parancssor segítségével választható ki.

A parancssor alakja:

```
CORR P1  
DEPT P1 P2  
END
```

A végrehajtás módja:

A konstansként megadott korreláció-paraméterekkel a *DEPT* utasítással kijelölt intervallumon a *CORR* utasításban definiált korrelációs függvénnyel végrehajtódik a korreláció. Ez a rendszer legidőigényesebb része.

3.4. Jósági tényezők számítása.

Mivel egy matematikai korreláció eredménye nem mindig hordoz magában valóságos fizikai tartalmat — jelen esetben a matematikai megfeleltetés nem biztos, hogy ugyanazt a réteget jelenti az egyik görbén, mint a másikon —, ezért a korreláció eredményét úgynevezett jósági kritériumok alapján vizsgálat alá kell vetni.

A *KISSDIP* az alábbi jósági vizsgálatokat végzi el:

1. A korrelogram maximumának a helye.

Amennyiben egy korrelogram maximuma a vizsgált intervallum szélére esik, a program egy pointer-t 0-ra állít.

2. Zártsági tényező.

A szomszédos görbék közötti eltolódások algebrai összegének ideális esetben nullának kell lenni, azaz a réteghatárnak a fúróluk fala mentén záródnia kell. Ebből az algebrai összegből előállított, normált zártsági tényezőt vizsgálja a program.

Ha ez az érték egy kritikus minimum alatt marad, akkor a program a pointer-t 1-be állítja.

3. A meghatározott 6 korrelogram szélsőértékeinek viszonyai.

A program előállítja az alábbi tényezőt:

$$MM = \frac{\min(MAX_i) - \max(MIN_i)}{\max(MAX_i) - \min(MIN_i)}$$

Az *MM* tényező is rendelkezik egy kritikus értékkel, amely alatt a korrelációt nem megfelelőnek tekintjük.

4. A korrelogram élessége.

Vizsgálja a program a korrelogram egy meghatározott értékénél a szélességet, ezt viszonyítja a kétszeres keresési hosszhoz, és ezen értéket hasonlítja egy előre megadott küszöbértékhez.

5. Koherencia-tényező.

A program meghatároz egy olyan tényezőt, amely a korrelogram maximumával, szélességével és a lyukátmérőkkel van kapcsolatban, és ezt viszonyítja egy kritikus értékhez.

6. Síkszerűségi tényező.

Ideális sík esetén (egy fúrólukon belül ilyennek tételezzük fel az egymásra települt rétegeket) két szomszédos görbe közötti eltolódásoknak egyenlőknek, de ellenkező előjelűeknek kell lenni, mint a velük szembelevő szomszédos görbék közötti eltolódásoknak, azaz

$$h_{12} = -h_{34}, \text{ ill. } h_{23} = -h_{41}$$

Ezt szintén egy normált alakban vizsgálja a program egy küszöbértékhez viszonyítva.

Ha a 2. – 6. tényező közül csak egy haladja meg az előre megadott kritikus értékét, akkor a pointer 1-be áll, ha kettő, akkor *POINT* = 2, és így tovább. Tehát a pointer értéke mindig azt mutatja, hogy a jósági kritérium közül hány teljesült.

Ha a *POINT* értéke 0, 1 vagy 2, akkor a program a korrelációt nem fogadja el, és arra a mélységpontra dőlés-számítást nem végez.

3.5. A valódi dőlésszög és dőlésirány számítása.

A *DIP* nevű alprogram végzi el az előző pontban leírt jósági tényezők, valamint a dőlésszög és dőlésirány számítását. A dőlésadatok számításához a mért adatokat és a görbe-eltolódások közül a h_{13} és h_{24} értékeket használja a vektor-algebrai számításokban. Az így meghatározott értékek csak látszólagosak, ezeket a lyuk ferdeség-adataival korrigálni kell a gömbháromszögek trigonometrikus összefüggései alapján.

A parancssor alakja:

```
DIP
DEPT P1 P2
END
```

Végrehajtás módja:

A $P_1 - P_2$ mélységintervallumban kiszámítja a valódi dőlésszöveget és dőlésirányt azokban a mélységpontokban, amelyek adatsora eleget tesz az előzőekben ismertetett jósági kritériumoknak.

3.6. Az eredmények megjelenítése.

– *Listák.*

Ez a megjelenítési forma magában foglalhat alapadatokat (mérési adatokat) és eredményeket egyaránt. Erre egy példát mutat az 5. és 6. ábra.

I AS RESULT OF	DIP		DEPT		P ₁		P ₂		DIP		DEPT		P ₁		P ₂	
	ME	FW	ME	FW	ME	FW	ME	FW	ME	FW	ME	FW	ME	FW	ME	FW
2975.00	1.53	215.00	200.00	20.81	25.53	0.00	0.00	-0.63	-0.94	-0.60	-1.03					
2976.00	1.23	210.00	200.00	22.57	25.57	0.00	0.00	-0.60	-0.95	-0.60	-1.03					
2977.00	1.33	219.00	200.00	25.64	25.81	0.00	0.01	-0.51	-0.92	-0.51	-0.94					
2977.50	1.54	217.60	194.51	28.61	26.41	0.00	0.00	0.01	-0.94	0.01	-1.28					
2978.00	1.53	214.00	200.49	25.97	26.27	0.00	0.00	0.00	-0.94	0.00	-1.03					
2978.50	1.24	218.15	199.02	25.98	26.04	0.00	0.00	1.00	-0.60	-0.60	-0.99					
2979.00	1.18	218.15	195.03	25.15	25.60	0.00	0.00	1.00	-0.60	-0.60	-0.99					
2979.50	1.18	210.75	186.00	25.64	25.97	0.00	0.00	0.01	-0.91	0.01	-1.33					
2980.00	1.21	210.75	180.64	28.59	26.04	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.01	-0.94					
2980.50	1.26	206.50	180.64	28.20	24.07	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-1.25					
2981.00	1.00	203.00	181.00	25.07	24.23	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-1.25					
2981.50	1.02	208.01	180.71	25.48	23.64	0.00	0.00	0.01	-0.91	0.01	-0.75					
2982.00	1.00	199.00	180.00	23.92	22.91	0.00	0.00	0.00	-0.90	0.00	-0.94					
2982.50	1.00	200.00	180.00	24.88	24.97	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2983.00	1.00	199.00	180.00	25.64	24.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2983.50	1.00	200.00	180.00	28.70	25.91	0.00	0.00	0.01	-0.91	0.00	-0.91					
2984.00	1.00	199.00	180.00	26.05	25.00	0.00	0.00	0.01	-0.91	0.00	-0.91					
2984.50	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2985.00	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2985.50	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2986.00	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2986.50	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2987.00	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2987.50	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2988.00	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2988.50	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2989.00	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2989.50	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2990.00	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2990.50	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2991.00	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2991.50	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2992.00	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2992.50	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2993.00	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					
2993.50	1.00	199.00	180.00	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	-0.91	0.00	-0.91					

Geo 83/16-5

5. ábra. Alapadat – lista

Рис. 5. Список основных данных

Fig. 5. List of basic data

AN RESULT OF	DDB		FFF		FFF		KARSTAGE	INTERPRETER	SUBROUTINES	I.		II.		FOIR
	D	B	F	F	F	F				TABULATE	FRESH	RECHANGES	1000.	
NO.	BY	AZ	BYBU	AZBU	OSBU	FR	OSBU	ZAR	SIK	FOIR				
2975.00	1.20	18.09	4.77	129.01	104.05	88.77	78.91	100.00	75.00	5.00				
2976.00	1.28	18.80	5.04	139.56	108.48	88.77	76.82	100.00	100.00	5.00				
2977.00	1.28	19.07	5.02	137.68	108.18	89.07	78.13	100.00	100.00	5.00				
2978.00	1.23	18.90	5.08	138.19	118.22	87.94	78.13	100.00	100.00	5.00				
2979.00	1.23	14.18	5.08	138.19	118.22	88.01	86.30	100.00	85.71	4.00				
2978.00	1.24	16.14	5.04	134.94	139.88	89.57	82.44	100.00	100.00	4.00				
2979.00	1.18	17.00	5.18	132.18	139.88	89.57	71.48	100.00	86.89	4.00				
2979.00	1.18	14.47	3.78	132.62	249.39	60.49	90.89	100.00	80.00	5.00				
2980.00	1.21	17.11	3.83	179.10	192.42	25.99	89.97	100.00	100.00	4.00				
2980.00	1.26	12.71	4.19	164.49	233.72	23.19	91.93	100.00	100.00	4.00				
2981.00	1.24	14.18	4.20	168.09	76.70	88.01	71.74	100.00	100.00	5.00				
2981.00	1.85	13.20	3.80	127.27	64.48	60.02	68.98	100.00	100.00	4.00				
2984.00	1.40	10.74	3.77	171.68	169.27	54.69	88.18	100.00	80.00	4.00				
2985.00	1.40	10.74	13.23	171.68	100.81	47.09	78.78	30.00	84.82	3.00				
2985.00	1.39	11.74	8.24	191.74	118.00	36.78	88.08	80.00	80.00	4.00				
2986.00	1.32	8.31	1.82	188.31	298.40	68.38	98.19	100.00	100.00	5.00				
2987.00	1.44	1.96	1.44	181.96	86.22	-8.71	68.28	100.00	100.00	4.00				
2988.00	1.35	1.96	4.32	149.14	60.16	25.24	67.84	90.00	100.00	4.00				
2988.00	1.57	7.33	1.57	187.33	133.03	62.40	81.77	100.00	100.00	4.00				
2991.00	1.15	3.42	1.44	183.42	189.91	64.95	83.83	100.00	100.00	4.00				
2991.00	1.52	1.42	31.04	179.14	96.39	52.21	77.46	100.00	87.14	3.00				
2992.00	1.48	359.51	1.48	179.51	177.88	54.71	84.02	100.00	100.00	3.00				
2992.00	1.49	387.85	1.49	177.55	134.38	17.39	85.48	100.00	100.00	4.00				
2994.00	1.76	353.15	38.09	340.58	59.81	-39.73	78.83	100.00	96.13	4.00				

Geo 83/16-6

6. ábra. Eredmény – lista

Рис. 6. Список результатов

Fig. 6. List of results

Az alprogram parancssorának alakja:

```
LIST P1 P2 . . . . . Pi
DEPT P1 P2
GOOD P1
```

Végrehajtás módja:

A $P_1 - P_2$ mélységintervallumban a P_i értékeket (max. 12 oszlop) kilistázza azokra a mélységpontokra, amelyeknél a *GOOD* parancs paraméterében megadott értéknél nagyobb, vagy azzal egyenlő a 3.4.-ben leírt pointer értéke.

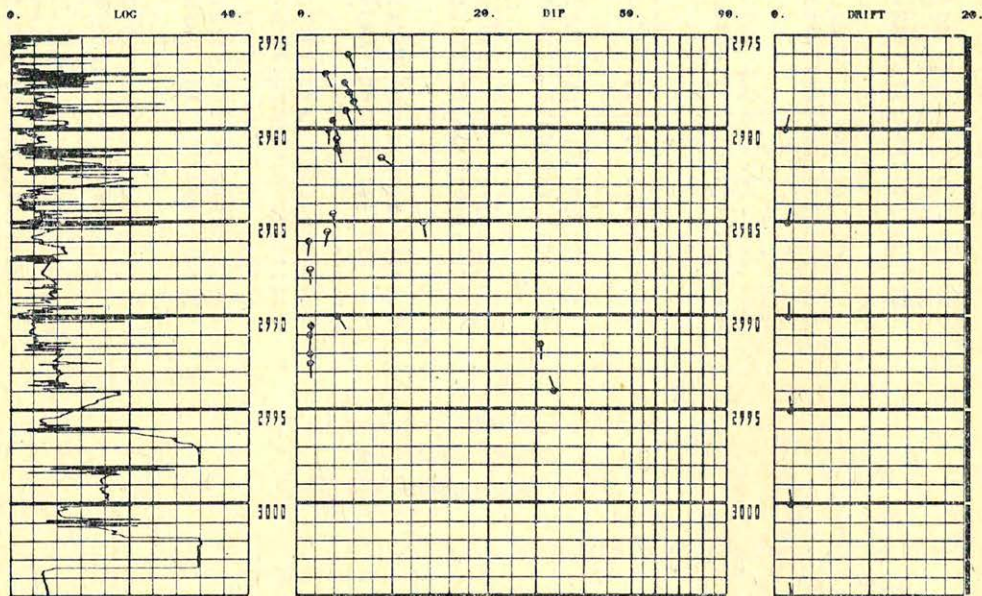
– Vektor-ábra.

Ebben a – már irodalomból ismert – megjelenítési formában a dőlt réteget az illető mélységpontban egy kis kör reprezentálja egy mélység-dőlésszög diagramon. A réteg dőlésirányát a körből kiinduló vonal helyzete határozza meg úgy, hogy az É-i irány felfelé, a K-i jobbra, a D-i lefelé, a Ny-i balra mutat. A pointer értékétől függően a kör üres (*POINT* = 3), félig feketített (*POINT* = 4) vagy teljesen feketített (*POINT* = 5).

A vektor-ábra bal oldalán egy azonosító szelvény (általában az 1. papucs által mért ellenállás) található, míg a jobb oldalon ugyancsak vektorszerűen a lyukferdeség adatait ábrázoljuk. (7. ábra).

Vezérlő parancs:

```
VECTOR
DEPT P1 P2
LEPT P1
LOGSCAL N1 P1 P2
END
```



Geo 83/16-7

7. ábra. Vektor-ábra
 Puc. 7. Bekrop-cxema
 Fig. 7. Vector-diagram

— Azimut-gyakorisági diagram.

A diagram koncentrikus körökből és 10 fokonként kör-sugarakból épül fel. A sugarak az azimut értékeknek, a koncentrikus körök a meghatározott dőlések darabszámának felelnek meg. Az így kijelölt szegmensek befeketéssel a diagram jól mutatja azt az azimut-intervallumot, amely a kérdéses mélységzakszon a leggyakrabban előfordul. Egy koncentrikus kör 10 mélységpontot jelent. Egy küszöbszám adható meg, mely a dőlésértékre vonatkozik: a küszöb feletti dőlések a kör középpontjából indulnak, a küszöb alatti dőlések a kör kerületétől befelé jelennek meg.

Opció: meg lehet adni, hogy csak egy bizonyos jósági kritérium (POINT) feletti értékek kerüljenek felhordásra.

Azimut-gyakorisági diagramot láthatunk a 8. ábrán.

A parancssor alakja:

AZIP
 DEPT P₁ P₂
 LIMIT P₁
 GOOD P₁
 END

— SCHMIDT-plot.

A vektorábra és az azimut-gyakorisági diagram „keveréke”. Ugyancsak koncentrikus körökben $0-360$ fokig terjedő azimuttal felhordjuk – a jósági mutatókat a vektorábrához hasonlóan jelezve – a dőlésértékeket. A dőlés koncentrikus körök formájában szemléltethető, egy-egy kör 10 fokos dőlést reprezentál (9. ábra).

A parancssor alakja:

```

SCHP
DEPT P1 P2
END

```

– STICK-plot.

A Schlumberger társaság STICK-plotjának megfelelő fornátumú, 30 fokonként kirajzolt, érintő szemléltető ábra. Az egyes érintőket reprezentáló egyenesek méterenként követik egymást kellő darabszámú jó korreláció esetén.

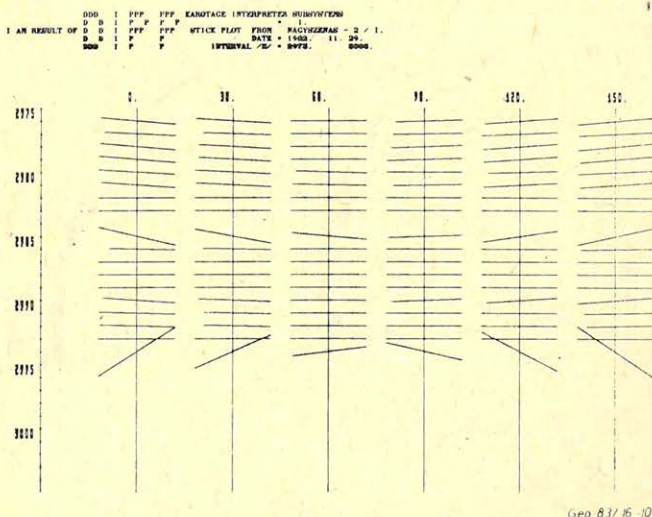
Hat darab függőleges egyenes mentén helyezkednek el a megfelelő dőlésű szakaszok (10. ábra). Választható mélységlépték 1:200 és 1:1000.

A parancssor alakja:

```

STICK
DEPT P1 P2
LEPT P1
END

```

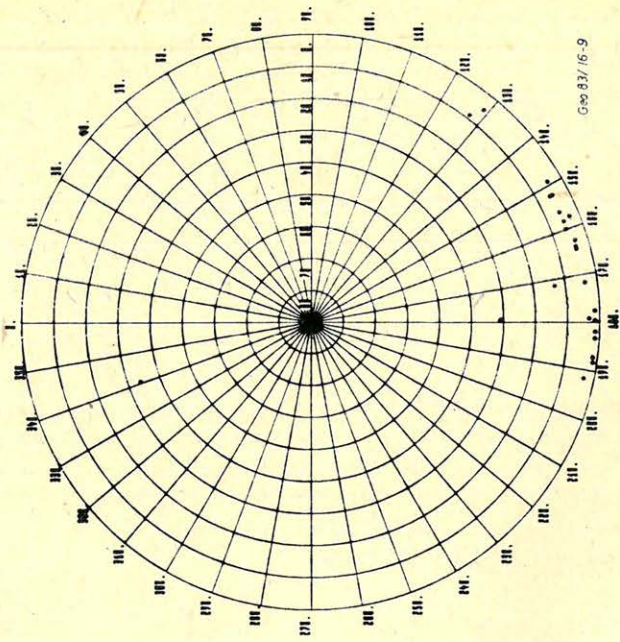


8. ábra. Azimut – gyakorisági diagram.

Рис. 8. Азимут-диаграмма частоты повторяемости

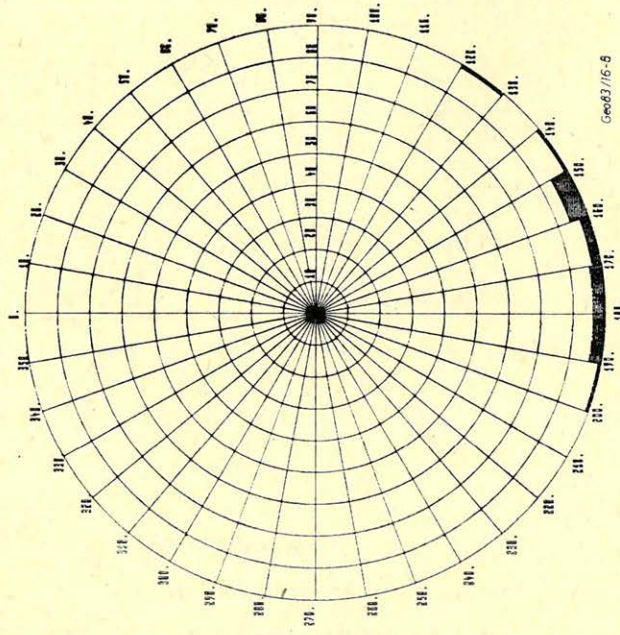
Fig. 8. Azimuth-frequency diagram

1. AN INDEX OF
 P.P.P. SURFACE INTERSECTION ORIENTATIONS
 SUBMIT PLAIN AND
 INTERSECTION OF
 SURFACE AND
 SURFACE AND



10. ábra. STICK-plot
 Рис. 10. STICK-пюл
 Fig. 10. Stieck-plot

1. AN INDEX OF
 P.P.P. SURFACE INTERSECTION ORIENTATIONS
 SUBMIT PLAIN AND
 INTERSECTION OF
 SURFACE AND
 SURFACE AND



9. ábra. SCHMIDT-plot
 Рис. 9. SCHMIDT-пюл
 Fig. 9. Schmidt-plot

3.7. A programrendszer igényei.

Mint láttuk, minimális hardware igénnyel (64 Kbyte operatív, 20 Mbyte háttér) a rendszer biztosítja a rétegdőlés-számítás fontosabb funkcióinak mind-egyikét. Installálásához minimális software megléte szükséges.

(FORTRAN, ASSEMBLY compiler). A kezelő operátortól csak a GPL nyelv ismeretét követeli meg.

4. További fejlesztési lehetőségek

Az előzőekben ismertetett program valójában egy egyszerű keresztkorreláció alapján határozza meg a görbék közötti eltolódásokat, a jósági kritériumokat kielégítő dőlésadatokat a földtani értelmezésben felhasználható adatokként jeleníti meg.

Lehetőség van azonban arra, hogy pontosabb korrelációt hajtsunk végre a görbék között oly módon, hogy a regisztrált mikrolaterolog görbéket amplitúdóiknak megfelelően elemekre bontjuk (csúcsok, hullámmínimumok, platók), ezeknek az elemeknek az alakját különböző jellemző értékekkel írjuk le (relatív maximum, átlagérték, meredekség stb.), majd ezen értékeket korreláljuk a másik görbe megfelelő értékeivel.

Egy másik pontosítási lehetőség, hogy a meghatározott dőlésértékekből kiválasszuk a legvalószínűbb értékeket. Ezt elérhetjük azzal, hogy egy-egy görbeszakaszt a korrelációs intervallummal többször átfedve (a lépéstávolságot csökkentve) több dőlésadatot határozzunk meg. Ezeket az adatokat megfelelően csoportosítva, egy szűrési eljárás segítségével közülük a legvalószínűbb értékek kiválaszthatók.

Ezeknek az eljárásoknak a megvalósítását az elkövetkező időszak feladatának tekintjük.

IRODALOM

- [1] L. G. Schoonover – O. R. Holt: Computer Methods of Diplog Correlation (Society of Petroleum Engineers Journal, February 1973. 31 – 38. p.)
- [2] R. M. Bateman – C. E. Koenen: The Log Analyst and The Programmable Pocket Calculator – Part III – Dipmeter Computation. (The Log Analyst, January-February, 1978. 3 – 9. p.)
- [3] Fundamentals of Dipmeter Interpretation (Schlumberger, 1970.)
- [4] B. Cvetkovic – B. Jancikovic: Diplog-Moderni program za obradu podataka mjerenja nagiba slojeva n busotini na električnom računalu. (Stručni časopis DIT, INA-Naftaplin, Zagreb, 1980. str. 45 – 54.)
- [5] Schlumberger Interpretations-Seminar-DIPMETER, Budapest, 1978. okt. 12. Előadó: C. Boycldieu – J. Draxler
- [6] V. Hepp – A. C. Dumestre: CLUSTER* – A Method for Selecting The Most Probable Dip Results from Dipmeter Surveys (SPE 5543, 1975.)
- [7] Ph. Vincent – J. – E. Gartner – G. Attali: GEODIP* – An Approach to Detailed Dip Determination Using Correlation by Pattern Recognition (SPE 6823, 1975.)

Könyvismertetés

Proceedings of the Seventeenth Assembly of the EUROPEAN SEISMOLOGICAL COMMISSION

Szerkesztő: E. Bisztricsány – Gy. Szeidovitz

Kiadó: Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983. ISBN 963 05 3242 5 689 oldal.

A kötet az Európai Szeizmológiai Bizottság 1980. évi budapesti 17. ülészakán, valamint az Európai Geofizikusok Egyesületével közös rendezvényein elhangzott előadásokat, illetve részben csak azok tartalmi kivonatát foglalja magában. A tanulmányok jelentős része egyébként is a címben szereplő téma rövid összefoglalása. Ennek következménye, hogy a Proceedings 689 oldalán 118 cikket közöl a következő témák szerinti bontásban (zárójelben a cikkek számát is közöljük):

- Európai digitális szeizmikus hálózat (6)
- Földrengésveszély és -előrejelzés (9)
- Szeizmicitás (21)
- Adatgyűjtés (3)
- Fészekmechanizmus és földrengés-előrejelzés (6)
- Mikroszeizmikusság és szeizmikus zaj (5)
- Elmélet és értelmezés (10)
- Mély szeizmikus szondázás (2)
- A köpeny fizikai és kémiai sajátosságai (11)
- Jelenkori kéregmozgás és a vele kapcsolatos szeizmicitás (9)
- Európa földkéregszerkezete (21)
- Kelet-Európa lemeztektonikája (13)
- Geofizikai folyadék-dinamika (1)
- Matematikai geofizika (1)

A kötetet a szerkesztők rövid előszava, valamint Ritsema, A. R. elnöki megnyitója vezeti be. A szerkesztők hangsúlyozzák a szerzők felelősségét a tanulmányaikért, mivel azokat lényeges változtatás nélkül publikálták a kötetben.

A hazai földrengéskutatás szép örökségét dokumentálja a kötet elején Kitaibel Pál és Tomtsányi Ádám izoszeizma térképe az 1810. évi móri földrengésről. Ezt 1814-ben Budán latinul publikálták disszertációjukban.

A 118 tanulmányból 7, magyar szerző tollából származik. Különösen erős a szocialista országok kutatóinak a részesedése.

E kötet jól tükrözi a földrengéskutatás és a hozzá kapcsolódó társtudományok jelenlegi helyzetét Európában. Egy-egy téma iránti érdeklődés részben a cikkek számával arányosan kifejezi a főbb kutatási irányokat, amelyek megerősödtek az utóbbi években Európában. Így különösen sok értékes adat gyűlt össze a mély szeizmikus szondázások révén a *földkéregszerkezet*ről. A hosszú évek óta rendszeresen működő obszervatóriumok, valamint a jól szervezett makroszeizmikus adatgyűjtés által egyre tisztább képünk van egy-egy terület *szeizmicitásáról*, a várható földrengések valószínűségéről. Nagy szintetizáló munka folyik Kelet-Európában a *lemeztektonikai* történések rekonstruálásában, azaz „megfejtésében”. Laboratóriumi *közvetvizsgálatok* segítik a mind realitásabb fizikai és kémiai földmodell, elsősorban földkéreg- és felső köpeny modell megalkotását. A *földrengés-előrejelzés* szolgálatába állítható jelenségek, mint pl. a tellurikus áramok változása, a földrengést kísérő fényjelenségek stb. egyre nagyobb figyelmet kelt fel.

Korszerű távészlelő szeizmikus hálózatok épültek ki az elmúlt évtized során, többek között néhány szocialista országban is, mint Bulgária, NDK, Románia és hazánkban is megvalósulóban van. E digitális rendszerek tovább fokozzák a mérések pontosságát, megbízhatóságát és jelentősen növelik az adatok számát is, tehát a kutatási bázist, amelyből a szeizmológia valamennyi ága gazdagodhat és amely révén erősödhet a lakosság biztonságérzete is.

A szerkesztők jó munkáját dicséri a kötet. Csupán egy negatívumot nem hallgathatunk el az Akadémiai Kiadó felé. A konferencia után 2,5 évvel jelent meg a Proceedings. Ez ma nagy idő és rontja a könyv tartalmának aktualitását.

Ádám Antal

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Вандорфи, Р.</i> : Деятельность Предприятия нефтегазразведки в области промышленной геофизики	161
<i>Дорчи, Г. – Каннар, Т. – Киши, Б.</i> : Развитие нефтепромышленной геофизики на Алфёльде	164
<i>Киши, Б. – Молнар, Г.</i> : Система обработки на ЭВМ кривых промышленной геофизики	175
<i>Киши, Б. – Кормош, Л.</i> : Количественная промышленно-геофизическая интерпретация формаций глинистых песчаников	185
<i>Киши, Б. – Кормош, Л.</i> : Статистические методы интерпретации для песчаников	200
<i>Киши, Б. – Тот, Й.</i> : Вопросы промышленно-геофизической интерпретации залежей сложенных метаморфическими породами	211
<i>Молнар, Г. – Сердахеи, Г.</i> : Введение машинной интерпретации данных измерений наклона пластов в Венгрии	228

CONTENTS

<i>Vándorfi R.</i> : Well logging activity at the Oil Exploring Company and "the Great Plain Division" of the Society of Hungarian Geophysicists	161
<i>Dorcsi G. – Kánnár T. – Kiss B.</i> : Development of the well logging service in the Great Plain of Hungary	164
<i>Kiss B. – Molnár T.</i> : Subsystems for processing of well logging data by computer (KAROTAGE INTERPRETER SUBSYSTEMS-KISS)	175
<i>Kiss B. – Kormos L.</i> : Quantitative interpretation of shaly sand formations	185
<i>Kiss B. – Kormos L.</i> : Statistical methods for evaluating sandstone formations	200
<i>Kiss B. – Tóth J.</i> : Some questions of interpretation of well logs run in boreholes containing hydrocarbon bearing formations with metamorphic lithology	211
<i>Molnár G. – Szerdahelyi G.</i> : Introduction of computerized DIPLOG evaluation in Hungary	227

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Zelei András

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

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

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

83.681. Állami Nyomda, Budapest

Terjeszti a **MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE**

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 27 507