

# Földtani Kutatás

1974. XVII. évfolyam 4. szám

TARTALOMJEGYZÉK

	<i>Dr. Dank Viktor—dr. Hingl József—Szabó György—Bérczi István:</i> A nagymélységű szénhidrogén-kutatás helyzete Magyarországon.	1
	<i>Barabás László—Kadinger Béla—Tihanyi Gábor:</i> Nagymélységű fúrások műszerezési kérdései és fejlesztés irányai.	11
	<i>Szabó György:</i> A nagymélységű fúrások korszerű eszközei, különös tekintettel a hazai tapasztalatokra.	15
	<i>Tóth Béla—Csaba József—Fülöp Miklós:</i> Mélyfúrások aktív paramétereit, optimalizálásának közetfizikai megfontolásai.	19
	<i>Péter Richárd—Treffler Tamás—Szabari Kálmán—Pertik Béla—dr. Dormán József:</i> Cementreceptúrák megválasztásának szempontjai és gyakorlati tapasztalatai nagymélységű fúrásoknál.	27
	<i>Dr. Moldvay Loránd:</i> A dóm-jellegű mozgások kérdése az alföldi szénhidrogén-kutatás szemponjából.	33
	<i>OKGT Geofizikai Főosztály—GKÜ Szerzői Kollektiva:</i> A KGST 25. éve. Együttműködés a felszíni és mélyfúrású geofizikai kutatásban.	43
	Szerkesztői közlemény	46

Felelős szerkesztő:  
DR. FÜLÖP JÓZSEF

A szerkesztő bizottság:

DR. ALFÜLDI LÁSZLÓ, DR. ADÁM OSZKAR, DR. BARNABÁS KÁLMÁN, DR. DANK VIKTOR, DR. JANTSKY BÉLA, DR. JUHÁSZ JÓZSEF, DR. KASSAI FERENC, MORVAI GUSZTÁV, DR. NEMECZ ERNŐ, DR. VÁRJÚ GYULA, DR. VITALIS SÁNDOR

Szerkesztő:

LUKÁCS JENŐ

Szerkesztőség:

Budapest, I., Iskola u. 13., III. 311.  
Telefon: 359-508

Felelős kiadó:

Központi Földtani Hivatal

A Földtani Kutatás megjelenik évente

négy alkalommal

Egy-egy lap ára 5,— Ft

Előfizetés és terjesztési ügyben

felvilágosítást a Magyarhoni

Földtani Társulat

(Bp., VI., Anker köz 1.) ad

Telefon: 229-870

CONTENTS

	<i>Dr. V. Dank and dr. J. Hingl:</i> State of super-depth hydrocarbon prospecting in Hungary	1
*	<i>L. Barabás, B. Kadinger and G. Tihanyi:</i> Questions of apparatus and directions of development on the field of super-depth drilling.	11
	<i>Gy. Szabó:</i> Up-to-date instruments of super-depth drilling with special regard to the Hungarian experiences.	15
	<i>B. Tóth, J. Csaba and M. Fülöp:</i> Mineral-physical aspects of optimizing the active parameters of deep-drilling.	19
	<i>R. Péter, T. Treffler, K. Szabari, B. Pertik and dr. J. Dormán:</i> Aspects and practical experiences of choosing cement compositions at super-depth drilling.	27
	<i>Dr. L. Moldvay:</i> Question of domelike Neogene movements from the point of view of the hydrocarbon prospecting on the Great Hungarian Plain.	33
	<i>Trust of Hungarian Petroleum and Gas Industry, Department of Geo Physics;—Geophysical Prospecting Works, Kollektive of Authors:</i> Twenty-five-year of Comecon. Cooperation in the field of surface and deep-drilling geophysical prospecting.	43
	Editorial News	4

INHALT

	<i>Dr. V. Dank—dr. J. Hingl—Gy. Szabó—I. Bérczi:</i> Die Lage der Kohlenwasserstoffforschung in grosser Tiefe in Ungarn.	1
*	<i>L. Barabás—B. Kadinger—G. Tihanyi:</i> Problemen der Instrumentierung von Tiefbohrungen und die Richtungen der Entwicklung.	11
	<i>Gy. Szabó:</i> Moderne Geräte der Tiefbohrungen in Anbetracht der ungarischen Erfahrungen.	15
	<i>B. Tóth—J. Csaba—M. Fülöp:</i> Gesteinsphysikalische Erwägungen bei der Optimalisierung der aktiven Tiefbohrungsparameter.	19
	<i>R. Péter—T. Treffler—K. Szabari—B. Pertik—dr. J. Dormán:</i> Methoden und praktische Erfahrungen der Zementrezepturwahl bei Tiefbohrungen.	27
	<i>Dr. L. Moldvay:</i> Die Frage der domartigen neogenen Bewegungen im Zusammenhang mit der Kohlenwasserstoffforschung auf der Grossen Ungarischen Tiefebene.	33
	<i>Ungarischer Öl- und Gastrust, Hauptabteilung für Geophysik—Geophysikalischer Forschungsbetrieb, Autorenkollektiv:</i> 25 Jahre des RGW. Zusammenarbeit in der geophysikalischen Forschung auf der Oberfläche und in Tiefbohrungen.	43
	Mitteilung der Redaktion.	46

# A nagymélységű szénhidrogén-kutatás helyzete Magyarországon

Irták: Dr. Dank Viktor—Dr. Hingl József—Szabó György—Bérczi István

## Földtani rész

Az egyre szaporodó és egyre nagyobb mélységekbe hatoló szénhidrogénkutató fúrások az elmúlt két évtizedben olyan információhalmazt eredményeztek, melynek kritikai értékelése szükségessé tette az eddigi földszerkezeti folyamat-megállapítások szükségszerű revideálását. Ide illenek azok a megismerések, melyek elsősorban szénhidrogénkutató fúrásaink adatainak összefoglaló értelmezéséből (Dank—Bodzay, 1970) fakadnak:

A Kárpát-medence új-paleozóos—alsókréta képződményei kristályos, metamorf pászttakkal elválasztott öveket alkotnak. Egy övön belül a kifejlődés azonos. Az egyes övek között közet-tani, paleontológiai, fácies differenciák állapíthatók meg. Tektonikailag három alátolódott (villányi, belső-dinári, külső-kárpáti) és két fölétolódott (osztrák-alpi, bihari) nagyszerkezeti egység különíthető el. Fő szerkezetalakulási időszak az ausztriai fázis. A területen a neogénben jelentős kéregelvékonyodás és -süllyedés következett be, helyenként igen vastag üledék-képződéssel. A süllyedéket — a korábbi hegységrendszer helyét — a Pannoniai-beltenger (belső) foglalta el.

Ezek a megismerések az Alp—Kárpát—Pannoniai—Dinarid terület új modelljébe beilleszthetők, és az őket az újpaleozoikumtól a paleogénig egységbe foglalja. A Tétisz fácies-elrendeződésének kialakulása és fejlődéstörténete — az alpi orogenezissel bezárólag — a modellel egységes értelmezést nyer.

A terület neogén fejlődéstörténetének legfontosabb mozzanata a földkéreg — mélyáramlásos anyagszállítással magyarázott (Szádeczky—Kardoss E. 1968) — elvékonyodása és lesüllyedése (Stegen L. 1967). A süllyedéket — a Kárpát-medencét — Paratethys részeként tekinthető Pannóniai beltenger borította el, mai

megjelenésében a süllyedés mértékét kiegyenlítő üledéktömeeggel képviselve. A legnagyobb neogén besüllyedések (Száva—zalai, nyugat-szlovák—győri és békés—bácskai medencérszek) térbeli elhelyezkedése már nem követi a korábbi öves elrendeződést.

A neogén üledékvastagság változásából, valamint abból a tapasztalatból kiindulva, hogy 4—5000 m mélységben (Budafa, Lovászi, Hódmezővásárhely, Makó) sem ismerünk idősebb neogén képződményeket, mint a felszínen, megállapítható, hogy nem minden területrész mozgott egyformán. Magyarország területén három tájegység (zalai, győri és békési) a többit meghaladó mértékben süllyedt, s így itt 4—6000 m vastagságú neogén üledékösszlet képződött. Ezek a területrészek a neogén képződményeknek nemcsak vastagsága, hanem kifejlődése is eltér a környező területtől. Amíg az említett területek áramlások által szállított kvarchomokkő és agyagmárga—márga váltakozásából épülnek fel, addig a csatlakozó részekon karbonátos—törmelékeny és pelites üledékek keletkeztek, kevés homokkővel. Ezek a területek tehát a tenger nagyobb mélységével jellemzett hemipelagikus medencebelső, míg a környező területek sekélyebbvízű neritikus medenceperemek lehettek, a Bécs-medence viszonyaihoz (Janoschek R. 1963., Kröll A., Wieseneder H. 1972.) hasonlóan.

A modell a szénhidrogénkutatói perspektívák szempontjából kedvező, eddigi tevékenységünket és terveinket alátámasztja, gondolatokat ébresztően új vizsgálatsorozatokat iniciál, és több, eddig megmagyarázhatatlan ellentmondást old fel (Dank V., 1973.).

A betolódások mechanizmusának és geotermikájának, a hasznosítható ásványi nyersanyagok kialakulási és felhalmozódási lehetőségeinek kísérletekkel és számításokkal támogatott elméleti konzekvenciái jelentős segítséget ad-

hatnak a nagy térszükségletű mozgások magyarázatához és különösen a nagy hőmérsékletekre rendkívül érzékeny szénhidrogének képződési, migrálási, felhalmozódási és telepekben való megmaradási lehetőségeinek mérlegeléséhez.

A potenciális készletek meghatározása szempontjából régebben az üledéktömeget vették csak figyelembe (Weeks módszer, térfogatgenetikai módszer). A globális tektonika szubdukciós folyamatai során betolódott keregrész kőzetei nagy mélységben is megtartják évmillióig viszonylag alacsony hőmérsékletüket. Szádeczky K. E. 1969. számításai szerint 1,6 mm/év betolódási sebesség esetén a hőmérséklet 15—20 km mélységben kezdetben a 70 °C-t, 40 km mélységben a 200 °C-t nem haladja meg. Ez azt jelenti, hogy nincs metamorfózis, az anyakőzetből az olaj felszabadulhat és felhalmozódhat.

Ezeket a készleteket növelhetik a vastag üledéktömegek ismert módszerrel számított készletei és olyan területekre is kutatásokat involválhatnak, melyeket korábban perspektívátlanak minősítettek. Ezekről a kérdésekről részletesebben itt nem szólnunk, csupán nagymélységű kutatásaink perspektíváinak újabb elméleti megvilágítását kívántuk jelezni.

Az 1964 előtti időben általában a 3000 m alatti kutatásra alkalmazták a „nagymélység” kifejezést.

Magyarországon jelenleg 3000—4500 m közötti mélység a mély- és a 4500 m-t meghaladó a nagymélységű kutatás.

A mély- és nagymélységű kutatás eseményeit 1964 előtti és ez utáni időszakra oszthatjuk. Az 1964. év előtt tulajdonképpen nem különíthetjük el a „nagymélységű” kutatást és csak szórványosan mélyültek 3000 m alá hatoló fúrások. 4409,5 m volt a legnagyobb elért mélység, mai értelemben nagymélységű fúrás nem mélyült.

Medencetérképeink alapján megállapítható volt, hogy Magyarországon az üledékes medencék felszíni területének 24,4%-a 3000—4000 m vastag üledéket tartalmaz és 5,4%-ában 4000 m-nél vastagabb üledék fordul elő.

A nagymélységű kutatási terveinkben három feladat megoldását tartottuk szükségesnek.

Az első feladatnak tekintettük a már kiépült kőolaj- és földgázmezőkön a nagyobb mélységek perspektíváinak megismerését. Ezt a feladatot elsősorban Budafán és Lovászipan kívántuk megvalósítani, amely mezők környéke olyan földtani felépítésű terület, ahol 4000—4500 m alatti kutatásra is alkalmasak a geológiai viszonyok szénhidrogének akkumulációjára.

Második feladatunknak tekintettük a mély- és nagymélységű harmadidőszaki medencéknek az ország egész területén való megvizsgálását. 3000 m-nél nagyobb vastagságú üledéket tartalmazó terület, Magyarország kőolajkutatásra alkalmas területének 9,5%-a.

Harmadik feladatunknak a mezozói és paleozói üledékes képződmények vizsgálatát tűztük ki (II. tektonikai emelet kutatása).

*A nagymélységű kutatás eddigi kőolajföldtani eredményei*

*Anyakőzetek*

A nagymélységű fúrások kőzetmagjain végzett komplex geokémiai vizsgálatok során szénhidrogén anyakőzet jelenlétét mutatták ki, alsó-pannoniai miocén, paleogén és mezozóos üledékes összletekben is. Hasonlóan az agyagásványok részletes mineralógiai vizsgálata is anyakőzetekre jellemző, diagenetikus eredetű átalakulási folyamatokat (montmorillonit → illit + montmorillonit kevert szerkezet → illit; degradált illit → illit) jelez, a Dél-Alföldön pl. már a 3000 m alatt elhelyezkedő neogén sorozatokban.

*Tárolókőzetek*

Nagymélységű fúrásainkban szénhidrogéntárolásra alkalmas porózus és repedezett kőzeteket is feltártunk. A porozitás értéke 5500 m feletti mélységekben 1—2%-ra csökken, az átteresztőképesség pedig 1 md alatti értékű. Ez általában agyagos homokkövekre vonatkozik, amelyek a rétegterhelés hatására nagyobb mértékben tömörültek. Repedezett tárolók esetében a kőzet hézagterfogata valószínűleg kedvezőbb, de erre vonatkozó adat nagyobb mélységből nem áll rendelkezésünkre. A nagylengyeli kőzetmintákon végzett nyomás- és hézagterfogatomérések szerint a hézagterek 6000—6500 m mélyséig feltételezhető nyomáson még nem záródnak. Ezt támasztják alá az ausztriai kutatási eredmények is.

*Rétegnyomás és hőmérséklet*

A nagymélységű fúrásokban mért nyomásadatok nagyrészt a hidrosztatikai nyomást meghaladó túlnyomást mutatnak.

A fúrás neve	Rétegnyomás- mérés helye (m)	att
Budafa—I	3970	600
Budafa—II	4120	637
Makó—1	4156	884*
Hód—I	4977	887,04
Lovászi—II	4281	567,61
Szilvagy—33	3390,8	435,80

\*3500 m-ben mért 822 att adat extrapolálása 4156 m talpmélységre.

Különösen feltűnő a makó—hódmezővásárhelyi árokban észlelt, 100%-ot meghaladó túlnyomás.

A magyarországi medencealakulatokra jellemző geotermikus gradiens a nagymélységű fúrásokban területenként ugyan különböző, de mindenütt igen nagy hőmérsékleti értékkel jelentkezik.

A fúrás neve	Hőmérséklet-mérés helye (m)	°C
Budafa—I	4245	192
Budafa—II	5150	193
Budafa—IV	3850	188
Budafa—V	4345	237,5
Budafa—VI	4060	219
Kerkáskápolna—1	4507	181
Lovászi—II	4777	216,6
Bősárkány—1	4485	226
Csapod—1	4106	154
Hódmezővásárhely—I	5481	203
Makó—1	4095,4	173

A legmélyebben fekvő komoly gázindikációt a Budafa—I. fúrás 4381—4325 m mélyen lévő breccsás szövetű mészkő, mészkőbreccsa, márga, homokkőrétegekből felépített durvatörmelék összletből kaptuk. Teszteres rétegvizsgálat során 130 000 Nm<sup>3</sup>/nap éghető gázbeáramlás, kevés sósvízzel.

#### Gázösszetétel:

CH <sub>4</sub>	93,15 térf.‰
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> és nehezebbek	0,16 térf.‰
CO <sub>2</sub>	6,40 térf.‰
N <sub>2</sub>	0,29 térf.‰

A Budafa—II. fúrásban teszteres rétegvizsgálat 4157,64—4266 m közötti mészkő, ill. dolomitos mészkőbreccsa összletben, eredménye 20 mm-es fúvókán 85 att kútfejnyomás mellett 470 000 Nm<sup>3</sup>/nap éghető gázbeáramlás. A termelés alatt folyamatos nyomás- és gázmennyiség-csökkenés mutatkozott és a kút gázhozama 1967. márciusától 1968. februárig 800 Nm<sup>3</sup>/napra csökkent.

A Budafa—III. Budafa—500, és Budafa—502 sz. fúrások kevertgázt termeltek 3185—3500 m, 3145,5—3402,5 m és 3430—3436 m, ill. 3264—3274 m közötti durva konglomerátum és breccsa összletből.

#### Gázösszetétel:

CH <sub>4</sub>	14,11 térf.‰
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> és nehezebbek	1,29 térf.‰
CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> S	73,19 térf.‰
N <sub>2</sub>	11,41 térf.‰

A Budafa mélysínt kevertgáz-telepei a budafai és lovászi olajtelepek CO<sub>2</sub> besajtolásos másodlagos leművelése során nyernek hasznosítást.

A budafainál lényegesen kisebb hozamú gázbeáramlás, vagy inkább gázszivárgás a szóbanforgó szintnél nagyobb mélységekből is ismeretes a Dunántúlon és az Alföldön egyaránt. Így pl. a Lovászi—II mélyfúrásban 2913—5400,5 m között összesen 12 rétegvizsgálatot végeztek, amelyek mindegyike szolgáltatott kisebb-nagyobb gázszivárgást, 97—99‰ éghető szénhidrogén, 1—2‰ CO<sub>2</sub>, 0—1‰ N<sub>2</sub> összetételben.

A Hód—I fúrásban a 4820—4830 m-es rétegszakasz gyenge éghető gázbeáramlást adott.

#### Összetétele:

C <sub>1</sub>	83,60 térf.‰
C <sub>2</sub> <sup>+</sup>	6,67 térf.‰
CO <sub>2</sub>	—
N <sub>2</sub>	9,03 térf.‰
Fűtőérték:	8406 Kcal/m <sup>3</sup>
Relatív fs:	0,63 g/l

A Makó—2 mélyfúrás mélyítése során az alsópannóniai legalsó szintjét képviselő konglomerátumösszlet harántolásakor, 4500 m körül erőteljes gázosodás lépett fel. Szintén gázosodás volt megfigyelhető a Sándorfalva—I mélyfúrás esetében, ugyanez képződmény elérésekor, némileg magasabb szerkezeti helyzetben.

A Makó—1 fúrásban 4142—4152 m + 4152,5—4156 m közötti perforált, ill. nyitott szakaszokból alsópannóniai homokkőrétegből éghető gáz- és könnyűolajbeáramlást kaptunk. Műszaki nehézségek miatt a kutat olajtermelővé kiképezni nem tudtuk.

#### Gázösszetétel:

CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> és nehezebbek	92,31‰
CO <sub>2</sub>	6,6‰
N <sub>2</sub>	1,9‰

A kőolaj paraffinjellegű, fajsúlya 20 °C-on 0,7708, összes benzintartalma 50‰.

A makóinál jelentősebb mélysíntű kőolajakkumulációt tárt fel a Szilvagy—33 mélyfúrás, felsőkréta (szenon) karbonátos—durvatörmelék összletben:

3390,8—3404 m 6 mm-es fúvókán	163,2 m <sup>3</sup> /n olaj + 47 500 m <sup>3</sup> /n gáz,
3401 —3412 m 8 mm-es fúvókán	67,2 m <sup>3</sup> /n olaj + 20 500 m <sup>3</sup> /n gáz.

Az olaj zöld színű, naftén bázisú, dermedéspontja — 12°, viszkozitása és fajsúlya + 20 °C-on rendre 2,35 cSt, illetve 0,8392 g/cm<sup>3</sup>, Pillanatnyilag ez az ország legmélyebben elhelyezkedő, ipari értékű kőolajbeáramlást adó rétegszakasza.

A tárolásra alkalmas, porózus és átteresztő

közetek nagymélységű előfordulására a tapasztalataink a következők:

A harmadidőszaki törmelékes üledékek porozitása és áteresztőképessége nyilván a nagy fedőterhelés következtében a 4000—5000 m mélységektől lefelé erősen redukálódik.

Kedvezőbb tárolóközet várható a mezozói—paleozói repedezett közetek nagymélységű előfordulási helyein.

Magyarországon is tapasztalható, hogy a folyékony fázisú szénhidrogének fajsúlya csökken a mélységgel. A 170—180 °C-t elérő hőmérsékletű mélységekben valószínűtlen a folyékony fázisú szénhidrogének jelenléte. Nagyobb mélységekre általános 20 m/°C gradienssel számítva ez nálunk 4000—4500 m mélységet jelentene, amely alatt már csak gázhalmazállapotú szénhidrogéneket várhatnánk. A legmélyebb makói folyékony szénhidrogénbeáramlás 4154 m-ből származik és ez is 0.7725 fajsúlyú könnyűolaj.

Nagy területeken az ó-alpi (új-paleozói—alsókréta) földtani fejlődési szakasz képződményei vannak a felszínen vagy neogén üledék alatt. Vastagságuk helyenként 4—6 km-re tehető. Ezekkel a képződményekkel eredetileg kőolaj- és földgázkumulációk voltak kapcsolatban.

A mezozoikum vége felé az ország területének fejlődéstörténete olyan mozgalmas volt (ausztriai fázis), hogy a szerkezeti mozgások és a lepusztulás folyamán a szénhidrogénscsapdák legnagyobb része megnyílt és a telepek a harmadlagos migráció folyamatai során áthalmozódtak, és legnagyobb részt elpusztultak.

A karsztvíz-tanulmányok azt tükrözik, hogy a mezozóos képződmények egészében nem zárnak, hanem áteresztők. Regionálisan csak a harmadidőszaki rétegek rátelepülése zárta le ennek a fejlődési szakasznak a képződményeit.

Míg a mezozói képződmények nagy részében az eredeti helyükön levő mezozói korú akkumulációkra nem feltétlenül számíthatunk, az elsődleges migráció legújabb vizsgálati eredményei szerint ezeknek a képződményeknek mégis van kőolajföldtani jelentőségük. A helyenként 5000 m-t felülmúló neogén medencesüllyedés a neogén üledék alatt levő mezozói képződményeket magas hőmérsékletű és nyomású mélységövébe juttatta. Ezáltal a mezozói üledékekben levő diszperz felületi erőkkel megkötött szénhidrogének, amelyek a felszín közelében vándorlásra képtelenek voltak, a neogén medencesüllyedés után megnövekedett nyomáson és hőmérsékleten migrációképesekké váltak.

A mezozói anyaközetek diszperz szénhidrogénjeinek a neogén medencesüllyedéssel újra meginduló migrációját a medenceterületekre jellemző magas hőmérséklet is elősegítette.

Kedvező kutatási eredmények közé soroljuk elsősorban azokat a kőolaj- és földgázelőfordulásokat, amelyeket Makóról és Budafalmélysínt területéről említettünk. Kedvező a gyakori kőolaj- és földgáznyom az eddig elért

mélységekben. Kedvező a tárolóközet, elsősorban repedezett tároló előfordulási lehetősége. Ugyanígy bizonyos szempontból kedvező az abnormálisan magas hőmérséklet, amely a migrációs, akkumulációs folyamatokat, a diszperz szénhidrogének koncentrációját elősegítette.

A kedvező adatokat összefoglalva megállapítható, hogy mély- és nagymélységű kutatás Magyarországon reményteljes, és azt a magyar kőolajipar anyagi lehetőségeinek mértékében folytatni kell.

Kedvezőtlen a neogén (paleogén) agyagos, homokos üledékeknek a nagymélységben csökkent porozitása és áteresztőképessége, valamint a mezozóos és idősebb képződmények bonyolult tektonikai szerkezete.

### Fúrásai rész

Az utóbbi években fellendült nagymélységű fúrásai aktivitás egyértelműen azt bizonyítja, hogy a nagymélységű szénhidrogéntárolókban rendellenesen nagy rétegnomások uralkodnak. Példaként kiemelhetők a legjellegzetesebbek: a Szovjetunióban a Kaukázusi előtér (Terszko—Szunzszen), Azrebajdzsán, Turkmenia, az USA-ban Louisiana, Gulf Coast, Mexikói-öböl stb.

Bizonyosnak látszik azt is, hogy a rendellenesen nagy rétegnomású mezők összkészletei a Föld kőolaj- és földgáz-készlettömegének legalább az egyharmadát alkotják. Ez egyben az alapja a nagymélységű kutatás fellendülésének, ugyanakkor előrejelzi a vállalandó feladat súlyát.

A nagymélységű tevékenység előtérbe kerülésének leglátványosabb, de jellemző igazolása a rekordteljesítményekkel illusztrálható: az Egyesült Államokban 12 éves stagnálás után 1970-ben megdőlt a fúrásai mélységrekord, majd 1972-ben egymás után kétszer, végül 1974-ben a Rogers—1. jelű fúrás (USA, Oklahoma) beállította a jelenlegi 9583 m-es világrekordot. A Szovjetunióban is elkezdődött a 15 000 m-es talpmélység megvalósítását célzó, három lépcsőben tervezett program.

Az 504 nap alatt lemélyített Rogers—1-es — költségét 7 millió \$-ra becsülik. Beigazolódtott az, hogy 9000 m alatt léteznek tárolásra alkalmas porozitású és permeabilitású összletek, lehetséges gáztároló ilyen mélységben, mégpedig túlnyomásos kifejlődésben.

A nagymélységű fúrás-kutatás sikere szempontjából döntő fontosságú a túlnyomásos rétegek előjelzése. Ez az elsődleges technológia, biztonságtechnikai kritériumnak a kielégítését szolgáló komplex módszer — geológus-, geofizikus- és fűrómérnök szoros együttműködését feltételezi — a gyakorlatban már széles körben alkalmazott. Mindezek ellenére magának a nagymélységű túlnyomás eredetének elméleti hátterére nincs egységesen elfogadott álláspont.

Megállapítható az elemzések alapján, hogy a túlnyomásos tárolók csak viszonylagos zárt-sággal rendelkeznek, és ez a körülmény a fúrás-

technológia számára biztosítja az előrejelzés lehetőségét.

Egyes szerzők szerint a rendellenesen nagy rétegyomás az adott szerkezetekben a neotektonikai folyamatok hatására, a nagy vastagságú fluidumzáró köztsorozatokon keresztül végbemenő függőleges fluidum migráció folyamata eredményeképpen keletkezik. A nagymélységű rétegenergiára jellemző a relatív zártság és a földkéreg endogén erőinek hatásaival való kapcsolat. Az alapelv nem azonos a klasszikusnak minősített Terzaghi, majd a Hubbert és Rubbey által továbbfejlesztett túlnyomás-keletkezési elmélettel. Az előbbit K. A. Anikiev dolgozta ki, és míg a Terzaghi-féle modell a nem túlságosan nagymélységű, nagynyomású összletek esetében használható, a nagymélységű relációban az anikievi elmélet igazoltabbnak látszik. A fúrás technológiát segítő „relatív zártságon” kívül a fúrás technikusknak további elvi támpont is rendelkezésére áll. Jól körülhatárolható ugyanis egy úgynevezett „szelektív rétegyomás-gradiens”, amely szintén az előrejelzést segíti. Az egyes szénhidrogéntárolók átfúrásakor gyakran tapasztalható, hogy a normális rétegyomású telepeket növekvő rétegyomású felhalmozódások sorozata követi, majd ezek alatt rendellenesen nagynyomású tároló üthető meg.

A szelektív rétegyomás gradiens fogalma hasonló a geológiában közismert geotermikus gradiens helyenként tapasztalható szelektivitásával. Ez utóbbi is szolgálhatja a túlnyomás előrejelzését.

A gyakorlatban az örökösen visszatérő kérdés az, hogy a fúrás során mikor következik a rendellenesen nagynyomású összlet. A nagymélységű, nagy kiterjedésű, túlnyomásos szénhidrogéntároló megfúrása megfelelő technológia alkalmazásakor elvben nem okozhat katasztrófát. A „relatív zártság” következtében a tároló felett lévő agyagos záróösszletben a nagynyomású fluidum intenzíven behatol, létrehoz egy jól definiálható átmeneti szakaszt („behatolási előzónát”). Egyébként szimmetrikus átmeneti szakasz zavartalan fedőkőzetösszletben alakulhat ki, míg aszimmetrikus átmeneti szakaszok a diszlokációs törésekkel, tektonikailag gyenge zónákkal rendelkező fedőkőzet összletekre jellemzők.

Igen sok ismert mező tektonikailag, illetve hidrodinamikailag tagolt, ezért a rétegyomás-gradiens értékek nagyon eltérőek a szomszédos blokkok között. Általános megfigyelés az, hogy az agyagos, kis áteresztőképességű fedőkőzetben lényegesen nagyobb nyomások uralkodnak, mint a jobb áteresztőképességűekben. Erre a hazai dél-zalai, és a dél-alföldi mélysztű kutatásból hozható példa.

A nagy rétegyomású tárolók esetében ez általános törvényszerűség, mivel a fluidum migrációt lényegesen intenzívebb erőhatások kényszerítik. Az ilyen agyagos közettömegek, amelyek magukon viselik a nagyenergiájú szénhidrogén-felhalmozódások irányából érvénye-

sülő termális, impregnációs és mechanikus hatások világosan kifejezett nyomait, tulajdonképpen a nagynyomású fluidum „behatolás előzónái”.

*A szabályozott nyomású fúrás, mint a „behatolási zóna” jellegű összletek átfúrásának hatásos technológiája*

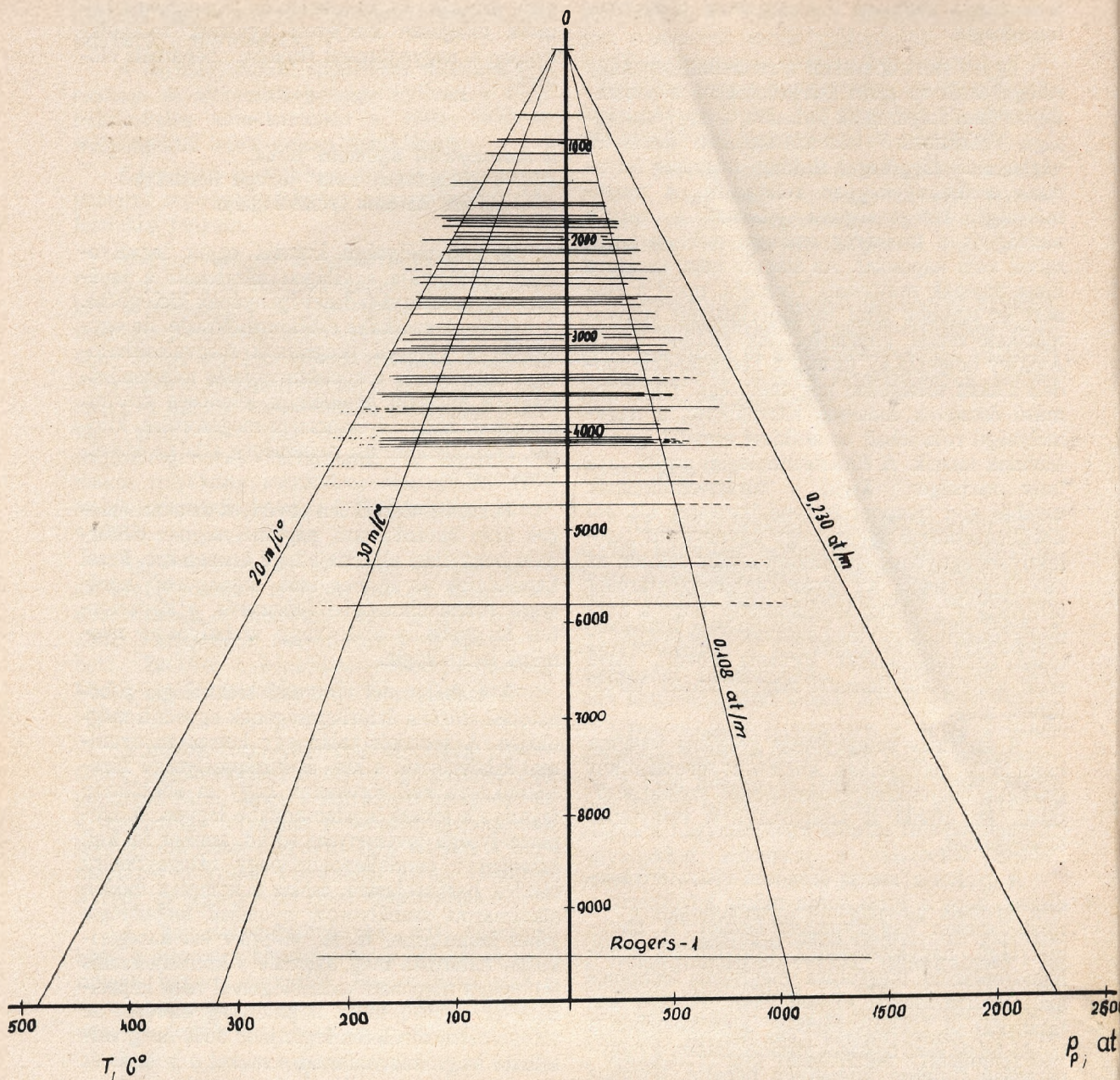
A nagymélységű kutatás egyik legsúlyosabb problémája a világon mindenütt a tevékenység pénzügyi fedezet-igényének kielégítése. A költségek radikális csökkenthetősége, de egyáltalán a kutatási programok megvalósíthatósága megkívánja a kockázatvállalás minimalizálását, a műszaki problémák lehetőség szerinti kizárását, hogy fúrószerszám-megszorulás, kitörés, lyukfalstabilitási nehézségek stb. ne következzenek be.

Fokozott mértékben érvényes ez a nehézségek árán harántolható, nagymélységben előforduló behatolási előzónajellegű összletekre. Ezzel kapcsolatos az utóbbi idők legnagyobb horderejű fúrás technológiai felismerés, a közismer-ten kiegészítő, vagy szabályozott nyomású technológia.

A szabályozott nyomású technológia a behatolási előzóna átfúrhatóságának egyedüli megoldása. A témakör talán egy kompromisszummal kibővíthető: a kis- és középmélységű fúrásoknál arra kell törekedni, hogy az öblítőiszap fajsúlya a lehető legalacsonyabb legyen. A szupermélységű tevékenység során, amikor fel kell készülni a rendellenesen nagy rétegyomású tárolók harántolására, csakis a komplex módon alkalmazott szabályozott nyomású technológia jöhet számításba. K. A., Anikiev ezt kategórikusan határozta meg, szerinte a konvencionális felfogásra alapozott technológiával nem képzhető el a 7000 m-es talpmélység elérése, de túlnyomásos területen legfeljebb 5000 m-ig vállalható hagyományos módszerekkel a kutatás és nem remélhető a nehézségek gazdaságos leküzdése.

A szabályozott nyomású technológia alkalmazására, követelményeinek biztosítására a hazai iparban mindazok, akiknek ilyen feladatokot kell ellátniuk, már mozgósítottak, és részben rendelkezésére is állnak a feltételek: egy sor iszaptechnológiai, reológiai, hidraulikaj jellegű kérdés megoldása, a fúrási művelet műszerezésének célszerű fejlesztése, az állandó talpnyomás biztosítását, a gyors egyensúly-helyreállítást lehetővé tevő fokozatmentes ellennyomás-szabályozó berendezések. A személyi feltételek megteremtését rendszeres oktatás szolgálja. A szabályozott nyomású technológia feltételezi az öblítési egyensúly felbomlását, ezért felkészül a gyors helyreállításra. Az erre irányuló kiképzést kitörésvédelmi szimulátor szolgálja. Az előrejelzést megvalósító komplex mérőműszer-kabin importja előrehaladott stádiumban van.

A szabályozott nyomású technológia alapelve egyszerű, azonban a nagymélységű kuta-



## A HAZAI MÉLYFŰRÁSOK NYOMÁS ÉS HŐMÉR- SÉKLET VISZONYAI ÖSSZEHASONLITVA A VILÁGREKORD FŰRÁSÉVAL

1. ábra

tásban való alkalmazása bonyolult, összetett feladatot jelent. A szükséges technológiai feltételek megteremthetők, az eszközök, műszerkabinok, monitorok, egyéb kiegészítő felszerelések hozzáférhetők, beszerzésük alapján finansiális kérdés. El kell oszlatni azonban minden olyan elképzelést, miszerint ezzel az ügy elintézettnek tekinthető. Adott esetben egy monitor vételára kidobott pénz, ha a műszerkabin üzemeltetése során nem érvényesül a geofizikus, geológus és fűrómérnök kollektív együttműködése. A szakmai álláspontok összehangolása elengedhetetlen.

alján az bizonyos, hogy a Kárpát-medence *A hazai fűrástechnológiai sajátosságok konzekvenciái*

A nagymélységű kutatás eddigi eredményei általánosan ismert, rendkívül bonyolult geológiai—szénhidrogénföldtani, fűrástechnológiai problémái miatt a mélyfűrés nagyon nehéz feladatot jelent. Az 1. ábra alapján csupán a hőmérsékleti viszonyok bemutatásával (néhány nyomásadat is látható) illusztrálható a feladat. Az ordinátán a mélység, az abszcisszán a hő-

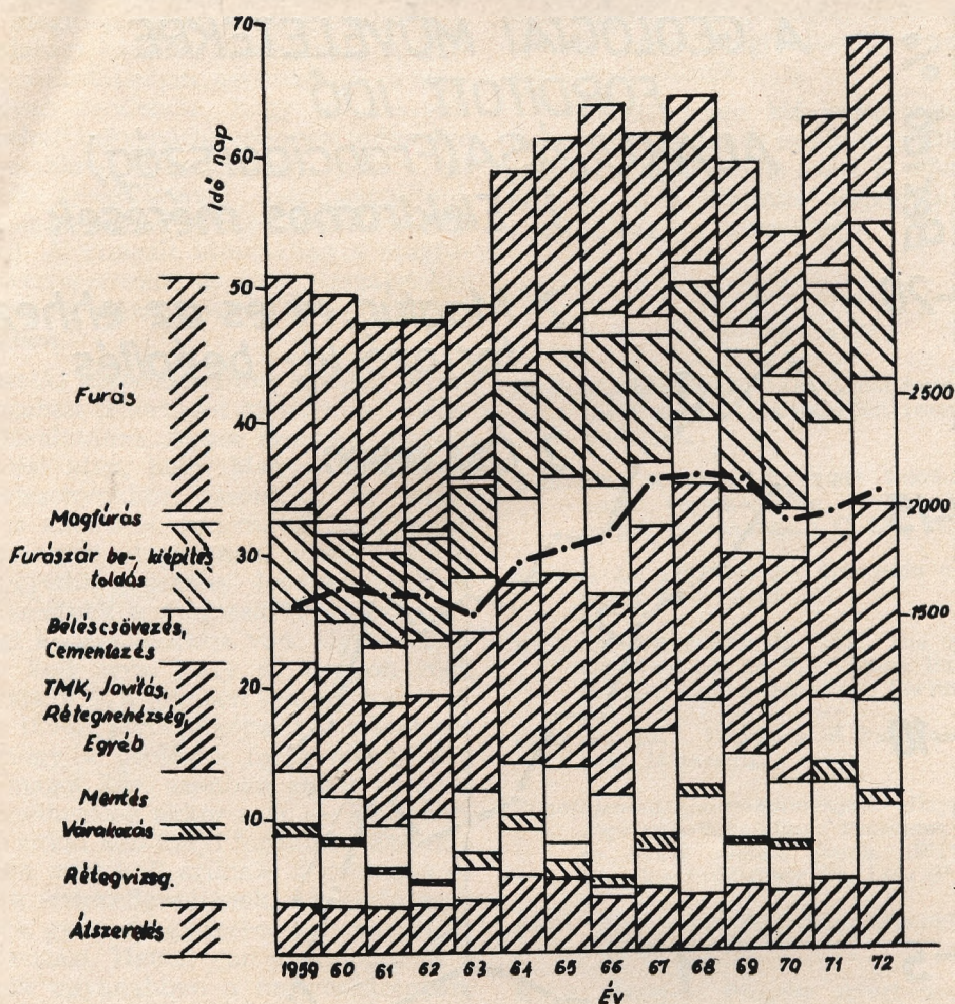


mérséklet és a nyomás olvasható le. Támpontul szolgál az értékeléshez az átlagosnak elfogadott hőmérséklet- és nyomásgradiensvonal, az előbbi  $0,033\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$  ( $30\text{ m}/^{\circ}\text{C}$ ), az utóbbi  $0,108\text{ at}/\text{m}$ . Kitűnik a mért kútadatok alapján, hogy a tényleges gradiens számos esetben eléri a  $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$ -t ( $20\text{ m}/^{\circ}\text{C}$ ), ritkán a  $0,067\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$  ( $15\text{ m}/^{\circ}\text{C}$ ) értéket. Érdeemes emlékeztetni arra, hogy a sokáig világrekordot tartó IEE University 7724 m-es mélységhez tartozó  $182\text{ }^{\circ}\text{C}$ , valamint a korábban „forrónak” tartott 1A Montgomery jelű fúrás 7132 m-es talpmélységében mért  $244\text{ }^{\circ}\text{C}$  a gradiens szempontjából lényegesen kedvezőbb, ez

érték függőlegesen levetítve az átlagos gradiensre megadja a lyukmélységet az ordinátán, amelyben általában észlelhető az adott hőfok. Kiderül például, hogy eszerint a magyarországi 5842,5 m-es talpmélység a hőmérséklet szempontából másutt normálisan 6700 m mélységet jelentene.

A Baden—1 jelű fúrás — amelynek talpmélysége jelenleg a második helyen áll — statikus hőmérséklet maximuma  $230\text{ }^{\circ}\text{C}$  (9159 m-ben), és a Rogers—1-es mélység világrekorderé alig néhány fokkal nagyobb 9583 m-ben.

## A mélyfúrási tevékenység időmérlege



2. ábra

utóbbi például  $0,032\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$ , azaz  $31\text{ m}/^{\circ}\text{C}$  (a nyomásviszonyok tekintetében valamivel enyhébb a magyarországi helyzet, azonban számos kiugró méréseredmény látható). Érdeemes hozzávetőleges interpolációval érzékeltetni az 1. ábra alapján a hőmérsékletből adódó nehézségeket. Egy bizonyos talpmélységben mért hőmérséklet-

Természetes az, hogy a hazai nagymélységű kutatás műszaki-technológiai nehézségei nem kizárólagosan az anomális hőviszonyok következményei. Az átlagosnál rosszabb műszaki mutatóknak nem lehet ez egyedüli indoka, azonban vitathatatlan tény az, hogy az extrém hőmérséklet nagyon nehéz helyzetet teremt.

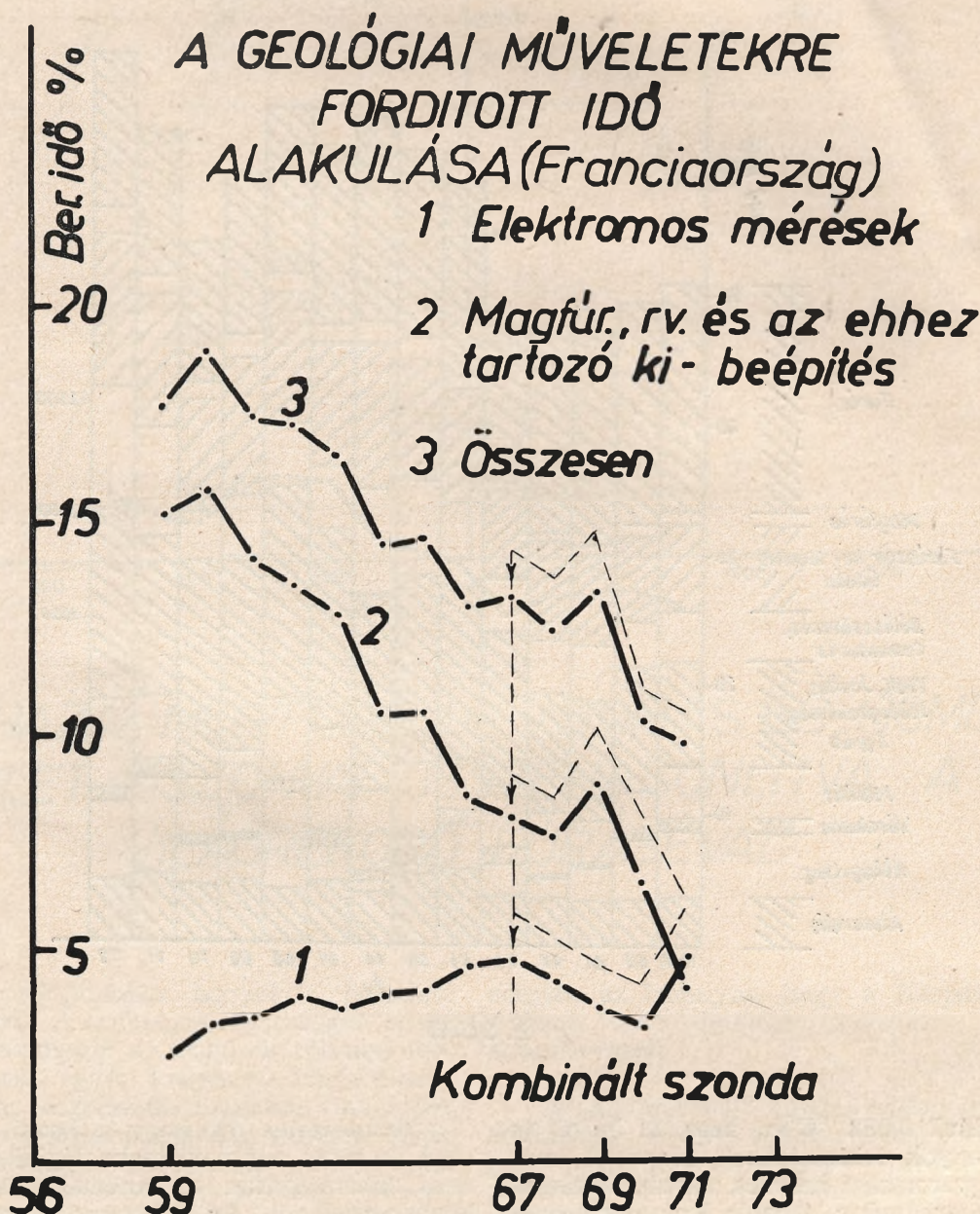
A hőmérsékletviszonyok iszaptechnológiára gyakorolt hatása, különösen annak reológiai vetülete igen lényeges tényező. Sokkal fenyegetőbb azonban ennél a lyukfalstabilitási problémakomplexum, túlmenően ezen a hőmérséklet-anomáliának ma már ismertek azok a drasztikus követelményei is, amelyek adott esetben szerzsámtörés okozói. A fentebb vázolt mélységkorreláció tehát nem kezelhető elvi kuriózumként, ez a feladatok megoldhatóságának valós kiindulási alapja.

A fenti kérdéscsoport egyik áttételes következménye a fúrési költségekre vezethető vissza. Az egyedi technológiai módszerek pénzügyi igénye is különleges. Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt, hogy ez extrém hőmérsékletviszonyok okozta költségtényező nemcsak az

iszaptechnológiához kapcsolódik, hanem az ipar egészét terheli, hiszen alapvető gépészeti kérdésekig visszanyúlik (pl. gumialkatrész-ellátás, korrózióvédelem, fúrócsőkifáradás — inhibitálás stb.).

A hőviszonyok fúrési költségekre vonatkozó hatása úgy szemlélhető, mint az átlagmélység növekedése. Ismeretes ez utóbbi szerepe: növekedésével emelkedik a fajlagos költség, azonban tagadhatatlanul nincs lineáris függvénykapcsolat. A korrábbiakban taglalt mélységkorrekciót hasonló módon kell alapul venni a hőmérséklet okozta finánciális kihatások meghatározásakor is.

A mélyfúrásos kutatás költségigénye az előbbieken vázolt súlyosbító körülménytől függetlenül világviszonylatban alapvető probléma



3. ábra

az elmúlt évben bekövetkezett általános fellendülés ellenére. Szinte követhetetlen az anyagáremelkedés átgyűrűzése. A hazai fajlagos költségek változása jól követhető és párhuzamban állítható egyéb tényezőkkel, így az átlagmélység változásával is. Célszerűen azonban mindez az időmérleg háttérére épül azért, hogy a hazai sajátságok egy további súlyos konzekvenciája kiemelhető legyen (2. ábra).

Az időfelhasználás alakulásának kritikai elemzése többféle szempont szerint kifejezhető. Számos kedvezőtlen tényező közül szembevetendő a geológiai információigény összes követelményével, a hőmérsékletviszonyokból származó problémával azonos súllyal. Félreértések elkerülése végett megjegyzendő, hogy az „információigényből” adódó „hazai sajátosság” alatt annak monoton növekvő időigénye értendő.

Akkor, amikor a gazdaságosság az ipari tevékenységben egyre inkább előtérbe kerül és alapvető tényező, érthető a geológiai kutatás igényessége. Megalapozatlan döntések felbecsülhetetlen gazdasági károkat okozhatnak. A korszerű mélyfúrás kutatásban azonban jól lemérhető egy olyan tendencia, hogy az abszolút értékben növekvő információ volumen időigénye erőteljesen csökken. Szemléletesen nehéz ezt más országok gyakorlatával összehasonlítani, azonban jó támpontot ad néhány franciaországi adat (3. ábra). A vizsgált időszakban a magfúrásokra, szelvényezésekre és rétegvizsgálatokra fordított össz idő százalékosan felére csökkent az időmérlegben.

Egy műszaki alapról indított kritikai elemzésből nem szabad bátorságot meríteni az információigény bírálatához. Akkor azonban, amikor az a kiindulási alap, hogy Magyarországon a hőmérsékletviszonyokhoz hasonlóan az információigény is anómális, tudomásul kell venni, hogy minden olyan utasításnak, amely a fúróberendezés egyedül „hasznos” tevékenységének a fúrási műveletnek a megszakítására irányul, súlyos anyagi konzekvenciája van. Ugyanakkor emlékeztetni kell arra, hogy ez nagyon régi, klasszikus alapelv és a jövőben sem módosulhat. Egy egészen távoli jövőt elképzelve is biztosra vehető az, hogy a geológus fogja megállítani a fúrást és magot kér, azonban ehhez az igen drága — remélhetőleg akkor már — kényszermegoldáshoz ritkát kell majd fordulnia. Ebben a távoli jövőben meg kell szünnie a geológus és fúrási mérnök érdekellentétének, a mélyfúrások ellenőrzésének gyors és gyökeres korszerűsítése nem tűr halasztást. Hamarosan a geológus és a fúrási mérnök ugyanabban a műszerkabinban, egymás mellett, azonos műszereket, regisztrátumokat fognak figyelni és egyetértésben közösen értékelni.

A kutatásra vonatkozó döntések földtani, perspektívikus és pénzügyi követelményei miatt a geológus, fúróberendezésére és gépegységeire ható elemi erők törvényszerűségeinek áttekinthetlensége, összetettsége miatt a fúrómérnök kerül időszakosan nehéz helyzetbe. Sok adatot kell rövid idő alatt elemezniük és ezt rendszert sürögősen, akkor amikor rosszul állnak a

dolgok. Késedelem nélkül olyan döntést kell hozniuk, amely a közvetlen jövőre meghatározó, sorsdöntő. Mérések és pontos adatok nélkül azonban nem végezhető kiértékelés és nem hozhatók racionális döntések.

A közvetlen geológiai ellenőrzés költsége — beleértve az információanyag feldolgozását, vagy feltételezve akár a geológus helikopterrel való szállítását — a tevékenység pénzügyi mérlegében igen csekély, nagyságrenddel kisebb, mint a kiesett fúrási idő közvetlen és közvetett (ide értendő a ki- és beépítési lyukkondicionálási és egyéb idővonzat is) költsége. Az előbbieket miatt tehát törvényszerűen előtérbe kell kerülnie azoknak az információszerzési lehetőségeknek, mérési módszereknek, amelyek a fúrási mélyítésének folyamatát nem szakítják meg. A fúrási monitorok így komplex módon használva a szabályozott nyomású fúrási rendszer alaptervezéséből (ez esetben nyomáselőrejelző, kitérésvédelmi és optimalizációs célokat szolgálnak) egyúttal a geológiai információszerzés és döntés egyik legfontosabb, nélkülözhetetlen eszközévé válnak.

Szemléletesen kifejezve mindezt: a fúrási monitorban egymás mellé kerül a geológuskalapács és a logarléc, de azért is, mert egyiket sem szorítja ki a digitális szeizmika, a kombinált szonda, vagy a számológép.

#### IRODALOM

- Dank V., Bodzay I.: 1970 Geohistorical backround of the Potential hydrocarbon reserves in Hungary Budapest.
- Szádeczky Kardoss E.: 1969 Inkohlungsverhältnisse unter verschiedenen Drückbedingungen. Freiburger Forschungsch C. 235, 35.
- Stegena L.: 1967 On the formation of the Hungarian basin Földt. Közl. 197.
- Kröll. A. Wieseneder H.: 1972. The origin of Oil and Gas Deposits in the Vienna Basin (Austria) 24. th. IGC Canad. Montreal. Section 5. p. 153—160.
- Dank V.: 1973. Tectonics of Pannonian Basin. Budapest, Manuscript.
- Timofejev—Srejner—Szimonjanc—Bajdjuk—Ejgelesz—Vorojbitov: Problems of well drilling to 15 000 meters depth. (WPC) 8./1971. okt. Elsevier Publishing Co. Ltd. (Preprint)
- Anon: How about that deep Arbuckle? DDCW, 1974. juli. p. 22—26.
- K. A. Anikiev: Prognoz szverhvüszokih plasztovüh davlenij i szoversensztvovani glubokogo burenjija nyefti i gaza. NEDRA (Leningrád) 1971.
- G. J. Wilson—R. E. Bush: Pressure Prediction with Flowline Temperature Gradients. JPT, 1973. febr. p. 135—142.
- Alliquander Ö.—Gilicz B.: A kiegyensúlyozott fúrási elméleti alapjai és gyakorlati feltételei I—III. kötet. NIMDOK, Budapest 1972—73.
- M. G. Promier—M. R. Lazayres, stb.: Les mesures en cours de forage — Tresor a prendre. Revue de AFTP, Paris (AFTP) 1973. dec. p. 65—107.

## ПОЛОЖЕНИЕ СВЕРХГЛУБОКОЙ РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВЕНГРИИ

Теоретической основой сверхглубокой разведки углеводородов в Венгрии является факт, что — считая по поверхностной территории — примерно 30% бассейновых территорий страны характеризуется глубиной больше 3000 м. По настоящей категоризации территории с 3000 до 4500 м относятся к глубоким районам, а территории под 4500 м к сверхглубоким районам.

При разведке этих территорий мы ожидаем ответа на три основных вопроса:

1. Перспективность сверхглубоких зон известных формаций держащих углеводороды.
2. Результаты подробного исследования сверхглубоких частей неогеновых бассейнов, составляющих 9,5% пригодных для разведки углеводородов территорий страны.
3. Нефтегеологические отношения мезозойских и палеозойских осадочных образований.

В результате сверхглубокой разведки проводящейся с 1964 года собиралось значительное количество информации о стратиграфических и формационных отношениях более глубоких частей карпатского бассейна.

Что касается нефтегеологических результатов, бурения доказали и в больших глубинах присутствие

материнских пород. Нагрузочное давление мощных кровленных слоев и диагенетические процессы в значительной мере уменьшили порозность и проницаемость, так что резервуаров с значительным дебитом можно ожидать прежде всего в трещиноватых карбонатных фациях, как доказывают и данные скважин Будафа-1 и Силвадь-33:

Будафа-1 4381—4325 130 000 м<sup>3</sup>/день газа через 8 мм-овое сопло из брекчиевого известняка.

Силвадь-33 3390,8—3404,0 163,2 м<sup>3</sup>/день газа через 6 мм-овое сопло из брекчиевого известняка.

Сверхдавление в глубоких горизонтах и высокая температура в слоях ставят значительные технические проблемы. На всём мире наблюдаются явления сверхдавления глубоких горизонтов и объясняют его обычно с медленной миграцией флюидов через малопроницаемые породы.

А высокий геотермический градиент является очень своеобразным и объясняется утончением верхней коры карпатского бассейна в неогене.

Эти трудности требуют у сверхглубокой разведки специальной технологии (бурение урегулированным давлением), специального оборудования и специально обученного экипажа. Компенсацией этого является обеспеченное равномерное течение геологических и технических информации. В случае их корректной интерпретации можно оставить традиционные, но ценные способы наведения справок и уменьшить так расходы. Но предпосылкой всего этого является гармоническое, слаженное сотрудничество геофизиков, геологов и буровых инженеров.

# Nagymélységű fúrások műszerezési kérdései és fejlesztés irányai

Irták: Barabás László—Kadinger Béla—Tihanyi Gábor

## 1. Fúrási műszerek fejlődése

A fúróberendezés műszerezésének célja a minimális méterköltség, a maximális biztonság, a maximális geológiai és rezervoármérnöki ismeretek megszerzése mellett a fúróluk sikeres lemélyítésének és kiképzésének elősegítése.

A fúrási ipar kialakulásakor az egyes munkafázisokat a fúró mesterek, érzékük, gyakorlati tapasztalatuk alapján végezték. Figyelték a gőzgépek hangját, a láncok feszülését, a horog rugójának lazulását.

Természetesen mint minden iparágban, úgy a fúrási iparban is a tudomány egyre nagyobb szerepet játszott, és műszerezettség nélkül a nagyobb mélységek elérése már elképzelhetlenné vált.

Ismeretes, hogy az első és talán még ma is az egyik legfontosabb műszer a terhelésmérő. Ennek használata után csökkent a fúrócsőtörések száma, a fúrólukak elferdülése. Ezzel együtt vált üzemszerű használatá az öblítőnyomást mérő feszmérő.

Az iszaptechnológia fejlődésével kialakultak a különböző áramlási tulajdonságokat mérő műszerek, a korábban ismert fajsúly és viszkoziméter mellett. A fúrási paraméterek mérése mellett lehetőség nyílt a megszorult szerszám helyének meghatározására is.

A bevezetőben említett cél eléréséhez az úgynevezett fúrási műszereket egy átlag fúróberendezésénél tehát két fő csoportba sorolhatjuk:

1. Biztonságot szolgáló
  - 1.1 iszapparamétereket;
  - 1.2 nyomást;
  - 1.3 gázok jelenlétét;
  - 1.4 öblítőfolyadék-különbséget mérő műszerek (iszapnívó);
2. Fúrási paraméterek
  - 2.1 horogterhelést, fúróterhelést;
  - 2.2 fúrási sebességet;
  - 2.3 rotary asztalnyomatékot;
  - 2.4 öblítőfolyadék mennyiséget mérő műszerek.

Az említett műszerek, illetve regisztrátumainak adatait ellenőrizve, az üzem közben beálló rendellenességeket megállapíthatjuk és időben felszámolhatjuk. Pl.: ha szivattyúnyomás csökken anélkül, hogy a löketség csökkenne, az vagy a szivattyú, vagy a vezeték, illetve a fúrószár-rendszer meghibásodását jelenti.

A fúrómérnöknek, főfúró mesternek jó ellenőrzési lehetőséget nyújt az a rendszer, ahol az előre kidolgozott programot tartalmazó filmre regisztrálja a műszer a tényleges eredményeket (Drilloscope).

A fenti műszertípusokon kívül a fúróberendezés üzemeltetését szintén több műszer bizto-

sítja, pl. levegőrendszer, elektromos rendszer, kitérőgátló működtető stb. Ezek közül több szoros kapcsolatban áll az úgynevezett fúrási műszerekkel.

## 2. A Műszeripari Kutató Intézetben kifejlesztett elektronikus eszközök

Hosszú időn keresztül a fúrási műszerek biztosítása külföldről történt.

Az elmúlt években a Műszeripari Kutató Intézetben megindult bizonyos műszerek tervezése és kivitelezése.

A végső cél a mélyfúrások automatizált vezérlése és számítógépes feldolgozása, mely magába foglalja szükségszerű lépésként a fúrási paraméterek méréseredményeinek elektromos jelekre történő átalakítását. Megvizsgálva a lehetőségeket, úgy találták, hogy a hagyományos elveken működő többnyire hidraulikus mérő-átalakítók kimenetének nyomásérzékelővel vilamos jellé történő átalakítása újabb hibaforrást okoz, és csak félmegoldás, ezért célszerűbb, ha olyan mérőérzékelőket alkalmazunk, amelyek már közvetlen villamos kimenőjelet adnak.

A hagyományos hidraulikus vagy pneumatikus elven működő eszközök előnye, hogy a fúrási munkahely személye magához közelebb állónak érzi, felügyel rájuk, bizonyos fokú karbantartás is elvárható, ezzel szemben az elektronikus eszközöknek szakképzett felügyelet nincs biztosítva. Mégis, az elektronikus eszközök sok olyan előnnyel rendelkeznek, mely ezt a hátrányt felülmúlja. Sokkal nagyobb pontosság és stabilitás érhető el, a méréseredmény elvezetése nagyobb távolságra sokkal egyszerűbb, az egyes paraméterek között összefüggések érzékelése, vagy automatizált vezérléshez függvények — például a szerszámterhelés és a fordulatszám szorzat — képzése egyszerű eszközökkel lehetséges. A horogterhelésmérés kiképezhető úgy, hogy a szerszám összsúlya mellett a fúróterhelést is közvetlen — külön skálán — mutassa. Bevezethető korrekció az iszap fajsúlyától függő felhajtóerő figyelembevételére, és így tovább. Döntő tényező az is, hogy a későbbiekre tervezett számítógépes vezérlés és feldolgozás szempontjából az elektronikus eszközök elkerülhetetlenek.

Általános felépítési rendszert alakítottak ki, mely vázlatosan a következőkben jellemezhető:  
— Villamos kimenő jelű mérőátalakító, mely a vonatkozó szabványok szerint robbanásveszélyes térségben üzemeltethető.  
— Elektronikus feldolgozó áramkör, mely vilamos kimenetelű érzékelő jelét részben a munkapadon közvetlen leolvasható formában adja, részben további feldolgozás vagy regisztrálás céljából műszerbódéba vagy na-

gyobb távolságra elvezethető szabványosított villamos jel formájában továbbítja.

- Tápegység, mely az előzőekben felsorolt eszközök robbanásveszélyes térben történő üzemeltetését lehetővé teszi, és egyúttal megoldja a csatlakoztatást regisztrálás és távadatfeldolgozás céljából a robbanásveszélyes térség és a külső tér között.

Részben már megvalósított formában, részben kísérleti formában üzemelnek az alábbi mérések:

- horogterhelés-mérés;
- bemenő iszap nyomásának mérése;
- bemenő és kifolyó iszap hőmérsékletének mérése;
- bemenő iszap fajsúlyának nyomás alatti mérése a szivattyú után nyomóvezetékbe beiktatva;
- asztal fordulatszám mérése.

Üzemi kísérleteket végeztek, illetve terveztek az év folyamán kulcsnyomaték mérésre, asztal nyomaték és fúrási sebesség mérésre, ahol a fúrási technológiai körülményekhez igazodó mérőérzékelő kiképzése a kísérlet tárgya.

A talpmélységmérés mérés technikailag nem okoz problémát, azonban a mérőeszköz a fúrási sebesség mérésére szolgáló, a horog mozgását követő felszereléssel mechanikusan összefüggő, ezért megoldását a fúrási sebesség mérésével együtt tervezik. Az iszapmennyiség mérését olajbázisú iszapra ultrahangos módszerrel tervezik, ez a munka alap kutatás fázisában van. Vízbázisú iszapra már üzemel Foxboro gyártmányú elektromágneses áramlásmérő.

A hármas elrendezés első elemét képező mérőérzékelőt sok esetben vásárolják, más esetekben saját eszközeikkel vitélezik ki. A vásárolt eszközök általában nyúlásmérőbélyeges erő- vagy nyomásmérő cellák. Meg kell jegyezni, hogy megfelelő stabilitású nyomás- és húzóerőérzékelő cellát egyelőre csak importból lehet beszerezni. A mérőérzékelő adott esetben bonyolult és nagyméretű mechanikai szerkezetet is jelenthet, mint például a nyomás alatti fajsúly mérésére szolgáló mérlegszerkezet, vagy a fúrási sebesség mérésére szolgáló kötél feszítő szerkezet esetében is. Nyomás és erő mérése esetén 0,1% osztálypontosság elérhető. Egyes mennyiségek mérésénél az érzékelés lényegében számlálás elvén történik, tehát abszolút mérési pontosság is lehetséges, csak a csatlakozó eszközök okoznak méréshibát. Ilyen elven történik a fordulatszám mérés, a fúrási sebesség mérés és a talpmélység mérése.

A hármas elrendezés második eleme az elektronikus feldolgozó áramkör. Nyúlásmérőbélyeges mérőátalakítókkal kapcsolatban nagystabilitású differenciálerősítőket használunk, melyek import integrált áramkörök és nagystabilitású fémréteg-ellenállások felhasználásával készülnek. Az áramköri részletek mellőzésével annyit említünk meg, hogy a mérés határ végrértékére vonatkoztatva 0,1% nál jobb nullstabilitás érhető el, miközben feltételezzük, hogy a munkahelyen a napi hőmérséklet-ingadozás 30 °C terjedelmű lehet. Az áramkörök üzemképességét —35 °C hőmérséklet mellett is

ellenőriztük. A számlálás elvén működő érzékelőkhöz csatlakozó elektronikus áramkörök általában időintegráló kiképzésűek, kivételt a talpmélység mérése képez, ahol direkt számlálással történik az elért mélységkijelzés.

Egy korábbi fázisban vitatott volt, hogy a munkapadon a mért mennyiségek kijelzésére a manométerskálára emlékeztető mutató körskálamegoldást vagy pedig az elektronikus mérés technikában egyre jobban terjedő digitális számjegyes kijelzést használjuk. A digitális számjegyes kijelzés modernebb megoldás, azonban igen sok gyakorlati hátránya van, mely a fúrási munkahelyen akadályt jelent. Elsőként meg kell említeni, hogy a munkahelyeken napközben szabad természetes megvilágítás van, ahol a numerikus számkijelzésre használatos gázkisülésű vagy félvezető eszközök kis saját fényerősségük miatt leolvashatatlanok. További akadályt jelent az is, hogy azok a fúrási paraméterek, melyek technológiai szempontból a legfontosabbak, és melyeknek állandó felügyelete a munkapadon valóban szükséges, dinamikusan változnak, viszont egy numerikus számkijelzésű eszköznél a számjegyek általában ug-rásszerűen változnak, és amíg a mért mennyiség értéke változik, szinte lehetetlen a helyes leolvasás. Ilyen megfontolásból a mérendő mennyiségekkel analóg módon változó kijelzést, vagyis legmegbízhatóbb formában forgó mutató és körskála megoldást választottuk. Ez a leolvasási lehetőség általában az elektronikus áramkörrel közös egységbe építve kerül a munkapadon elhelyezésre.

Az áramkörök táplálására szolgáló tápegység speciálisan erre a célra kifejlesztett, és a BKI 2—229/1973 bizonylat alapján üzemeltethető SB—20 típusú gyújtószikramentes kimenetű áramkör. Felhasználás szempontjából lényeges tulajdonsága, hogy országos hálózatról, vagy fúrási generátorról egyaránt üzemeltethető, mert érzéketlen a frekvencia- és feszültség-ingadozásokra széles tartományban. Megengedhető 40—60 Hz frekvenciatartomány, és 160 V—380 V feszültségtartomány minden átalakítás nélkül. Az ajánlott hálózati feszültség 220 V, a szokásos háromfázisú hálózat csillagpontja és egyik fázisvezetéke között, azonban az előbbieket szerintem nem okoz meghibásodást, ha a csillagpont feszültsége aszimmetrikus terhelés miatt eltolódik.

Egy-egy áramkör fogyasztása rendkívül csekély, ezért a hálózati táplálás mellett külön áramköri bevezetésen keresztül hosszabb ideig 24 V névleges feszültségű akkumulátorról is üzemeltethető.

A fúrási munkahelyeken igen mostohák a fizikai körülmények, ennek megfelelően igyekeztünk kiképezni az elemeket. A mérőérzékelők általában robusztus kivitelűek, a szennyezésekre nem kényesek, tokozásuk vízhatlan. A nyúlásmérőbélyeges érzékelők általában forgácsolt acélházban, a fordulatszámérzékelők nagyszilárdságú öntött acélházban vannak. A feldolgozó áramkörök munkapadi elhelyezés esetén öntött alumínium házba kerülnek, melynek homloklapján vasag ütészálló műanyagablakon

keresztül lehet leolvasni a méréseredményt. A gyújtószikramentes tápegység a robbanásveszélyes térségen kívül helyezendő el, és általában műszerbódéba kerül, ezért egy viszonylag szilárd, de csepegő víz ellen már nem védett alumínium tokozásba van zárva.

A felszereléshez négycsatornás regisztráló tartozik, melynél a papírmozgatás pontosságát óraműves gátszerkezet biztosítja. A regisztráló csatornákat az SB—20 tápegységen keresztül lehet a robbanásveszélyes térségben levő elemekhez csatlakoztatni.

### 3. A fúrási műszerezettség általános iránya a nagymélységű fúrásoknál

A bevezetőben említett célokat a nagymélységű fúrásoknál a komplett fúrási adatgyűjtő és elemző rendszerek, az ún. monitorok elégítik ki.

A fúrómesteri állástól függetlenül a fúróberendezés mellett egy kabinban összegyűjtik a legfontosabb fúrási és iszapparamétereket, amelyeket folyamatosan digitálisan kijeleznek és grafikus rajzoknak a mélység függvényében. A legtöbb rendszernél a következő paramétereket mérik:

- fúróhaladás;
- fúróterhelés;
- asztalfordulatszám;
- összegzett asztalfordulat;
- forgatóasztal-nyomaték;
- öblítés mennyisége;
- öblítés nyomása;
- összes iszapterfogat;
- kimenő, bemenő iszapfajsúly;
- kimenő, bemenő iszap hőmérséklet;
- szivattyú löketszáma.

Ehhez csatlakozik a folyamatos iszapszelvényezésből kapott:

- gáztartalom,
- gázösszetétel

vizsgálatok eredményei, amelyeket a furadék-minta elemzések egészítenek ki.

Ezek alapján a rendszer automatikusan számítja

- a rétegyomást;
- a repesztési gradienst;
- a fúrási  $d$  kitevőt.

Az egységhez egy jelzőrendszer is tartozik, amely mind a fúrás, mind a ki-, beépítések során bekövetkezett lyukegyensúly-megbomlást azonnal észleli és riasztja a berendezés dolgozóit.

A monitorokhoz a helyszínen vagy a központban csatlakozhat egy számítógép, amely általában a következő programokat tudja nyújtani:

- megadja az optimális öblítési paramétereket;
- a lyuktalpon lévő depresszió vagy túlnyomás értékét;
- az optimális ki-beépítési sebességeket;
- egyensúlymegbomlás esetén számítják a helyreállításhoz szükséges adatokat;
- folyamatosan jelzi az optimális fúrási paramétereket, amelyek a legkisebb méterköltséget adják.

A monitoregységek előnyeit röviden a következőkben foglalhatjuk össze:

- napi 24 órás ellenőrzést tesz lehetővé, jól követhető a fúróberendezés munkája;
- a nagynyomású rétegek előrejelzésével a beléscsősaruk helyei fúrás közben pontosíthatók, könnyebb kútszerkezetet eredményez;
- lehetővé teszi a szabályozott nyomású fúrás mód alkalmazását a nagymélységű, nagy rétegyomású fúrásoknál;
- a mélyítéssel párhuzamosan a rétegekről a geofizikai szelvényvel jól korrelálható fúrási szelvényt ad.

Az adatgyűjtő egységek nyújtotta előnyök kihasználásához jól képzett szakemberek szükségesek, a fúró- és geofizikus- és a geológusmérnökök munkájának szorosabban kell kapcsolódnia egymáshoz. Ezek a problémák sorra jelentkeztek a külföldi fúróvállalatoknál a monitoregységek alkalmazásával.

Elterjedésükre jellemző, hogy jelenleg több, mint 100 komplett számítógéppel felszerelt egység dolgozik a különböző kutatási területeken, elsősorban a nagymélységű és a tengeri fúrásokon, amelyekkel több, mint 1000 kutat mélyítették le idáig. A műszerezettség, a számítógépes irányítás mértékében igen nagy eltérések mutatkoznak. Az Analysts rendszernél, amely úttörő munkát végzett ezen a területen, az egyik északi-tengeri fúrást Hustonból irányították IBM—360-as számítógéppel. Az Európában elterjedt Geoservice egységeknél ezzel szemben kisteljesítményű kalkulátorok helyszíni használatát ajánlja a gyártó cég. Az előbbi eljárást az igen magas tengeri fúróberendezés-költséggel lehet indokolni.

A fúrási műszereket gyártó cégek a minél több adatot mérő és regisztráló berendezések előállítására töreksenek. A Baroid cég az iszapszelvényező eljárásból fejlesztette ki CDC rendszerét, a Martin—Decker pedig a fúrási műszereket kiegészítette egy, az öblítési rendszert ellenőrző műszercsoporttal, és az adatokat folyamatosan lyukszalagra rögzíti.

A fúrási folyamat komplett műszeres ellenőrzése, az adatok regisztrálása és tudományos feldolgozása megköveteli a minél pontosabb mérést. A legtöbb műszer idáig a fúrási körülményeknek jól megfelelő hidraulikus vagy pneumatikus rendszerű volt. A digitális jellel való átalakítás azonban újabb hibával terhelte a mérési eredményeket, így célszerűen töreksenek az elektromos érzékelők szélesebb körű alkalmazására.

Jól érvényesül a terhelésmérő és az asztalnyomatékmérő nagyobb pontossága a fúrás közben felvett szelvény finomságában.

Egyes esetekben a fúrószár longitudinális rezgéseinek a regisztrálásával igen jó fúrási szelvényt kaptak, amely jól megegyezett a szónikus szelvényekkel. Különösen jó eredmények születtek a kemény kőzetek harántolása esetén.

A kiegyensúlyozott fúrás mód a jól ismert előnyei miatt egyre szélesebb körben kerül bevezetésre a hazai kutatási területeken is. Alkalmazása a kis szilárdanyag-tartalmú, kis fajsúlyú öblítőiszapon a korszerű kitörésgátló és lefúvató

rendszeren kívül megnövekedett igényt támaszt a műszerezettség szemben is.

A nagynyomású rétegek előrejelzése, a lyukegyensúly megbomlásának észlelése a jelenleginél szélesebb körű ellenőrző és regisztráló műszercsoportot kíván meg. Az iszaprendszerrel a bemenő és kifolyó iszapmennyiségen kívül mérni kell a tartálysintet, a bemenő és a kijövő iszapfajsúlyt. Ezáltal nagymértékben lecsökken a kitérésveszély. A nagynyomású rétegek előrejelzése, a fúrási folyamat optimalizálása a mérésen kívül az adatok regisztrálását is szükségessé teszi. A hazai műszerfejlesztés előtt álló feladat, hogy az egyes műszereken kívül, első lépésben 6—8 adatnak az időfüggvényben való rögzítését megoldja. A további előre lépést a mélységfüggvényben történő regisztrálás jelentené.

A hazai mélyfúrési gyakorlatban a folyamatos iszapszelvényezést jelenleg még nem alkalmazzuk, pedig az általa kapott információk fontosak lennének, mivel a magas hőmérséklet, iszap és egyéb problémák miatt kevés adat áll rendelkezésre az átharántolt rétegekről a nagy mélységekben.

Az 5—6000 m-es fúrásaink a magas hőmérséklet és nyomások miatt világviszonylatban a 6—7000 m-es fúrásoknak felelnek meg. Az ilyen mélységű fúrásoknál jogosan vetődik fel egy fúrási adatgyűjtő és regisztráló egység használata, amelynek árával arányban vannak az általa nyújtott fúrási és geológiai információk.

Nem lenne célszerű ha egy ilyen rendszer létrehozását saját műszerfejlesztéssel érnénk el, hiszen a hazai szükséglet egy vagy két egység a jelenlegi 5000 m-es, vagy mélyebb fúrásokat figyelembe véve. Azonban a műszerfejlesztésünk eddigi eredményei alapján az ennél kisebb műszerezettséget kívánó fúróberendezések egyes műszercsoportjai hazai kivitelben is eredményesen kialakíthatók.

#### 4. A fejlesztési irányzatok (kiszolgálása műszerezéssel)

1. A jelenleg megvalósításra kerülő négycsatornás regisztrálás kibővítése nyolc csatornára két regisztráló beállításával is megoldható, azonban ekkor két külön papíron jelennek meg az adatok. Helyesebbnek látszik a papírszélesség növelése mellett egy készülékben megvalósítani a nyolccsatornás rögzítést. A fejlesztési munka nem tűnik nehéznek, bár az egyenként 50 mm széles csatornák és a szükséges hézagok együttesen 480—500 mm széles papírcsíkot igényelnek, melynek jó mechanikai felfekvését nem könnyű biztosítani.
2. A folyamatos adatrögzítés a megvalósított készüléknél óraszerkezettel szabályozottan, idő szerint történik. Ha komoly az igény a szelvény szerinti rögzítés iránt, a papírmozgásnak a fúró haladásával szinkronizálása megoldható, bár a robbanásveszélyes térből a mozgást elektronikusan kimásolni nem

könnyű feladat. Célszerűbb volna a horog mozgását követő drótkötelet kihozni a robbanásveszélyes térségből, ha a kellő pontos követés megfelelő mechanikai kiképzéssel biztosítható. A kötéloddal kapcsolatba hozott elektronika útján a mozgás integrált átmásolása a regisztráló papír továbbítására így egyszerűbben megoldható.

3. Az iszaprendszer műszerezése részben már megtörtént, itt jobbára az illesztési feladatok vannak hátra, nevezetesen a mérőátalakítók kimenőjelének csatlakoztatása a kiértékelő rendszerhez, mely például a kitérésveszélyt jelezn.

Az NKFÜ műszaki fejlesztése által már kivitelezett megoldásban szint és mennyiség mérésre alapozottan történik a vészjelzés. Az iszaprendszer paraméterei közé sorolhatók még a hőmérséklet és a nyomás alatti fajsúly, melyek mérése a tartályban az iszapszint és a fajsúly mérésével együtt már a technológiára vonatkozó fontos adatokat szolgáltatja. Ezek a mérések is megoldottak, a jövő feladata a többi paraméterrel együtt egy automatikarendszerré történő összeillesztés, amely már az optimalizált fúrást célozza.

4. A fúróoptimalizálás céljára tervezzük a műszerkészlet rendszerbe foglalását helyi analóg vagy digitális számítógépes elemekkel kiegészítve, mely függvények képzésére is alkalmas (ilyen például az integrálás, asztalfordulatszám-összegzés, fúróterhelés kielemezése a horogterhelésből, fordulatszámterhelése szorzat képzése), a képzett adatokat is kijelzi és megfelelően regisztrálja. A mérési készlet kiegészítése (a mérés kiterjesztése) a gáztartalom és gázösszetétel meghatározására valószínűleg idegen készülékként alkalmoszerűen csatlakoztatva kerül kivitelezésre. Mindezek mellett szükség szerint számítógéphez továbbítható adatátvitel, vagy lyukszalagra, mágnesszalagra történő rögzítés, mely számítógéppel utólagosan feldolgozható, ugyancsak kiképezhető a számítástechnika eszközeinek hazai fejlődése nyomában.

Л. Барабаш, Б. Кадингер, Г. Тихани

## ОБЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ КИП В ГЛУБОКОМ БУРЕНИИ

Изложены самые последние результаты работы Научно-исследовательского института приборостроения в области глубокого бурения. Приведены преимущества приборов, работающих по электрическому принципу, по сравнению с приборами, работающими на пневматическом и гидравлическом принципах. Коротко изложены общие направления развития приборостроения в области глубокого бурения а также предстоящие задачи в области дальнейшего совершенствования.



# A nagymélységű fúrások korszerű eszközei, különös tekintettel a hazai tapasztalatokra

Írta: Szabó György

A nagymélységű fúrások zavarmentes, következőképp sikeres, illetőleg gazdaságos kivitelezésének egyik legfontosabb követelménye a gondos műszaki előkészítés. Ezzel kapcsolatban utalni kell arra, hogy a gépelemek igénybevétele a nagymélységű tevékenység során, szükségszerűen eléri a megengedhető értékeket, időszakosan azokat túlhaladja, ezért mindent el kell követni annak érdekében, hogy a nem kívánt terhelési értékek elmaradjanak, vagy számuk minimális legyen. Mindjárt meg kell jegyezni azt, hogy még az ultramélységű fúrások esetében sem az emelő-erőgéppoldal tartalmazza a veszélyes elemeket. A meghajtó teljesítmény (3000 LE-vel szemben 4000 LE) nagysága, adott esetben korlátozott volta például a műveletek sebességét befolyásolja, azonban nem jelent veszélyforrást. A nagymélységű fúrásoknál ezzel szemben azok a gépelemek, amelyek egyébként problémamentesen, hosszú üzemideig használhatók, nagy terhelésük miatt rövid idő alatt tönkremennek, vagy műszaki balesetet okozhatnak. Kiemelten indokolt a hazai gyakorlatban előfordult problémák miatt a fúrószerszám forgató és ékelő rendszerének elemzése, amely esetenként a nagymélységű tevékenységben a világirodalom tanulsága szerint másutt is súlyos üzemzavarok okozója.

## A fúrócsőékelő rendszer üzemviszonyai

A hazai nagymélységű fúrási gyakorlatból számos olyan példa áll rendelkezésre, amikor a hagyományosan használt és előírt méretekkel rendelkező forgatóasztalpersely — betét és ék — alkalmazása mellett jelentkeztek a jellegzetes károsodás nyomai: elvékonyodott (palacknyakú) fúrócső, deformáció az ékelemeknél, rendkívüli méretű benyomódások stb. Emiatt már gyakorlatilag új fúrócsőkészlet kisselejtezése vált elkerülhetetlenné.

A probléma áthidaló megoldása lehet a fúrócsőék felváltása meghatározott csősúly felett kettős szállítószék használatával. Ismertek azonban a szállítószék alkalmazásának nehézségei, (kapcsolóváll-károsodás, szakadás), problémái is, ami miatt végül célszerű a biztonságos ékhasználat szorgalmazása.

Az API előírások rendkívül szigorúan szabályozzák a fúrócsőék üzemviszonyait. Érdekes ezzel szemben kiemelni például azt, hogy ezek a normák nem tiltják bizonyos csősúly esetén az egy gépkulcs használatát, de kizárják a ko-

pott elemekkel való munkát, következőképpen azt az előbbinél veszélyesebbnek ítélik.

A szerszámékelő-rendszer elhasználódásának mértéke a geometriai adatok megváltozásának ellenőrzésével nem állapítható meg egyértelműen, mert a nem kívánt deformációk elsősorban terhelés közben lépnek fel. Következőképp megbízható támpontul csakis a fúrócső éknyomatai szolgálhatnak. Természetes tehát, hogy az ékbetétek azonos minősége és állapota nemcsak a szerszámkezelés biztonsága, hanem az ellenőrizhetőség érdekében is fokozott szerephez jut. Nem engedhető meg tehát a betétek részleges cseréje. Az egyenetlen deformáció téves következtetések forrása lehet, azon túl, hogy súlyosan károsítja a fúrócsövet. Egyúttal utalni kell a keresztirányú bevágások rendkívüli veszélyességére (a hosszirányúakkal szemben). Rá kell mutatni arra is, hogy ezeknek a gépelemeknek bizonyos, akár rövid ideig tartó túlzott igénybevétele, elsősorban nem a közvetlen műszaki baleset (szerszám lyukba ejtése, elszakadása, összeroppanása stb.) veszélye miatt káros. Meglepő módon azok az elemek szenvedhetnek maradó deformációt, amelyeket a műszaki felügyelet robusztus méretük miatt károsodhatatlannak tart. Ilyen például a forgatóasztal-betét, vagy maga az asztalpersely, amelyek pedig drága és javíthatatlan szerszámok. A költségtényezők közül nem szabad figyelmen kívül hagyni azt, hogy történetesen a fenti deformáció után már rövid idő alatt akár a használhatatlanságig károsodhat egy teljes készlet fúrócső.

Messzemenően be kell tartani tehát az előírt normákat. Az API szabványa szerint a „rövid” (Conventional Long) fúrócsőék használatának határa 80 Mp csősúly. Ennél nagyobb terhelést még rövid ideig sem szabad ilyen ékre bízni. A két típus megtámasztásának különbsége az 1. ábrán jól követhető. A kopott, vagy deformálódott asztalpersely, vagy forgatóasztal-betét ékelési mechanizmusa, azaz az attól származó károsodás a 2. ábra alapján nyilvánvaló.

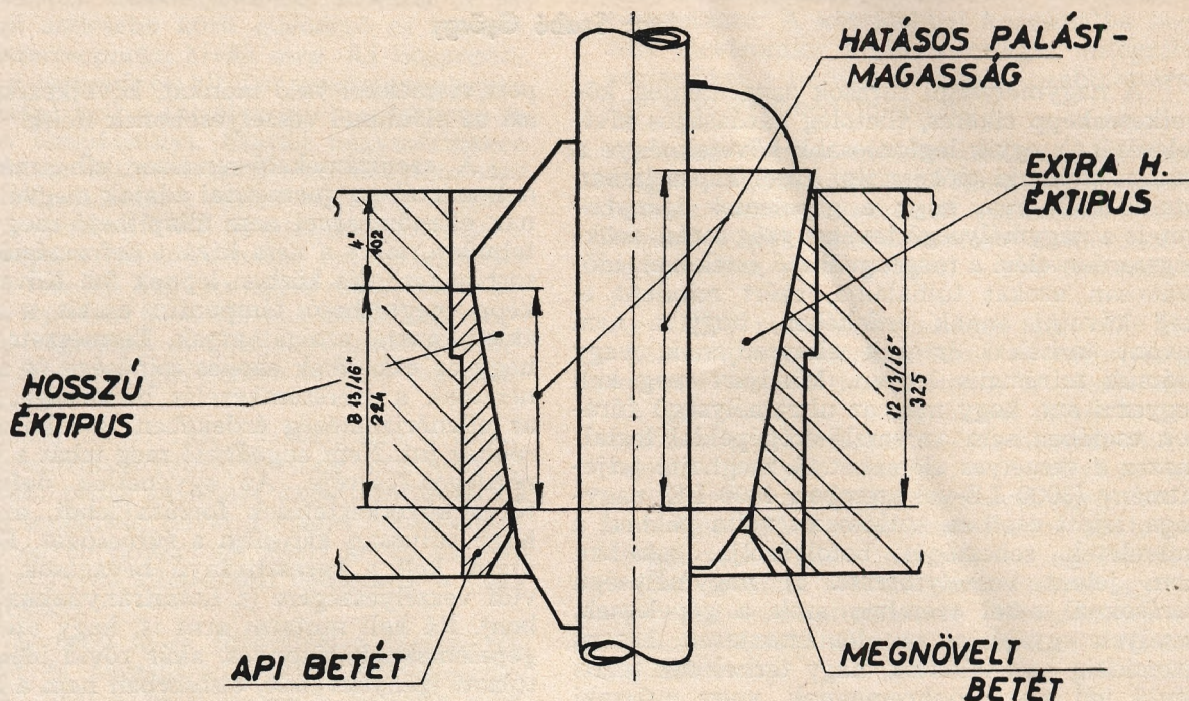
A túlterhelésből származó deformáció ki-küszöbölése érdekében — abból kiindulva, hogy a forgatóasztalra csak vertikális ékerő-komponens háruljon — a különböző gyártócégek rátertek az egy darabból álló betétre (Solid Master Bushing). Az API ajánlása szerint 110 Mp szerszámcsősúly felett csak hosszú típusú fúrócsőék és egy darabból álló betét használható.

A megengedhető függőleges terhelés meghatározására az alábbi összefüggés alkalmas:

$$P = A \sigma_F \left[ \frac{2}{1 + \left( 1 + \frac{2a^2}{a^2 - b^2} \frac{KA}{A_L} \right)^2 + \left( \frac{2a^2}{a^2 - b^2} \frac{KA}{A_L} \right)^2} \right]^{1/2} \quad (1)$$

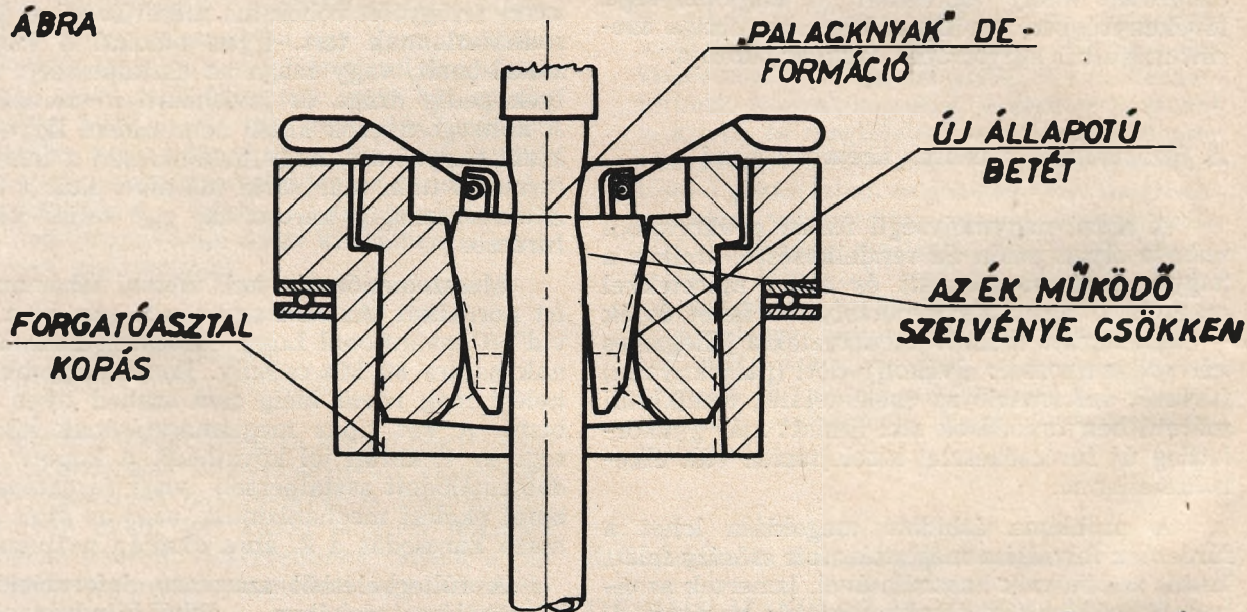
# HOSSZÚ ÉS EXTRA HOSSZÚ TÍPUSÚ

## ÉKEK FŐBB MÉRETEI



1. ÁBRA

2. ÁBRA



A DEFORMÁCIÓ MECHANIZMUSA ROSSZ, KOPOTT FORGATÓASZTAL ÉS BETÉT ESETÉN.

ahol:

- P = teljes függőleges csőterhelés, [kp]
- A = a cső keresztmetszeti területe, [cm<sup>2</sup>]
- $\sigma$  = a cső folyáshatára [kp/cm<sup>2</sup>]
- A<sub>L</sub> = érintkezési terület az ékek és a cső között, [cm<sup>2</sup>]

$$(A_L = 2 \pi \cdot 0,01 \cdot a \cdot l); \text{pl. } 348^\circ = 96,6\%$$

a = a cső külső sugara [cm]

b = a cső belső sugara [cm]

l = az ékpofák érintkezési hossza [cm]

K = transzverzális terhelési tényező (az átlagos számításoknál K = 3)

A megadott függvénykapcsolat számos részlet kvantitatív elemzésre alkalmas. Definálható a kenőanyag biztonságos csőfogásban játszott szerepe, az ék és betétkopás intenzitása.

A használat során bekövetkező betétkopás jellegzetes képet mutat: a fajlagos terhelésnek

az ék alján maximuma van, minimuma a felső fogási síkon jelentkezik. Jellege a csonkakúp-felület változásának meghatározása útján írható le:

$$p = C_p \frac{1}{X^2} \quad (2)$$

ahol  $C_p$  az ék-geometriától függő állandó,  
 $X$  lyuktengely-irányú változó.

Nyilvánvalóan hiperboláról van szó, tehát mind az ék, mind a betét kopása az alsó szelvényben a legintenzívebb. Egy bizonyos stádium után az ideálisan henger alakú belső fogó ékfelület felfelé szűkül, csonkakúp alakot vesz fel. Következésképp a kopás mérvének növekedésével a fúrócsőre jutó terhelés a felső ékszelvényben folyáshatárt meghaladó deformációt okozhat. Ezzel egyidejűleg alakváltozást szenvedhet a betét alsó harmada. Egyszersmind jelezhető az is, hogy az ékelő mechanizmus szempontjából nem különösen veszélyes a fúrócső mozgásból származó betétkopás, aminek viszont általában aránytalanul nagy jelentőséget tulajdonítanak, ahhoz kötik a betéthasználat (selejtezés) idejét.

A fentebb definiált (1) képlet analízisével nyilvánvaló a hossz típusú (Special Extralong Rotary Slip) ék használatának kényeszerű határa, szükségessége. A kopásviszonyok ez esetben lényegesen kedvezőbbek, de sokkal kisebb fajlagos igénybevétel hárul a forgatóasztal-betétre, illetve a forgatóasztalra magára. További járulékos előny amellett, hogy a forgatóasztal az ékektől nem vesz át feszítő terhelést az, hogy az egyrészes betétek kopástűrése a hagyományosakénál nagyobb: +6,35 helyett +19,05 mm ( $1/4''$ -vel szemben  $3/4''$ ). Ez a körülmény használatuk gazdaságosságát növeli.

Az ultra mélységű fúrások előtérbe kerülésével adódott a fejlesztési igény: nélkülözhetetlenné vált a különlegesen hosszú éktípus. A megoldás kényszerítette a hasznos forgatóasztal-betétmagasság növelését, mégpedig a forgatóbetét négyszög alakú részének rovására. Ezzel párhuzamosan a nagy szerszámsúlyból (később a kopásból járulékosan) adódó feszítőerő miatt az osztott kivitel helyett a sokkal előnyösebb egyrészes (Solid Master Bushing) betétet kellett alkalmazni. Az eddig használatos megoldások helyett viszont a forgómozgás átvi-

tele a csapos betétek kifejlesztésével (Pin Drive) vált lehetővé. Természetesen a csapos rendszer csakis egyrészes, vagy egymásba csapolt betétnél használható. Gyártástechnikailag ez a korábbanál előnyösebb, egyszerűbb. A csapokat a forgatóbetéthez zrugorkötéssel illesztik, viszonylag könnyen cserélhetők. Az asztalbetét furata 65—86 mm ( $17\frac{1}{2}$ — $37\frac{1}{2}$ '' asztalmérethez), a csapátmérő 63—83 mm, tehát 2—3 mm-rel kisebb (hossza 115 mm). Beszerezhető már olyan feltét is, amely a négy furathoz négyzetes forgatórúdbetét adaptálását is lehetővé teszi átmeneti időszakokra.

Дь. Сабо

## СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ СВЕРХГЛУБОКИХ БУРЕНИЙ С ОСОБЫМ ВНИМАНИЕМ НА ВЕНГЕРСКИЕ ОПЫТЫ

Одним из самых важных требований беспрепятственного и следовательно успешного и экономического осуществления сверхглубоких скважин является тщательное техническое приготовление. Кстати сказать, что нагрузка машинных частей в ходе сверхглубокой деятельности неизбежно достигает допустимые величины, временно их превышает. Поэтому надо всё сделать чтобы устранить нежелательные нагрузочные величины или довести их количество до минимума. Надо сейчас отметить, что ни в случае сверхглубоких бурений не подъёмно-двигательная сторона содержит опасные элементы. Величина, в данном случае ограниченность приводной мощности влияет на скорость операций, но не является источником опасности. Однако у сверхглубоких бурений те машинные части, которые обычно можно применять без проблем и через долгое рабочее время, из-за большой нагрузки быстро разрушаются, или причиняют техническую аварию. Из-за случившихся в венгерской практике проблем является очень обоснованным анализ вращательной и заклинивающей систем бурильного инструмента. По данным мировой литературы это является и в других странах причиной серьёзных аварий.

# Néhány gondolat a legújabb fúrési mélységrekordokkal kapcsolatban

A közvetlenül nem érintett szakemberek nagy részét is érdekli az, hogy miképpen alakul a rekordmélységű fúrások helyzete, melyek azok a főbb problémák, amelyek megoldása a növekvő mélységek megismerhetőségének kulcskérdései. Közvetlenül a fúrési iparban dolgozók a mindennapi munkához szeretnének általánosítható, könnyen hasznosítható információkhoz jutni a fúrési rekordokat megvalósító tevékenységéből.

Viszonylag hosszú idő után gyors egymásutánban kétszer változott a rekordmélység: az 543 nap alatt lefűrt *Baden-1.* jelű fúrás 9159 m (30 050 láb) talpmélységet ért el, majd rá alig másfél évre ugyanaz a berendezés, de most már 504 nap alatt, 9583,2 m-re (31 441 láb) javította a rekordot a *Rogers-1.* jelű fúrás. A *Baden-1.* fúrás 6 millió dolláros költsége 306 000 Ft/m fajlagos költséggel szembevetően mutatja, hogy nem csupán reklám ízű „rekordmegdöntés” a kivitelező Lone Star Producing Co. célja. Az *ultramélyiségű kutatás perspektívái szempontjából döntő fontosságú kérdésre adott választ a Rogers-1. fúrás: 9000 m alatt is léteznek tárolásra alkalmas porozitású és permeabilitású összletek, lehetséges túlnyomásos gáztároló ilyen mélységben is.*

A két rekordfúrás eddigi összköltsége 13 millió dollár. Mint ismeretes a *Baden-1.* a mélyszintet figyelembe véve meddőnek mondható; egy felsőbb formációt gáztermelésre képeztek ki. Hasonló sorsra jutott a *Rogers-1.* is, amelyet 4000 m mélységben gáztárolóra képeztek ki, mindenekelőtt megoldhatatlan műszaki problémák (kénkiválás okozta elmozdítás) miatt.

A kivitelező szerint a két fúrési rekord nem elsősorban a különleges fúróberendezésnek és gépegységeknek köszönhető, hanem a megfelelő fúrási technológiának, amely az elmúlt években világszerte gyorsan fejlődött. A Lone Star úgy véli, hogy bár a 9000 m-es mélység rendkívül pénz- és időigényes munkát jelent, azonban a megfelelő anyagminőség (acél, de sok egyéb is) birtokában rutinfeladattá válhat. A fúrési szakemberek akkor, amikor ezzel a vitathatatlan megállapítással egyetértenek, tudják azt, hogy „rutinmunkával” nem sok 5000 m-es fúrás mélyíthető eddig szerte a világon. A nagymélységű tevékenység során a legegyszerűbbnek tűnő műveletek is bonyolulttá válnak. Egy részletkérdés például: ennél a 32. sz. rekorder fúróberendezésnél a ki- és beépítést két szállítószékkel végzik. Vagy más: a szelvényező egység 10 600 m hosszú kábelt mozgatott, de ezt a méretet több kábelszakaszból kellett összeállítani, csatlakoztatni (a csatlakozásoknak 250 °C hőmérsékletet, 1600 kp/cm<sup>2</sup> nyomást kellett elviselniük a húzóterhelésen felül).

A két hasonló szerkezetű rekordfúrás egymástól 30 km távolságra van. A *Rogers-1.* 7 7/8"-es szelvényvel érte el a talpmélységet különböző rekordteljesítmények után: 14"-es (!) beléscsörakata az eddigi leghosszabb és legsúlyosabb: 4300 m, 650 t tömegű; csúszócsapágyas fúrókkal 60–90 óras élettartammal az előrehaladás átlagosan 30 m/nap volt. Rendkívül érdekes annak a néhány órának az eseménysora, amely végül is a fúrás abbahagyását okozta.

A világrekordmélységnél fúrás közben hirtelen 2,5 m<sup>3</sup> iszapzaporulatot észleltek a tartályrendszerben és 36 Mp szerszámsúlycsökkenést. A jelenségek közül a műszaki felügyelet azonnali túlnyomásos tárolóra követeztetett. A kitörésgátló lezárása után a felszínen a nyomás elérte az 580 kp/cm<sup>2</sup> értéket. A lyukban levő iszap sűrűsége 1,14–1,17 g/cm<sup>3</sup> volt, így a kútfejnyomás alapján a lyuktalpon 1640 kp/cm<sup>2</sup> nyomás uralkodott. A beléscsőfejen egy 700 kp/cm<sup>2</sup> üzempomású gyűrűs és három 1000 kp/cm<sup>2</sup> nyomáshatárú betétes (közülük egy telezáró) kitörésgátlóból álló zárendszert volt. A fúrószerszám megemlése közben a nyomásemelkedés kezdeti szakaszában a gyűrűs kitörésgátló és a két profilbetétes egyike megsérült, így az a tény, hogy egyetlen zárási lehetőség maradt, rendkívül súlyos helyzetet teremtett. A szerszám mozgatásáról le kellett mondani.

A legnagyobb veszélyt azonban — amint az később kiderült — a fúróval megütt *tároló kénhidrogéntartalma* okozta. A gázból ugyanis a felfelé áramlás közben lejátszódó fokozatos hűlés folytán kén vált ki, egyben nagy mértékben csökkentve a kitörésveszélyt, a folyékony kén azután tovább hűlve megszilárdult. Egyébként öblítés közben CH-gáznyomokat észleltek az iszapban. A kiöblített kénkristályok tiszta kén tartalma 98<sup>0</sup>/<sub>10</sub> volt. A kén kiválása — a vizsgálatok szerint — 130 °C hőmérsékletnél kezdődött.

A lyuk teljes ellenőrzés alá vétele, valamint a rossz betétek kicserélése után megkísérelték a szerszám fel-emelését, de a súlyviszonyok alapján azt észlelték, hogy a fúrócső 4500 m körüli mélységben elszakadt. A baleset okát egyértelműen nem lehetett meghatározni, de arra következtettek, hogy a kénkiválásból származó megszorulás volt a szakadás oka.

A kéndugó csaknem 5000 m hosszúságú fúrócsövet és súlyosbítót zárt a fúróval együtt a lyukba; a lyuk kitisztítása és a fúrócső kimentése a várható idő- és költségigény miatt nem jöhetett számításba. Így az alsó lyukszakaszt 3000 m-ben cementdugóval lezárták.

Arra a kérdésre, hogy a kénhidrogén-tároló alatt van-e szénhidrogén, csak a következő multimillió dolláros fúrás adhat választ. A *Rogers-1.* szerkezete alapján alkalmas a továbbfúrásra; terv szerint 6 3/4"-es beléscső kerülne a 7 7/8"-es lyukszakaszba, majd a H<sub>2</sub>S-tárolót olajbázisú iszappal, gyémántfúróval harántolnák. Ez mindenesetre még vártni fog magára, mert számos egyéb technológiai és technikai részletkérdés megoldása elengedhetetlen. Bebizonyosodott az, hogy a mentési technológia — bár 3000–4000 m-ben már rutinszerű — a 9000 m-es fúrások esetében alapos *tökéletessítésre* szorul (egy ki- és beépítési művelet 24 órát vesz igénybe!). Különleges lyukméreteket kell alkalmazni, amelyek szabványon kívüliek és rendkívüli módon megdrágítják a fúrások felső 5–6000 m-es szakaszának kiképzését. Ebbe a mélységbe építették be például a 14"-es speciális, kívánság szerint hengerelt csőszakatot, amelybe azután 7000 m-es sarumélységgel akasztották a szokványos 9 3/8"-es beléscsőszlopot. A 14"-es szabványon kívüli beléscsőméretre azért volt szükség, mert a *Baden-1.* fúrásakor a vállalat kedvezőtlen tapasztalatokat szerzett a vastag falú 13 3/8"-es szabványon kívüli fúrókkal. A következő szelvényt így hagyományos 12 1/4"-es fúrókkal mélyítették 7150 m-ig; a bőséges választék alkalmas volt a különböző furhatósági viszonyok kielégítésére. Ez a lyukszakasz 410 m-rel hosszabb volt, mint a *Baden-1.* fúrásé, ennek ellenére 35 nappal hamarabb fejezték be, 84 helyett mindössze 42 fúróval (az összes megtakarítás kb. 300–400 000 dollár!).

Tulajdonképpen az *acélminőség a 10 000 m-es fúrások rendelkezésére áll*, a költségeterhet az jelenti, hogy az acélnyag nem a megfelelő formára hengerelt. A 9000 m-es fúrások tervezése alapján nem rendkívüli feladat, és a lemélyítés is megoldható. Tény az, hogy amennyiben a hidrosztatikus viszonyoktól eltérő körülményekkel vagy iszapvesztéssel találja szembe magát a vállalkozó, hasonló helyzetbe kerül, mint a nagy szilárdságú acéllal. A világrekorder fúrásnál bebizonyosodott az is, hogy a teszteser rétegvizsgálat, iszapcimentotechnológia, lyukfalstabilitás, fúrókiválasztás *nem elsődleges problémája a 10 000 m-es fúrásnak.* A szerszám-stabilizálásnak köszönhetően például a *Rogers-1.* gyakorlatilag függőleges.

A világpiacon rendelkezésre álló fúróberendezések (pontosabban: a berendezéselemek) mélységkapacitása megfelel a 10 000 m-es mélység követelményeinek. Érdekes a rekorder berendezés — közismert néven „szörnyeteg” — összeállítása. Az alapegység elektromos, Continental Emasco CE—3000, amelyen D—1650 típusú szivattyúkkal, 37 1/2"-es méretű Oilwell forgatóasztallal, 43 m magas, 900 Mp teherbírású Lee C. More gyártmányú árboccal (aléptíme nye 8,5 m magas, 750 t csőtömeg kezelésére alkalmas) láttak el.

(Folytatás a 26. oldalon)

# Mélyfúrások aktív paraméterei optimalizálásának kőzetfizikai megfontolásai

Irták: Tóth Béla—Csaba József—Fülöp Miklós

A fúrólyukmélyítés munkafázisai közül a fúrás folyamata az egyik legjelentősebb költség-tényező, aminek csökkentése érdekében a fúrás optimalizálás kérdése napjainkban egyre inkább előtérbe kerül.

A költségcsökkentés érdekében feladatunk meghatározni:

- tetszőlegesen alkalmazott fúróterhelés és asztalfordulat esetén a legkisebb méterköltséget eredményező kiépítési helyet (a fúrómenet hosszát);
- adott fúrómenethossz feltételezésével a legkisebb költséget eredményező fúróterhelést és asztalfordulatszámot;
- egy teljes lyukszakasz lemélyítéséhez az egyes optimális fúrómenetek (lokálisan optimalizált) összességét, úgy, hogy a ki-beépítések költsége is minimum legyen.

A fenti feladatot a már közölt fúrás egyenletek alapján végezzük [2]. Az egyenletek számos paramétere közül kettő: a  $\beta/\sigma$  (a fúrhatósági tényező és a kőzetszilárdság hányadosa) és az  $\nu$  (abráziós tényező) kifejezetten az átharántolt kőzettől függ, és azok a mélység szerint változnak.

Ezen két kőzettulajdonság fizikai tartalmának és azok mezőbeni számszerű meghatározásának vizsgálatát kívánjuk részletesen ismertetni.

## *A $\beta/\sigma$ fúrhatósági együttható kőzetfizikai értelmezése és fúrásokból történő visszaszámítása*

Az 1. sz. mellékletben közölt fúrás sebességegyenlet  $\beta/\sigma$  tagja a kőzet tulajdonságaitól és fúrotípustól függő tényező.

$\beta$  a kőzet fúrhatósága, amely a kőzet mechanikai tulajdonságaitól, a fúrotípustól és azok bonyolult együttesétől függ. Meghatározásához ismerni kell a keménység, a koptatóképesség, illetve az elhasználódással szembeni ellenállás közti összefüggéseket. A kőzetfúrhatóságot emellett egy-egy fúrófajtára (jelen tanulmányban a DKG A0 és A1 típusú fúróira) érvényesen lehet csak tanulmányozni. Elvileg annyi kőzetfúrhatósággal számolhatunk, amennyi eljárás van a kőzetek bontására (pl.: vágás, hasítás, koptatás, aprítás stb. és ezek kombinációi). A kőzetek mechanikai tulajdonságai a mélység függvényében is változnak, így különbséget kell tennünk adott kőzet felszíni és mélységbeli fúrhatósága között. A képletben szereplő  $\beta$  a fúrás mélybeli viszonyainak megfelelő feszültségi állapotú kőzet fúrhatóságát jelenti.

Legtöbb esetben a kőzetszerkezet szétesését törés okozza. A törés a határfeszültség elérésekor következik be. Ezt az értéket a képlettag  $\sigma$  jelölése reprezentálja.  $\sigma$  értéke összetett. Tar-

talmazza a kőzet törőszilárdság értékét és a kőzetszilárdítás mértékét. A kőzetszilárdítás mértéke az öblítés talpi dinamikus nyomásának és a rétegnomás különbségének ( $\Delta_p$ ) függvénye. A kráterképződés a határterhelés elérésekor indul meg. Erre a határterhelésre a kőzetek — különösen a márgarétegek — rendkívül érzékenyek.

A fúrás rezsím optimalizálásához többek között a fúrás sebesség-egyenlet  $\beta/\sigma$  tagját meg kell határozni, illetve adott területen a rétegnyomás közétéhez  $\beta/\sigma$  értékeket kell hozzárendelni. Az irodalomból ismerünk olyan megoldást, hogy felszínen talpi nyomásviszonyokkal dolgozó kőzetfúrógéppel laboratóriumban határozzák meg a kőzet fúrhatóságának ( $\beta$ ) mértékét. A  $\sigma$ -t is a felszínen mérik és különböző képletekkel számítják a kőzet mélységbeli határterhelését. A nálunk eddig követett gyakorlat az — miután kőzetfúrógéppel nem rendelkezünk —, hogy a fúrásoknál mért fúrás sebességértékekből (méterpercek) a fúrás sebesség egyenlet segítségével az OP—1 számítógépes programmal visszszámítjuk  $\beta/\sigma$  értékét. Adott területen több fúrásnál ezt ismételve a rétegnyomáshoz rendelhetünk átlagértékeket. Ezt a gyakorlatot tovább finomíthatjuk úgy, hogy a felszínen a fúrás magokon törőszilárdság-értéket mérünk és számítjuk a mélységbeli határterhelést. A mélységbeli határterhelés-értékekkel módosítjuk a  $\beta/\sigma$  tényezőt.

A fenti eljárásoknál a  $\beta/\sigma$  képlettag szám-lalóját ( $\beta$ -t) tehát vagy kőzetfúrógéppel, vagy a fúrás méterperceiből számíthatjuk.  $\sigma$ -t viszont mindkét eljárásnál felszínen mért értékekből határozhatjuk meg. A meghatározás módjaira az alábbiakban térünk ki.

Mint már leírtuk.

$$\sigma = f(\sigma_0; \Delta_p)$$

A függvénykapcsolatban  $\sigma_0$  a kőzet törőszilárdság értéke,  $\Delta_p$  pedig az öblítés talpi dinamikus nyomásának és a rétegnomás különbsége. A függvénykapcsolat ajánlott alakja:

$$\sigma = \sigma_0 + 5 \Delta_p$$

A  $\Delta_p$  határfeszültségre ( $\sigma$ ) gyakorolt hatásait itt nem részletezzük (a „Kiegyensúlyozott nyomású fúrás elmélete” c. tanulmányban részletesen leírtuk) [3].

A múlt évben határoztunk meg  $\sigma_0$  értéket [1. tábl.].

A szegedi fúrások magjaiból  $2 \times 2$  cm-es kockákat vágunk ki és megmértük a törőszilárdságot ( $\sigma_0$ ), majd a  $\sigma = 10 [\sigma_0 + \sigma_{statikus}]$  képlettel számítottuk a mélységbeli határfeszültséget. A vizsgálati módszereinken az idén úgy változtattunk, hogy — átalakítva a törőgép pófáit — egy  $12,7 \times 0,8$  mm-es  $30^\circ$  élszögű acélfoggal végezzük a törőszilárdság-vizsgálatot. A törőgép kialakítása olyan, hogy a kőzetfelület és az acélfog által bezárt szög változtatható.

1. táblázat

Fúrás	Mélys. (m)	Mag átl.	$\gamma_1$ kp/dm <sup>3</sup>	$\sigma$ stat kp/mm <sup>2</sup>	$10 \sigma_0 +$ $+\nu$ stat
Sze—2	2458— 2466	2,30	1,49	3,78	36,2
				2,46	
				1,32	
Sze—2	2586— 2604	2,36	1,48	3,85	36,1
				2,60	
				0,25	
Sze—7	2609— 2631	1,45	1,30	3,45	22,7
				2,63	
				0,82	
	2714— 2722	3,06	1,30	3,53	38,7
				2,72	
				0,81	
Sze—9	2707— 2722	3,73	1,30	3,53	45,4
				2,72	
				0,81	

Az irodalom a Srejner által javasolt laposvégű hengeres lyukasztóval működő benyomódás-vizsgáló készüléket ajánl [4]. A Srejner-féle vizsgálati módszer nemcsak a kőzet keménységét adja, hanem a kőzetrombolás folyamatát befolyásoló rugalmassági és képlékenységi tulajdonságokra is utal. Nem a képlékeny keménységet méri, hanem a behatolással szembeni ellenállást, ami különbözik az egytengelyű összenyomódás esetétől. Az ún. Srejner-féle keménység:

A rugalmassági modulusz és az alakváltozás közötti összefüggés:

$$\varepsilon = \frac{P(1 - \nu^2)}{D \cdot E}$$

ahol:

$\varepsilon$  — az alakváltozás

$\nu$  — a Poisson-féle együttható

D — a lyukasztó átmérője (mm)

E — a rugalmassági modulusz (kp/mm<sup>2</sup>)

A képletek alapján:

$$\sigma_{törő} = \sigma_0 = \sqrt{\frac{F}{0,785} \cdot E}$$

A Srejner-féle mérések eredményeként korreláció állapítható meg:

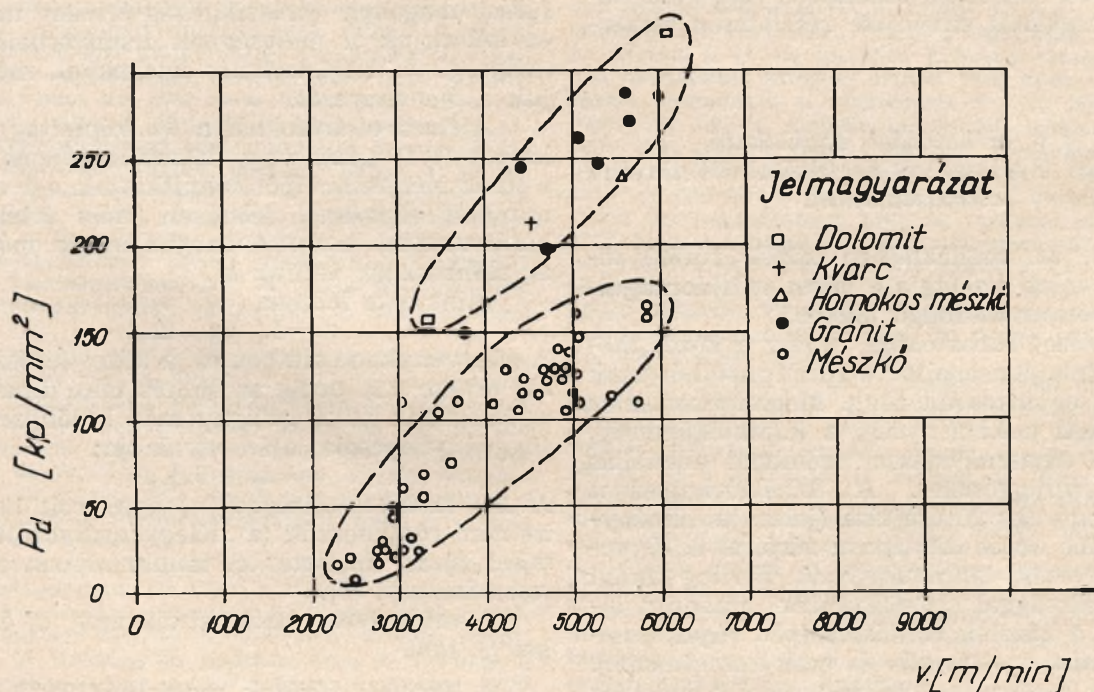
— a kőzetkeménység és a fajlagos roncsolás között;

— a mészkőre, dolomitra, homokkőre és gránitra a keménység és a Young modulusz között;

— a keménység és a hangsebesség között (1. ábra).

Ez utóbbi korreláció előnyösen használható, mivel a hangsebesség szónikus karottázzsal mérhető.

A 2. ábrán látható a Srejner-féle keménység és a szónikus karottázs hangsebesség-görbe összefüggése egy üzemi mérés 1662—1680 m-es fúróluk szakaszára. Kőzetfúrógéppel vizsgálták, hogy mennyire reprezentatívak a fenti korrelációk és mennyiben alkalmasak a



1. sz. ábra

$$P_s = \frac{P_h}{F} \sigma_{törő}$$

ahol:  $P_h$  — a határterhelés (kp)

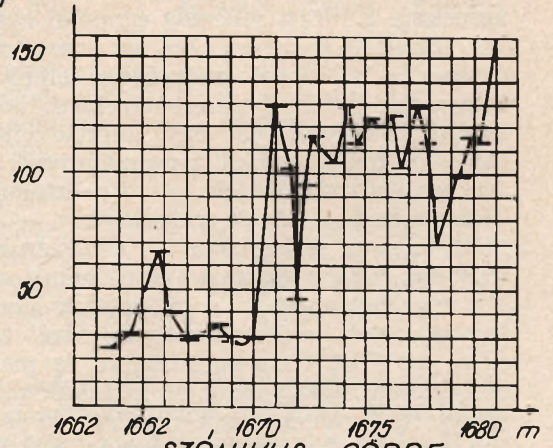
F — a laposvégű hengeres lyukasztó felülete (mm<sup>2</sup>)

fúrás alatti kőzetviselkedés becslésére: a 3. ábrán láthatók a vizsgálat egyes eredményei [3].

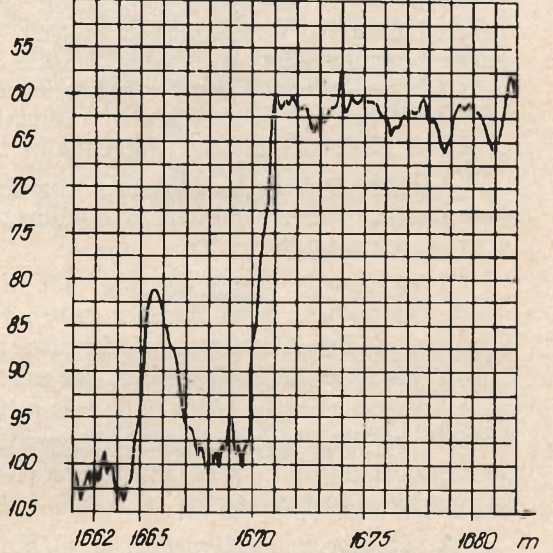
A törőszilárdság ( $\sigma_0$ ) felszíni meghatározása és az értékek mélységbeli határfeszítésre ( $\sigma$ ) történő átszámítása helyet egyelőre azt a gyakorlatot követtük, hogy a kőzetfúrhatóság ( $\beta$ )

$[kp/mm^2]$

SREINER-FÉLE KEMÉNYSÉG



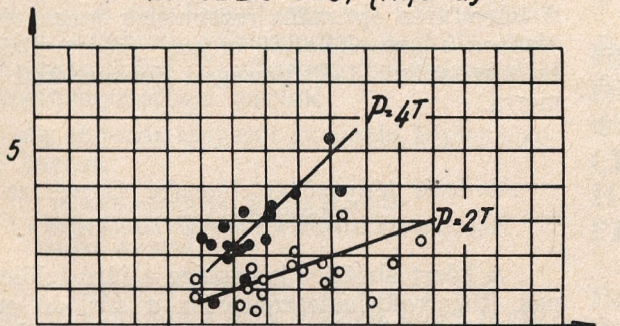
SZONIKUS GÖRBE



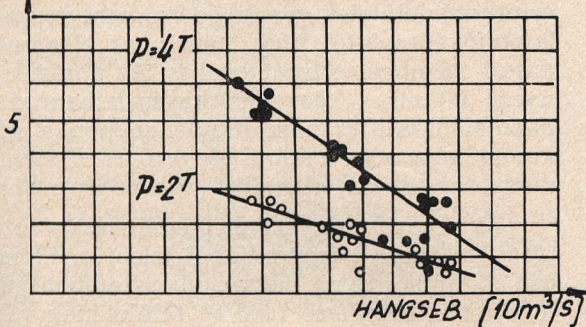
HANGSEBESSÉG-GÖRBE ÁTHALADÁSI IDEJE, [ms]

3. sz. ábra

FŰRÁSI SEBESSÉG, [m/óra]

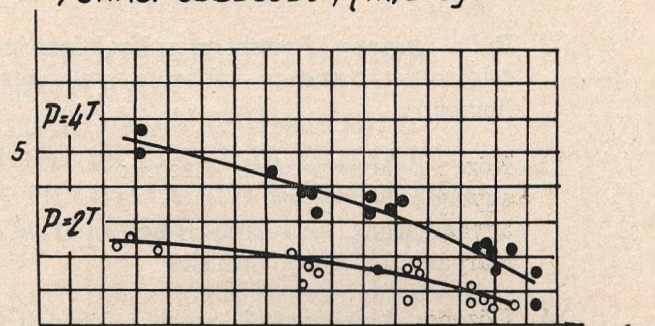


FŰR.SEB.[m/óra] [FAJLAGOS RONCSOLÁS  $mm^3/kpmm$ ]

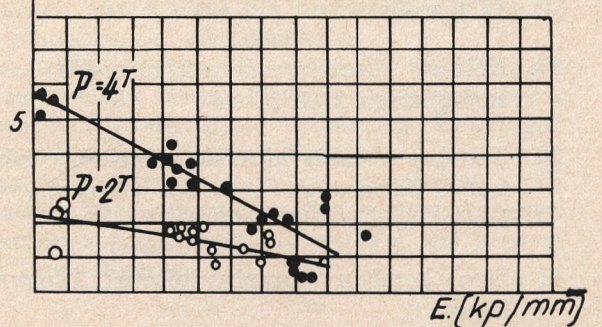


HANGSEB.  $[10m^3/s]$

FŰRÁSI SEBESSÉG, [m/óra]



FŰR.SEB.[m/óra] KEMÉNYSÉG,  $[kp/mm^2]$



E.  $[kp/mm^2]$

és a mélységbeli határfeszültség hányadosát ( $\beta/\sigma$ ) egy tényezőnek vettük és értékét a méterpercekből a fúrési sebesség egyenlet segítségével számítottuk vissza. Az így számított  $\beta/\sigma$ -értékek a különböző mélységben elhelyezkedő rétegsorok jellemző paramétereként, adott területre érvényesek és egy soronkövetkező új fúrás optimális fúrési paramétereinek tervezéséhez felhasználhatók. A  $\beta/\sigma$ -értékek és a kőzetek kapcsolatának megadásához — és természetesen a tervezéshez — elvégeztük a rétegsorok osztályozását, a számítógépes műveletek végezhetőségéhez a rétegsorok kódolását. Így egy adott területen mélyülő fúrás tervezésekor az előző fúrások rétegsora és méterpercei alapján osztályozzuk és kódoljuk az átfúrt rétegsort. A méterpercek alapján a kódszámokhoz konkrét  $\beta/\sigma$ -értékeket rendelünk, majd a soronkövetkező fúrásnál a geológusok által tervezett rétegsort kódszámokkal látjuk el. Az egyes kódszámokhoz az előző fúrások alapján a területre jellemző  $\beta/\sigma$ -értékeket rendelünk, mely értékek a számítógépes optimalizációs program bemenő adataiként szerepelnek.

Az alábbiakban a rétegsorok osztályozását és kódolását ismertetjük, majd alkalmazását az endrődi kutatási területre.

A rétegsorok osztályozásánál hét fajta kőzetet: puhakőzet, puha abrazív kőzet, közepes keménységű kőzet, közepes keménységű abrazív kőzet, kemény kőzet, kemény abrazív kőzet, igen kemény abrazív kőzet és a felsoroltak variációit vettük figyelembe. A kőzetosztályokat sorszámmal láttuk el, mely sorszámok (1—49-ig) képviselik a kódszámot.

A rétegsorok osztályozását az alábbi szempontok szerint végeztük:

1. Puha kőzetek: agyagok 0—1100 m-ig  
agyagmárgák 0—700 m-ig
2. Puha abrazív kőzetek: a puha kőzeteknél felsoroltak homokos változata, valamint a homokok.
13. Közepes keménységű kőzetek: agyagok 1100 m-től  
agyagmárgák 700—2100 m-ig  
márgák 2100 m-ig, mészkő
14. Közepes keménységű abrazív kőzetek: a közepes keménységű kőzeteknél felsoroltak homokos változata, valamint a homokkő 1500 m-ig.
27. Kemény kőzetek: márga 2100 m-től  
agyagmárga 2100 m-től
28. Kemény abrazív kőzetek: a kemény kőzeteknél felsoroltak homokos változata, valamint a homokkő 1500 m-től.
41. Igen kemény abrazív kőzetek: dolomit, kvarc.

Egyes kódszámokhoz (kőzetosztályokhoz) nem diszkrét  $\beta/\sigma$ -értékek, hanem értéktartományok tartoznak (a kőzetosztályokat nem homogén kőzetek alkotják, azonkívül a mélység változásával is módosulnak) és ezen értéktartományok határai fúrótípustól (a  $\beta$  miatt) függenek. Ezeket a tartományokat további fúrások mélyítése után pontosíthatjuk: Pl.: Az Endrőd—9 fúrás rétegsorához a fentiek alapján az alábbiak szerint adhatjuk meg a  $\beta/\sigma$  értékeket:

Mélység	Kódszám	Fúrótípus	$\beta/\sigma$
200—950	8	12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> A0	900—800
950—1300	23	12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> A0	600—550
1300—1500	17	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> A0	100—90
1500—1700	17	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> A0	90—85
1700—1850	17	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> A0	80—70
1850—2000	19	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> A0	80—65
2000—2100	19	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> A0	55—50
2100—2250	33	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> A1	50—45
2250—2300	33	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> A1	40—30

A táblázatból látható, hogy a mélység határok megadásánál kerek számok szerepelnek, és a  $\beta/\sigma$  értékeket is inkább a mélységhez, mint a kódszámokhoz tudtuk rendelni. Adódik ez abból, hogy a *geológiai rétegsortervezés nem nagy gondot fordít a lyukmélyítés műszaki szempontjainak figyelembevételére*. Be kell azonban látni, hogy a *geológiai tervezésnek egyre „műszakiabbá” kell válni*, hiszen a fúrás kitűzött céljának eléréséig a fúrólukban a kőzetet a fúrószerkezettel meg kell „munkálni”. A kőzetfúrás optimális rezsimének meghatározásához a „munkálandó anyag” (kőzet) fizikai és mechanikai tulajdonságait jobban kell ismerni.

#### *Abráziós tényező értelmezése és mérése kőzetmagokon*

A kőzet abráziós képessége a fúró felületének (fogainak) elhasználódása a súrlódó erők munkájának hatására. Az érintkező felületek mindegyike koptatja a másik alkotóelemét, így a folyamat kölcsönös jellegű. A koptatás az érintkező felületek roncsolódása, nem csupán a koptatóképességtől függ, hanem az elhasználódással szembeni ellenállástól is. Az abráziós tényező ( $\eta$ ) nincs közvetlen kapcsolatban az elhasználódással és nem mindenképpen a kőzet koptatóképessége a döntő tényező az elhasználódással szembeni ellenállás mechanizmusában.

Az abráziós tényező meghatározása a rotary fúrési módszer szempontjából jelentős. Elsősorban a fúrószerkezeti élettartama szempontjából. A kőzettel érintkező fúrófog felületének válto-



zása kihat a fúrási sebesség változására, hiszen a  $\frac{P}{F(t)}$  fajlagos terhelés a fúrási sebességgel egyenesen arányos. Az alapösszefüggésben, a kőzettel érintkező fúrófogfelület  $[F(t)]$  képletben szerepel „c” a fúrótípusra és kőzetre jellemző állandó:

$$c = 0,082 \cdot C_a^\xi \cdot C_b \cdot D^3 \cdot p^{1+\xi} n^{2-\xi} \frac{\beta}{\sigma} \mu \eta$$

A kőzetre jellemző képletrész  $\beta/\sigma$  tagjával a jelen tanulmányban részletesen foglalkoztunk.

Az elhasználódással szembeni ellenállás tényezőjének ( $\mu$ ) értéke számításainkban irodalmi adatok alapján felvett érték. Kísérleti úton történő meghatározására még nem került sor, de ismeretes, hogy az elhasználódással szembeni ellenállás függ:

- az alkotószemcsék közötti kötéstől;
- a szerkezet szívósságától, azaz a kötőanyag szívósságától, vagy ha nincs kötőanyag, akkor magának a kőzetnek a szívósságától;
- a kőzet koptatásától saját magán;

A fenti képletbe illő elhasználódással szembeni ellenállástényező-érték Mannheim-, Dorry- vagy Woodall-próbával történő meghatározására a jövőben kerül sor.

Az  $\eta$  abrúziós tényező értékét Ignatiadi által javasolt módszer szerint számítottuk [1].

Az endrődi területen mélyült En—4, En—5, és En—6. sz. fúrások kőzetmagjaiból 3 db 2×2×2 cm-es kockákat vágtunk és a kőzetcsiszológép egyik tárcsájára erősítettük. A kőzetcsiszológép másik tárcsájára egy 200 mm Ø AlSiMg ötvözetből készült fémlapot csavaroztunk fel. A két tárcsát egy 0,6 kW<sub>0</sub> teljesítményű szinkron villanymotor hajtotta meg. Kőzetcsiszolásakor a villanymotor fogyasztását teljesítménymérővel mértük.

Az abrúziós tényezőt az alábbi képlet alapján kaptuk:

$$\eta = \frac{\text{az alumíniumtárcsa kopása mgr-ban}}{\text{a kőzet kopása mgr-ban} \cdot x \cdot \text{a koptatás közben végzett munka (kp/mm)}}$$

Az így kapott  $\eta$ -értékeket még meg kell szorozni az alumínium és a vizsgált kőzet fajsúly hányadosával. A szorzótényező

homokkőnél: 1,28—1,08;

tömöttmészknél: 1,04—0,95;

édesvízi mészkőnél: 1,74—1,08;

dolomitnál: 1,23—1,00;

márgánál: 1,10—1,00.

Az endrődi terület fúrási magjai alapján mértük és számítottuk az abrúziós tényezőt. A kapott abrúziós tényező értékek figyelembevételével pl.: az En—9 fúrás rétegsorához az alábbi abrúziós tényező értékeket rendelhetnénk:

Mélység (m)	abrúziós tényező	$\frac{1}{\text{kp/mm}}$
200—950	$3 \cdot 10^{-3}$ — $4 \cdot 10^{-3}$	
950—1300	$4 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-3}$	
1300—1500	$4 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-3}$	
1500—1700	$4 \cdot 10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-3}$	
1700—1850	$7 \cdot 10^{-3}$ — $8 \cdot 10^{-3}$	
1850—2000	$10 \cdot 10^{-3}$ — $11 \cdot 10^{-3}$	
2000—2100	$11 \cdot 10^{-3}$ — $12 \cdot 10^{-3}$	
2100—2250	$15 \cdot 10^{-3}$ — $18 \cdot 10^{-3}$	
2250—2300 (gneisznél)	$3000 \cdot 10^{-3}$	

Az abrúziós tényezőt mélységhez rendeltük, holott kőzetfajtához kell rendelni. Nem tehetünk azonban másképpen, mert a *geológiai rétegsortervezés még nagyon általánosan jelöli (a geo-műszaki tervben) a várható rétegsort*. A rétegfizikai jellemzőknek ( $\beta/\sigma$ ,  $\eta$  stb.) a jövőben történő pontosabb meghatározása csak úgy történhet, ha az adott fúrási területen kellő számú mérés van (méterperc műszeres mérése, kőzetmagok szilárdsági jellemzőinek meghatározása stb.) és egy soronkövetkező fúrás rétegsorát pontosabban tervezzük.

#### IRODALOM

1. *Ignatiadi és szerzőtársai*: A kőzetek abrúziós tulajdonságának kiértékelése fúrólyuk lemélyítésekor.
2. *Dr. Hingl J.—Tóth B.*: Mélyfúrások optimalizálási lehetőségei. Földtani kutatás 1973/1—2.
3. *Csaba J.—Fülöp M.*: OGIL témajelentés 1973.
4. *Dr. Alliquander Ödön*: Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó 1968.

Б. Тот, Й. Чаба, М. Фюлөп

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД НА ПРОЦЕСС ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА БУРЕНИЯ

Подчеркивается необходимость учитывания некоторых физико-механических свойств горных пород, проходимых долотом при расчетах оптимизации режима бурения. Приведены некоторые результаты определения  $\beta/\delta$  (буримость/прочность) и  $\xi$  (коэффициент абразивности).

Предложено применение программ на ЭВМ, которая с учетом данных бурения дает возможность определять коэффициент буримости. Некоторые результаты приведены в статье.

Также изложена методика для определения коэффициента абразивности в лабораторных условиях. Приведены результаты измерения  $\xi$  для некоторых типов пород.

# 1. melléklet

## FELHASZNÁLT ÖSSZEFÜGGÉSEK

FÚRÁSI SEBESSÉG:

$$V = 0,06 C_a^{\xi} C_b \frac{\beta}{\sigma} n^{1-\xi} \frac{P}{F(t)}$$

$$C_a = 60 \frac{d}{DZ_{\text{áll.}}}$$

$$C_b = \frac{Z_{\text{össz.}}(1-S)}{15 \pi D d}$$

FOGFELÜLET:

$$F(t) = \varphi \sqrt{F_0 + bct} \int_0^t \frac{dt}{F(t)}$$

$$\varphi = \frac{Z_{\text{er}}}{Z_{\text{össz}}}$$

$$b = 4 | Z_{\text{össz.}} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$c = 0,082 C_a^{\xi} C_1 D^3 P^2 n^{2-\xi} \frac{\beta}{\sigma} \mu \eta$$

MÉTERKÖLTSÉG:

$$F = \frac{f_1 + f_2 + f_3 + f_4}{h}$$

$$f_2 = t_k L_{cs} \left(1 + \frac{P}{10}\right)$$

$$f_4 = f_1 t_4$$

CSAPÁGY ÉLETTARTAM:

$$P = \frac{C}{k \sqrt{L}}$$

## Alkalmazott jelölések

$C_D$	csapágyélettartam-tényező felszínen
$C$	csapágyélettartam-tényező fúráskor
$d$	fúrógörgő átmérő (mm)
$D$	fúróátmérő (mm)
$D_e$	lyukasztó átmérő (mm)
$E$	rugalmassági modulusz (kp/mm <sup>2</sup> )
$F_{(f)}$	az időben változó fogfelület (mm <sup>2</sup> )
$F_o$	az új fúró fogfelülete (mm <sup>2</sup> )
$F$	méterköltség (Ft/m)
$F_e$	lyukasztófelület (mm <sup>2</sup> )
$f_1$	berendezés óraköltsége (teljes) (Ft)
$f_{ber}$	berendezés óraköltsége (nettó) (Ft)
$f_2$	a ki-beépítés ára (Ft)
$f_3$	a fúró ára (Ft)
$f_4$	a rátoldás ára (Ft)
$h$	egy fúrómenet hossza (m)
$k$	csapágyélettartam kitevő
$l$	fogmagasság (mm)
$L_{cs}$	fúrócsere mélysége (m)
$M_{br}$	berendezés bérköltsége (Ft/ó)
$n$	fúrófordulatszám (1/perc)

$P$	fúróterhelés (kp)
$P_n$	határterhelés (kp)
$P_S$	Srejner-keményység (kp/mm <sup>2</sup> )
$p_1$	egy fog által kifejtett terhelés (kp/mm <sup>2</sup> )
$p$	depresszió (kp/cm <sup>2</sup> )
$s$	csúszás (slip)
$t$	forгатási idő (óra)
$t_h$	ki-beépítési időtényező (perc/m)
$t_{fog}$	a fog és a kőzet egymásra hatásának ideje (mp)
$t_{kibe}$	ki-beépítés ideje (óra)
$v$	fúrási sebesség (m/perc)
$V_1$	egy fog által kifejtett kőzet (mm <sup>3</sup> )
$Z_{össz.}$	a fúró összes fogainak száma (db)
$Z_{áv.}$	egy fogkoszorú fogainak átlaga (db)
$Z_{rr}$	az érintkező fogak száma (db)
$\alpha$	terhelési kitevő
$\beta$	fúrhatósági tényező (mm <sup>3</sup> /mp)
$\gamma$	fogak csúcshöze (°)
$\varepsilon$	alakváltozás
$\gamma_l$	abráziós tényező (1/kpmm)
$\mu$	fogsúrlódási tényező
$\sigma_r$	törőfeszültség (kp/cm <sup>2</sup> )
$\sigma$	közetszilárdság (kp/mm <sup>2</sup> )
$\nu$	poisson szám

# Néhány gondolat a legújabb fúrási mélységrekordokkal kapcsolatban

(Folytatás a 18. oldalról)

A koronacsigasor 8-tárcsás, 950 Mp teherbírású, a szállítócsigasor 750 Mp-os, 7-tárcsás IDECO gyártmányú, a horog 750 Mp-os Byron—Jackson, az öblítőfej National, 650 Mp kapacitású. Az alkalmazott 4 $\frac{1}{2}$ "-es kapcsolójú fúrócső anyagfokozata S—135.

A vállalkozó teljesített egy fúrószerszám-mentési viágcsúcsot is. 9150 m-es talpmélységnél eltört a fúrócső. A mentendő tető is rekord volt: 7900 m. A mentést szervizvállalat végezte, mentőtüskét építettek be ütőollóval, és két fúrógörgő kivételével a szerszámot kimentették. A lyuktalpat maróval kitisztították, és három nap időkiesés után folytatódott a fúrás.

Végül időrendben az utolsó események: az alsó lyuk-

szakasz cementdugózása közben műszaki baleset történt, becementezték a fúrócsövet. A mentés után a 14"-es béléscsőre 2700 m-ben ablakot martak, és ferdefúrással lefúrtak 4000 m-ig, hogy egy ismert gáztárolóra kiképezhessék a kutat. A 4 $\frac{1}{2}$ "-es bélésűcsővezést követő teszteres vizsgálat jelentős gáztermelést konstátált. A néhány 10 millió dollárból valami megtérül.

## IRODALOM

- Lone Start fishes deepest well, OGJ 1974. ápr. 29.  
Kincheloe, R. L.—Scott, J.: What Lone Star Found at 31,444 ft. PE. 1974. júli p. 29—32.  
Lone Star testing gas in record hole. OGJ 1974. aug. 5.  
Howe about that deep Arbuckle? DDCW 1974. júli p. 22—6.

Sz. Gy.

# Cementrecepturák megválasztásának szempontjai és gyakorlati tapasztalatai nagymélységű fúrásoknál

Irták: Péter Richárd—Treffler Tamás—Szabari Kálmán—Pertik Béla—Dr. Dormán József

## Bevezetés

Az elsődleges cementezési műveletek végrehajtása, illetve a létesített cementpalást minősége alapján eldöntheti a kút későbbi sorsát.

Az itt elkövetett hibák, hiányosságok rendkívül körülményesen, s legtöbbször csak részben küszöbölhetők ki utólag. Ezáltal rontják, vagy esetleg lehetetlenné teszik az adott kút megfelelő műszaki kiképzését, kivizsgálását, termelésbe állítását. A nagy kérdés alapvetően az, hogy a gyűrűstérben létesített cementpalást képes-e, s milyen mértékben, meghatározott funkciójának betöltésére, azaz a fúrás során megnyitott, egymással kontaktusba lépő különböző rétegek teljes izolációjára. Nagymélységű fúrásoknál e probléma megoldása különösen nehéz és komplex feladat, mert számos — igen gyakran egymás ellen ható — tényező figyelembevételével kell az optimális megoldást megtalálni, megtervezni és következetesen kivitelezni. A nagy mélység hazánkban különösen magas hőmérséklettel, legtöbbször rendellenesen nagy rétegnyomásokkal, lyukfalstabilitási problémákkal párosul, amelyek döntően befolyásolják a kútszerkezetet, s ezzel együtt a cementezési műveletek megtervezésének szempontjait, végrehajtásának módjait is. A mély- és nagymélységű fúrások számának jelentős növekedése szükségessé teszi a cementezési műveletekkel kapcsolatos problémák racionális megoldását, ehhez pedig elengedhetetlen az eddigi eredmények, tapasztalatok összegzése, értékelése.

Amikor hazánk nagymélységű fúrásainak cementezési kérdéseit elemezzük, olyan exponált, nagyjelentőségű feladatkör megoldását érintjük, amely döntően befolyásolja a mélyszinti kutatás végső eredményességét.

## A cementezési műveletek megtervezésének kritériumai

Az optimális cementezési program megválasztását számos tényező befolyásolja, amelyek közül legfontosabbak a geológiai és műszaki feltételek. Az átharántolt rétegek fizikai-kémiai tulajdonságai, állékonysága, a produktaív szintek helyzete és jellemzői a kútszerkezet és a cementezési művelet megválasztásának is alapvető kritériumát adják. A műszaki feltételek — maga a kútszerkezet a gyűrűstérméret, lyukszelvény egyenletessége, a cementtej bekeverésének módja, segédanyagok, műszeres ellenőrzés stb. — azonban legalább ennyire fontosak. Az alábbiakban áttekinthetjük azokat a tényezőket, amelyeket leginkább szem előtt kell tartani a műveleti program részletes kidolgozásakor.

## A lyuk előkészítése cementezéshez

Ez a művelet tulajdonképpen még a fúrás alatt megkezdődik, de legkésőbb a bélésű beépítése előtt meg kell történnie.

Mind a bélésű beépítése, mind a cementezés stabil lyukfalat kíván. A követelményeket kielégítő öblítőiszap jellemzői:

- megfelelő fajsúly,
- alacsony szilárdanyag-tartalom (különösen agyagtartalom),
- jó reológiai tulajdonságok (alacsony plasztikus viszkozitás és folyási határ),
- alacsony vízleadás,
- jó kenőképességgel és mechanikai tulajdonságokkal rendelkező, vékony iszaplepeny,
- magasfokú stabilitás.

Az öblítőfolyadék vegyszeres és mechanikai kezelésével ez a probléma egyszerűen megoldható. A bélésű beépítése után, azaz a cementezés előtt további javításra nincs lehetőség, azonban szükséges öblíteni — a nyitott szakaszban levő rétegek jellegétől, valamint a nyitott szakasz hosszától, a fúrólyuk állapotától függően — mindaddig, amíg az öblítőiszap eredeti tulajdonságait vissza nem nyeri. Természetesen figyelembe kell venni az esetleges lyukfalerosztót, kimosatás, vagy öblítésvesztés lehetőségét.

## A kiszorítás hatékonysága

A cementezési művelet sikere — vagy sikertelensége — döntően azon múlik, hogy milyen hatékonysággal képes a cementtej kiszorítani az öblítőfolyadékot a gyűrűstérből. Közismert, hogy az öblítőfolyadék és a cementtej közvetlen érintkezésekor viszonylag hosszú és gyakorlatilag ellenőrizhetetlen tulajdonságokkal rendelkező keveredési zóna jön létre. Megfelelő elválasztó folyadék (preflush) alkalmazása ezt a közvetlen keveredést kiküszöböli. Ahhoz azonban, hogy ez a folyadék funkcióját be tudja tölteni megfelelő tulajdonságokkal kell rendelkeznie, továbbá térfogatát célszerű akkorára választani, hogy a cementezés ütemének megfelelő körülmények között legalább 4—5 percig érintkezzék a réteggel (ez azonban pl. 12<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"—9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>" kombináció, 1,0 m/sec esetén több, mint 9 m<sup>3</sup>).

Bizonyos, hogy a kiszorítási hatékonyság növelésének legfontosabb eszköze az öblítőfolyadék és a cementtej reológiai tulajdonságainak a különbsége. A reológiai kiegészítő cementezés elve, s e módszer gyakorlati sikere egyértelműen igazolja, hogy jobb kiszorítás érhető el, ha a cementtej magas folyási határral, illetve konzisztenciátényezővel (K), to-

vábbá alacsony plasztikus viszkozitással, illetve n tényezővel (azaz „lapos” folyásgörbével) rendelkezik.

A fajsúlykülönbség nem elhanyagolható, de csak másodrendű tényező. Mindenesetre célszerű — ha az öblítési veszteség veszélye ezt nem zárja ki — a cementtej fajsúlyát 0,25—0,20 kp/dm<sup>3</sup>-rel magasabbra választani.

#### *A hőmérséklet hatása*

A tiszta portlandcementből — adalék nélkül — készült cementtej szivattyúzhatósági határa a hőmérséklet növekedésével rohamosan csökken. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a bélésű-cementezés ilyen esetben reálisan kb. 110 °C sztatikus talphőmérsékletig végezhető el. Ennél magasabb hőmérséklet esetén már kötésslassító — hazánkban e célra egyedül borkősavat alkalmazunk — adagolása szükséges.

A borkősav koncentrációja a felhasználandó cement fizikai és kémiai tulajdonságainak, az egyéb adalékok minőségének és mennyiségének, valamint a hőmérsékletnek függvénye. A hőmérséklet szempontjából azonban a cementtej biztonságos elhelyezése mellett másik probléma is felmerül, nevezetesen a cementkő szilárdsága. Magas hőmérsékleten a megszilárdult portlandcementben végbemenő kristályszerkezeti változások drasztikus szilárdságcsökkenéshez vezetnek annak ellenére, hogy a kezdeti szilárdság magas. Márpedig a gyűrűstérben képezett cementpalástnak esetleg évtizedek múltán is kielégítően kell funkcionálni. Ez a felismerés vezetett odáig, hogy ma már 120—130 °C hőmérséklet felett 80—70% portlandcementből és 20—30% kvarclisztből álló cementező keveréket alkalmazunk. A SO<sub>2</sub>-adagolás ugyanis jelentősen növeli a cementkő korróziós behatásokkal szembeni rezisztenciáját. 180 °C felett azonban már csak az utóbbi években, kohósalak alapon kialakított cementező anyagok alkalmazhatók biztonságosan és eredményesen. Ezekből a mindenkori igényeknek megfelelően részben a Szovjetunióból szerezhetjük a különböző minőségű (SPCSz, USC, OSC) típusokat, másrészt ma már — az OGIL budapesti laboratóriumának széles körű és eredményes kutatómunkája nyomán — hazai típusok is rendelkezésre állnak. Tizenegy kohósalak (granulált salakok, habsalakok, salakkövek) alapos tanulmányozása után kettőt találtak megfelelőnek mélyfúrás célra (diósgyőri granulált salak és dunaújvárosi habsalak).

Ilymódon a cementkő hőtűrőképességének felső határa kb. 260 °C-ra növelhető. Ugyanakkor a szivattyúzhatósági határ nagyobb, s extrém magas hőmérsékleteknél is biztonságosan kezelhető.

#### *A rétegyomás jelentősége*

A nagymélységű fúrásokban jelentkező rendellenesen magas rétegyomások nagymértékben megnehezítik a megfelelő cementrecep-

túra kialakítását és gyakorlati megvalósítását. A kielégítő hőtűrőképességgel rendelkező portlandcement—kvarcliszt cementezőanyag esetén a keverővíz NaCl koncentrációjától és a vízszilárdanyag tényezőtől függően 1,85—1,95 kp/dm<sup>3</sup> fajsúlyú cementtej állítható elő. Ha ennél magasabb fajsúly szükséges, akkor megfelelően inert neheztőanyagként barit alkalmazható. A kívánt cementkő-szilárdság elérése érdekében azonban a hidraulikus kötőanyag mennyisége nem csökkenthető korlátlanul (min. 60%), s a kvarclisztadalékok is figyelembe véve erősen lehatárolja a lehetőségeket. Reálisan kb. 2,05 kp/dm<sup>3</sup> felső fajsúlyhatár érhető el barit alkalmazásával. E célból is kedvezőbb a kohósalak alapú cementezőanyag felhasználása, amellyel 2,20—2,25 kp/dm<sup>3</sup>-es fajsúly is biztosítható.

Igényként merülhet fel azonban mélyfúrásoknál is 1,80 kp/dm<sup>3</sup>-nél kisebb fajsúly. Bár a probléma lényegében új, mind portlandcement, mind salakcement alapon megoldható.

#### *A cementezés hatékonyságát növelő eszközök*

A sikeres cementezési műveletek végrehajtásához a megfelelő technikai feltételeknek meg kell lenni. A gyűrűstérben elhelyezett eszközök az öblítőfolyadék jobb kiszorítását teszik lehetővé. Egységes szerkezetű, folytonos cementpalást akkor képződik, ha a lyukfalkaparók hatékonyan eltávolítják a fúróluk faláról az iszaplepenyt, illetve a központosítók biztosítják a bélésű centrikus elhelyezkedését.

Rendkívül fontos azonban az is, hogy a cementezőkeverék teljesen homogén legyen, továbbá a cementtej bekeverése, illetve utánkeverése — s ezzel a pontosabb fajsúlybeállítás — hatékony legyen. Az utánkeverő tartályok biztosítják a cementtej homogenitását.

#### *Cementrecepturák kidolgozása*

Az optimális cementreceptura kidolgozásához szükséges előzetesen ismerni:

- a fúrás jellemzőit (kútszerkezet, mélység, hőmérséklet, rétegyomás, öblítőfolyadék-típus és paraméterek, hőátadási tényezők, geológiai jellemzők),
- a cementezési művelet jellemzőit (a művelet célja, a cementtej elhelyezésének technológiája, a cementezés időszükséglete stb.),
- a cementtejjel szemben támasztott igényeket (fajsúly, szivattyúzhatósági idő, reológiai tulajdonságok, a cementkő szilárdsága),
- a cementezéshez felhasználható alapanyagok és adalékok mennyiségét és minőségét.

Feltétlenül hangsúlyozni kell, hogy a laboratóriumi vizsgálatokhoz felhasznált minden egyes anyagnak reprezentálnia kell a cementezéshez ténylegesen felhasználandókat.

A cementtej biztonságos elhelyezéséhez

szükséges szivattyúzhatósági időt egyébként azonos körülmények között a hőmérséklet és a nyomás befolyásolja jelentősen. Ezért ma már, hogy a vizsgálati körülmények minél jobban simuljanak a tényleges értékekhez, a mélyfúrások esetén a konzisztométeres vizsgálatok hőmérsékleti és nyomásprogramját számítógépes elemzések alapján határozzák meg.

A cementrecepturák kidolgozásához vezető teljes vizsgálati kör magában foglalja:

- a cementpor (fajsúly, őrlési finomság, fajlagos felület, kémiai elemzés),
- a cementtej (fajsúly, reológia, szivattyúzhatósági idő, stabilitás, vízleadás),
- a cementkő (szilárdság, áteresztőképesség, porozitás, pórusméretelosztás, kristályfázis-elemzés, korrózió)

fizikai és kémiai tulajdonságainak megismerését is. Természetesen rendszerint csak a fontosabb jellemzők meghatározására kerül sor.

A konkrét receptúrát döntően a fajsúly, szivattyúzhatósági idő, reológia és hőállóság határozza meg.

#### A nagymélységű fúrások cementreceptúrái:

A nagymélységű fúrásoknál alkalmazott cementrecepturákkal kapcsolatos kérdéseket a Hódmezővásárhely I., Makó—2. és Lovászi—II. sz. mélyfúrások példáján tanulmányoztuk.

A 18<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"-os bélésű, amelynek saruja rendszerint 500—1000 m közé esik a cementreceptúra szempontjából két problémát jelent. Egyrészt a nagy gyűrűstér térfogat miatt turbulens áramlás nem valósítható meg, másrészt a felső szintek repesztési gradiense viszonylag alacsony. Ezért szükséges „könnyített” cementtejet alkalmazni, amelynek reológiai tulajdonságai ún. „dugós” kizsírítást tesznek lehetővé.

Mindkét paramétert kedvező irányba változtathatjuk a szükséges adalék (bentonit, kováföld, perlit stb.) koncentrációjának, illetve a vízszilárdanyag tényezőnek a variálásával. Ügyelni kell azonban arra, hogy ez a módosítás ne okozzon túlzott mértékű szilárdságcsökkenést.

A 13<sup>3</sup>/<sub>4</sub>"-os bélésűörakat cementezése (a bélésűősaru 1500—2000 m között) portlandcementből, adalék nélkül készített cementtejjel történt, probléma nélkül. Célszerű lehet azonban itt is az átlagosnál alacsonyabb, 1,60—1,70 kp/dm<sup>3</sup>-es fajsúly beállítása.

A 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"-os bélésűörakat cementezése mindhárom tanulmányozott fúrásnál balirányú technológiával történt.

A cementreceptúra összeállítását meghatározó tényezőket az alábbi táblázat tartalmazza:

Fúrás jele	Talpheőm °C	Nyomás kp/cm <sup>2</sup>	Terv mű idő perc	Izsap fs. kp/dm <sup>3</sup>	Mély. m
Hód—I.	160	700	120	1,22	4010
Makó—II	150	700	120	1,28	3810
Lovászi —II.	150	600	120	1,60	3302,5

A megadott feltételek kvarcliszttel (hőállóság) és borkősavval (megfelelő szivattyúzhatósági idő) adalékolt cementtej alkalmazását tették szükségessé.

Ennek megfelelően a cementtej jellemző összetétele a három fúrásnál:

80	%	Tat—600-as cement
20	%	kavrliszt
0,30—0,45	%	borkősav
30	%	-os NaCl-oidat.

A cementtej fajsúlya: 1,90—1,91 kp/dm<sup>3</sup>.

A szivattyúzhatósági idő: 130—155 perc.

Ez az általános összetétel (amelyben a borkősav-koncentráció változik az aktuális igényeknek megfelelően) jó eredménnyel alkalmazható a 130—170 °C hőmérséklettartományban.

Érdekes képet mutatnak azonban a reológiai tulajdonságok. Bár ehhez azonnal hozzá kell tenni, hogy irodalmi adatok szerint a nyomás is jelentős hatással lehet a reológiai paraméterekre.

Mint jellemzőt a 85 °C-on 40 perc után meghatározott adatokat tartalmazza az alábbi táblázat:

Paraméterek	Fúrás	Hód—I.	Makó—II.	Lovászi—II.
Látszó. viszk. (cP)		31	18	35
Plaszt. viszk. (cP)		31	18	35
Folyási határ (dyn/cm <sup>2</sup> )		0	0	0
n		1.0	1.0	1.0
K (dyn <sup>3</sup> sec <sup>n</sup> /cm <sup>2</sup> )			—	—

Láthatóan a cementtej reológiai tulajdonságai az öblítőfolyadék kizsírítása szempontjából a lehető legrosszabbak, feltétlenül kedvezőtlenebbek az öblítőfolyadékénál. S ha ennél valamelyest kedvezőbb is a helyzet a terepi ellenőrző mérések eredményei szerint, ez a tény feltétlenül elgondolkodtató. S nagy a valószínűsége, hogy éppen ez az egyik oka, hogy a balirányú cementezési technológia esetén a bélésűősarunál nem kielégítő a cementkő szilárdsága.

7"-os bélésű (leiner) cementezése jelenti számunkra a legnagyobb gondot, hiszen itt a réteghőmérséklet már eléri, vagy meghaladja a 200 °C-t Ennek megfelelő hőállósággal már csak a kohósalak alapon előállított cementezőanyagok rendelkeznek. A Hódmezővásárhely—I. sz. mélyfúrás 6000 m-re terveztük, ahol az előrejelzések szerint kb. 240 °C réteghőmérséklet várható. Ezért a 7"-os leiner cementezéséhez a Szovjetunióból rendeltük meg a szükséges kohósalakcementet az adalékanyagként alkalmazott gipánnal együtt.

A cementreceptúra összeállításának feltételei az alábbiak voltak:

Fajsúly:	1,95 kp/dm <sup>3</sup>
Szivattyúzhatósági idő:	120—140 perc
Öblítési hőmérséklet:	200 °C
Maximális nyomás:	1200 att.
Áteresztőképesség:	0,5 mD alatt.

A cementkő nyomószilárdsága (235 °C és 400 att nyomás) 2 napas korban: min. 250 kp/cm<sup>2</sup>

Külön meg volt adva a hőmérséklet- és

nyomásemelkedési program. Azonban a fúrás műszaki baleset miatt nem tudtuk a célmélységig lefúrni, s végül a 7"-os leinert 5027,5 m-es saruállás mellett cementeztük el. A legnagyobb problémát az jelentette, hogy ezzel a vizsgálati feltételek lényegesen módosultak, másrészt a salakcementet (SPCSz—200 és USC—200) a korábbi viszonyoknak megfelelő arányban szereztük be.

Az OGIL budapesti és szolnoki laboratóriuma a szovjet szakemberek közreműködésével jelentős munkát végzett, hogy a receptúrát a tényleges viszonyoknak megfelelően alakítsa ki.

A javasolt összetétel végül is a következő lett:

66,7 % SPCSz—200-as salak-homok (együttőrölt)

33,3 % USC—200-as salak-hematit (együttőrölt)

1,0 % gipán (hidrolizált PAN)

0,05 %  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$

V/Sz = 0,4

A vizsgálati hőfok: 169 °C

A nyomás 600 at.

Megjegyezzük, hogy a lyukban invert-emulziós öblítőfolyadék volt, amelynek tulajdonságai a következők voltak:

Fajsúly: 1,38 kp/dm<sup>3</sup>

Látsz. viszk.: 62 cP

Plaszt. viszk.: 43 cP

Folyási határ: 182,1 dyn/cm<sup>2</sup>

10" mozg. ell.: 33,6 dyn/cm<sup>2</sup>

Sajnos a cementtej bekeverésekor nem sikerült megvalósítani a laboratóriumban meghatározott összetételt, s így a fajsúly 1,95 kp/dm<sup>3</sup> helyett átlagosan 1,76 kp/dm<sup>3</sup> volt, és a cementtej látszólagos és plasztikus viszkozitása pedig átlag 40 cP. Ez a tény már a bekeverés során erőteljes ülepedéshez vezetett. A lyukbefejezési műveletek tanúsága szerint a cementpalást minősége nem volt kielégítő.

A Makó—II. sz. mélyfúrás 7"-os leinercementezéséhez ugyancsak szovjet kohósalakcimentet kívántunk felhasználni. A helyzetet súlyosbította, hogy 2,20—2,25 kp/dm<sup>3</sup> iszapfajsúlyal kellett számolni. Ezzel párhuzamosan azonban folytak a laboratóriumi kísérletek a hazai kohósalak felhasználásával is. Végül anyagbeszerzési nehézségek miatt — mivel ezt a csökkentett iszapfajsúly (1,85 kp/dm<sup>3</sup>) is lehetővé tette — portlandcement—kvarcliszt keverékkel és borkősav kötésslassító alkalmazásával végeztük el sikeresen a leiner-cementezést.

A Lovászi—II. sz. mélyfúrás 7"-os leinercementezését a 2,02 kp/dm<sup>3</sup>-es iszapfajsúly és magas hőmérséklet miatt hőálló, nehezített cementtejjel kellett elvégezni. Az alkalmazott cementtej összetétele:

65 % Tat—600-as cement

22 % kvarcliszt

13 % barit

0,75 % borkősav

30 %-os NaCl-oldat

Sóoldat/szilárdanyag = 0,44

A cementtej szivattyúzhatósági ideje (185 °C max. hőmérséklet és 1200 at. max. nyomás mellett) 118 perc, fajsúlya 2,02 kp/dm<sup>3</sup> volt.

A cementtej reológiai jellemzői a laboratóriumi és terepi ellenőrző mérések során közel azonos és elfogadható volt. Az akusztikus ellenőrző mérés jó cementpalást minőséget mutatott.

### Dugócementezések

Az elmúlt időszakban a Hód—I-en elhelyezett cementdugókkal igyekeztünk tapasztalatokat szerezni a hazai kohósalak mélyfúrás célra való felhasználhatóságára vonatkozóan. Ezek tehát lényegében a jövőbeni beléscőcemente-zések előkísérleteinek tekinthetők. Felhasználásra került homokkal, ill. hematittal együttőrölt diósgyőri granulált kohósalak.

1. 1973. szeptemberben felhasznált cementtej:

100 % diósgyőri salak-homok

0,1 % gipán

0,05 %  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$

V/Sz = 0,46

fajsúly: 1,81 kp/dm<sup>3</sup>

szivattyúzhatósági idő: (180 °C, 1000 kp/cm<sup>2</sup>):

113 perc

2 napos nyomószilárdság (200 °C):

306 kp/cm<sup>2</sup>

2 napos hajlítószilárdság (200 °C):

85,5 kp/cm<sup>2</sup>

látszólagos viszkozitás: 160 cP.

A cementtej tulajdonságai a követelményeknek megfeleltek. A gipán, ill.  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ -koncentráció változtatásával a szivattyúzhatósági idő széles határok között változtatható (80—300 perc). A gipán koncentráció növelése kedvezően befolyásolja a cementtej stabilitását a szilárdanyag kiülepedés szempontjából.

2. 1973 júliusban felhasznált cementtej:

100 % diósgyőri salak—hematit

0,05 % gipán

0,025 %  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$

V/Sz = 0,35

fajsúly: 2,10 pond/cm<sup>3</sup>

szivattyúzhatósági idő (170 °C, 900 kp/cm<sup>2</sup>):

154 perc

2 napos nyomószilárdság (180 °C):

296 kp/cm<sup>2</sup>

2 napos hajlítószilárdság (180 °C):

86 kp/cm<sup>2</sup>

látszólagos viszkozitás: 165 cP.

A cementtej tulajdonságai 1-hez hasonlóan a követelményeknek megfelelőek voltak. Egyetlen problémát tapasztaltunk és ez a laboratóriumban tapasztalatokhoz képest nagyobb mérvű ülepedés az üzemi bekeverésnél. Ennek oka főleg az alapanyag inhomogenitása.

Ehhez a művelethez készült egy alternatív változat is portlandcementből. A  $t_{max} = 170$  °C még lehetővé teszi  $\text{SiO}_2$ -os hőálló portlandcement-keverék használatát is. A magas fajsúlyigény miatt baritot is alkalmaztunk:

2/a)

62 % tatabányai 600-as portlandcement

23 % kvarcliszt

15 % barit



0,5 % borkősav  
V/C = 0,42 (keverővíz 25%-os NaCl-oldat)  
fajsúly: 2,02 kp/dm<sup>3</sup>  
szivattyúzhatósági idő: 120 perc.

Amint látható a 2,10-es fajsúlyigényt portlandcementtel már nem lehet biztosítani.

3. 1973 decemberben volt egy dugócementezés szintén nehezített diósgyőri salakalapanyagból. A 2.-hoz viszonyított különbségek:

$t_{max} = 190$  °C (170 °C helyett)  
fajsúly: 1,82 kp/dm<sup>3</sup> (2,10 kp/dm<sup>3</sup> helyett),  
ennek megfelelően a V/Sz tényező is nagyobb: 0,53.

A művelet érdekessége, hogy *szükség esetén* egy nehezített alapanyagból is készíthető normálfajsúlyú cementtej — vízzel való hígítással. A megnövelt víztartalom miatt várható erősebb ülepedés miatt 2-höz képes a gipán mennyiségét megdupláztuk.

4. 1973. okt. elején volt egy dugócementezés normálfajsúlyú alapanyagból, az 1-hez hasonló cementtejjel. Különbség:

—  $t_{max} = 190$  °C (180 °C helyett) már ez a 10 °C-os különbség szükségessé tette a kötésslátók koncentrációjának 50%-os emelését.

5. Makó—II. 7"-os b.-csőcementezés előkísérleteként végzett cementdugózások (1974. jan. és febr.):

100 % diósgyőri salak—hematit  
0,6 % viszkózol  
0,06 % NaOH  
V/Sz = 0,35

fajsúly: 2,05 kp/dm<sup>3</sup>  
szivattyúzhatósági idő (160 °C, 900 kp/cm<sup>2</sup>):  
171 perc

2 napos nyomószilárdság (180 °C):  
302 kp/cm<sup>2</sup>

2 napos hajlítószilárdság (180 °C):  
137 kp/cm<sup>2</sup>

Az őrlőmű hiányosságai miatt valamivel finomabbra sikerült az anyag a kelleténél, ezáltal a keverővíz-szükséglete megnőtt. Ilyen esetben gipán helyett célszerűbb a viszkózol használata.

6. Makó—II. 7"-os b.-csőcementezés (1974 jan.)  
Hőálló cementezőanyagot készítettünk Felsőcsatáron, az ebből készített cementtejet őrlt vasforgáccsal nehezítettük az igen magas fajsúlyigény miatt.

80 % diósgyőri salak—hematit  
20 % őrlt vasforgács  
0,1 % gipán  
0,05 % Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>  
V/C = 0,35

fajsúly: 2,11 kp/dm<sup>3</sup>  
szivattyúzhatósági idő (180 °C, 1000 kp/cm<sup>2</sup>):  
204 perc

2 napos nyomószilárdság: 385 kp/cm<sup>2</sup>  
2 napos hajlítószilárdság: 135 kp/cm<sup>2</sup>.

7. 70 % diósgyőri salak—hematit

30 % őrlt vasforgács

0,1 % gipán

0,05 % Na<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>

V/Sz = 0,33

fajsúly: 2,19 kp/dm<sup>3</sup>

szivattyúzhatósági idő (180 °C, 1000 kp/cm<sup>2</sup>):  
220 perc

2 napos nyomószilárdság: 329 kp/cm<sup>2</sup>

2 napos hajlítószilárdság: 99 kp/cm<sup>2</sup>.

### Összefoglalás

A nagymélységű fúrásokban sikerrel alkalmazható cementreceptúrák kiválasztásánál számos szempontot kell figyelembe venni. Legtöbb gondot a cementtej megfelelő szivattyúzhatósági idejének, fajsúlyának és reológiai tulajdonságainak beállítása, valamint a cementkő hő- és korrózióállóságának biztosítása jelenti. A jövő legfontosabb feladatai ennek megfelelően:

— a cementtejek reológiai tulajdonságainak szabályozása,

— hazai kohósalakalapon készülő, hőálló cementek rutinszerű alkalmazásának megoldása,

— „könnyített” hőálló cement-receptúrák kidolgozása.

A gyakorlati igények mind teljesebb kielégítése, az optimális viszonyok megközelítése az alapvető ésszerű, a mélyszinti kutatás eredményességének fokozásához.

P. Петер, Т. Треффлер, К. Сабари, Б. Пертик,  
д-р Й. Дорман

### АСПЕКТЫ ВЫБОРА ЦЕМЕНТНЫХ РЕЦЕПТУР И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СВЕРХГЛУБОКИХ СКВАЖИН

В работе описываются встречающиеся общие проблемы цементирования сверхглубоких скважин и результаты опытов, полученные до настоящего времени в отечественных условиях. Указывается на принимаемые во внимание обстоятельства, возникающие при проектировании и выполнении цементировочных операций, особенно, в зависимости от технических и геологических условий, высоких температур (выше 200 °C), выбора подходящих рецептур, эффективного вытеснения промышленного раствора, реологических требований и возможностей регулирования удельного веса цементных растворов. На будущее даются рекомендации для использования самых современных научных и опытных результатов.

FURNES, HARALD

Meta-hyaloclastite breccias associated with Ordovician pillow lavas in the Solund area, west Norway.

— Norsk Geologisk Tidsskrift, Vol. 52. No. 4. 1972. pp. 385—407. Oslo.

(Ordoviciumi pillow-lávákhoz kapcsolódó meta-hyaloklasztit breccsák Solund környékén, Nyugat-Norvégiában.)

A nyugat-norvégiai Solund környékén a lepusztuló devon üledékek alól kibukkanó ordoviciumi vulkanitok egyik jellemző kifejlődése a meta-hyaloklasztit breccsa. A tenger alatt feltörő kőzetolvadékok mozgása és megszilárdulása folyamán kialakult kőzetszerkezetet a későbbi gyenge metamorf hatás jelentősebben nem változtatta meg. Jellemző kőzetszerkezeti típusok: tufás alapanyagba ágyazott különálló pillow-ok és ugyanígy megjelenő pillow-törmelék a két típus között minden átmenettel. A „tufás” alapanyag zónásan szemcsés szerkezete, „mikropillowjai” a nagy mélységű vízben történt megszilárdulás eredeti jellegei.

A pillow lávákhoz kapcsolódva gyakran jaspis (jaspilit) is megjelenik, mely valószínűleg a tengervíz és a felnyomuló kőzetolvadékok reakciója során keletkezett. Helyenként a vörös jaspilit fokozatosan tiszta hematitba megy át.

A tanulmány rekonstruálja a kitérőrések anyagszolgáltatásának jellegét és sorrendjét, a kitérés mechanizmusát és környezetét (a nagy vízmélység, azaz nyomás következtében a könnyen illóik is részt vettek a kristályodásban), továbbá a későbbi deformációkat és metamorfizmust.

A Solund-i rétegsor nagyrészt analóg az izlandi neogén kori hialoklasztitokkal és tufákkal.

V. Gy.

SCHOELL, M., HARTMANN, M.

Detailed temperature structure of the brines in the Atlantis II. deep area (Red Sea).

— Marine Geol., Vol. 14. No. 1., pp. 1—14., 5 figs. 1973.

Hőmérséklet-eloszlás a Vörös-tenger „Atlantis—II” mélységében.

A Vörös-tenger árkában a szaudi-arábiai partok közelében az elmúlt évtizedben váltak ismertté a meleg vízzel kitöltött 2000 m körüli mélységű süllyedékek. Az ún. Atlantis II. süllyedésben, mely több részmedencéből álló, bonyolult morfológiájú depresszió. 1966-ban 44,3 °C és 56,5 °C hőmérsékletű vízrétegeket mértek. Az alsó horizont volt melegebb. Az 1971-ben megismételt mérésorozat jelentős felmelegedést mutatott ki, mely 5 év alatt a felső szintben 5,5 fok, az alsó szintben 2—7 fok volt. A meleg víztömeg és a normális tengervíz határa 2000 m mélységben van, míg 2040 m mélységben a vízhőmérséklet 59 fokra szökik fel. Oldalirányban a hőmérséklet egyenletes változása mérhető. A meleg vízrétegek jelenléte és a további felmelegedés forró „tűlsós”, (= a feltörés helyén telített) víztömegek egyes pontokon történő feláramlásával magyarázható. A hőeloszlás a medencealjzat felületén történő egyenletes konvekciót kizárja. A hőenergia eredetével a cikk nem foglalkozik.

V. Gy.

LUKASEV, KONSTANTIN I.:

A műszaki haladás és az ásványi nyersanyagkészlet problémája —

— Impact of science on society —

Unesco Vol. XXIV. No 3. Jul./Szept. 1974.

A szovjet professzor rendkívül érdekes cikkét kivonatossan ismertetjük. Lukasev professzor a föld- és ásványtani tudományok doktora, a Belorusz SZSZK Tudományos Akadémiájának tagja, több mint 250 publikáció szerzője. Tanulmányai jelentek meg a geológia, a gazdaságföldrajz, a geokémia, az üledékes kőzetek és a negyedidőszak tárgyában.

Évi több milliárd tonna az az ásványi nyersanyagmennyiség, amit jelenleg világszerte bányásznak. Az utóbbi hetven évben néhány fém és vegyi anyag felhasználásának mennyisége többszörösére emelkedett. A felmérések szerint az elkövetkező fél évszázadban az emberiségnek több ásványi nyersanyagra lesz szüksége, mint eddig összesen.

A világ nyersanyag-igényének kielégítését a jelenlegi tudományos és technikai színvonal elvileg lehetővé teszi, gyakorlatilag azonban rengeteg társadalmi, földrajzi és műszaki nehézséggel kell megküzdenie, különösen a fejlődő országokban.

Legfontosabb feladat a világ ásványi nyersanyagkészletének felmérése. Durva számítások szerint az ismert nyersanyagkészlet fő tömege (65%) gyenge minőségű, kb. 5%-ra tehető a jobb minőségű ásványi nyersanyagok mennyisége, a maradék 30% közepes minőségű. (A szerző az 1. táblázatban közli a fejlett tőkés országok 1972-ben végzett ásványi nyersanyag felméréseinek eredményeit). A mélyebben fekvő rétegek kutatása — Lukasev professzor szerint — nem fogja megváltoztatni lényegesen azt az alapvető következtetést, hogy a földkéreg már csak gyenge, vagy közepes minőségű ásványi nyersanyagokat tartalmaz.

Számba veszi ezután a főbb energiahordozókat, és felhívja a figyelmet arra, hogy a következő néhány évtizedben a népességnövekedéssel járó fokozott ütemű ipari termelés különösen nagy igényeket támaszt az ésszerű energiagazdálkodás iránt. Úgy véli, hogy a kőszén, kőolaj és földgáz még a század végéig a legjelentősebb energiahordozók maradnak, viszont a felhasználás jelenlegi üteme az ismert készletek kimerülésével fenyeget. A tudomány és technika legfontosabb feladatának tartja azt, hogy újabb energiaforrások felhasználásának technológiáját dolgozza ki.

Az egyéb ásványi nyersanyagokra áttérve számba veszi az érc- és a vegyes ásványok szerepét az ipari termelésben. Közismert, hogy a korszerű technológia egyre inkább szükségessé teszi a különösen szilárd, ugyanakkor könnyű sav-, hő- és korrózióálló alapanyagok használatát. Minthogy ezekből az iparnak egyre nagyobb mennyiségre lesz szüksége, a szerző nagy lehetőségeket lát a gyenge minőségű ércek, a mélyégi ércek és az óceánok aljzatában lévő ércek gazdaságos kitermelésére irányuló kísérletekben.

Ismeretes, hogy a korszerű ércfeldolgozási módszerek lehetővé teszik hasznos nyersanyagok kivonását a korábban értéktelennek tartott ércekből is. A gyenge minőségű ércek hasznosítása nagyban megnövelné ásványi nyersanyagkészletünket.

A műszaki haladás hosszú távon lehetővé teszi, hogy bármelyik kőzetből alapvető fontosságú ásványokat nyerjünk ki. A közönséges magnás kőzetek, pl. a gránit minden 100 tonnája átlag 8 tonna alumíniumot, 5 tonna vasat, 540 kg titánt, 80 kg mangánt, 80 kg krómot, 18 kg nikkelt, 14 kg vanádiumot, 4,5 kg wolframot, 9 kg rezet, 1,8 kg ólmot tartalmaz, továbbá annyi urániumot és thóriumot, amellyel 50 tonna szénnek megfelelő energiát állíthatnánk elő. Ha megtalálnánk a különböző kőzetekben lévő fémek kinyerésének módját, az emberiség ásványi nyersanyagokban soha nem szenvedne hiányt — írja Lukasev professzor.

Különös figyelmet szentel a mesterséges ásványok előállításának is. Az eddigi sikeres kísérletek alapján kiváló tulajdonságú anyagok előállításának új lehetőségeit látja biztosítva.

(Folytatás a 48. oldalon)

# A dóm-jellegű neogén mozgások kérdése az alföldi szénhidrogénkutatás szempontjából

Írta: **Moldvay Loránd**

Az alföldi szénhidrogén-kutatásnál sokféle munkahipotézist alkalmaztak már, hogy alapot teremtsenek a medencében levő tárolók szerkezeti kutatásához.

Minden hipotézis talál a jelenségben valamilyen igazolást. Ez a gyengesége, amelyet — némileg egyszerűsítve a kérdést — csak az adatok értéke ellensúlyoz. Az érték, az adatok gyarapodása azonban tönkretelheti magát a hipotézist is. E tanulmány közrebocsátásánál a bírálókat szabályozó szerepére kell hivatkoznom, azzal a megjegyzéssel, hogy az óhajtott újabb ismereteket akár az itt közölt állításokkal, akár ezeknek más állítások létrejöttére gyakorolt hatásával tulajdonképpen nem lehet meg nem szolgálni.

A neotektonikus felszínalakulás jelenségeivel foglalkozó tanulmányomban kifejtettem, hogy a középhegységeinket alkotó közettestek körül olyan morfológiai rend mutatkozik, amelyet a dómoknál és a diapíroknál lehet megfigyelni (Moldvay L. 1971—1972). Hegységeinket különböző közettestekből álló kiemelt központi tömb alkotja, amelyet körkörös kompenzációs süllyedések vesznek körül. Ezeket peremsüllyedéseknek is nevezhetjük. A peremsüllyedéseken túli területet a diapír-irodalomban bevezetett „diapírközi szerkezeti magaslat” fogalommal jelöltem (1. ábra).

A központi tömb szélén több esetben ún. szegélydomborulat figyelhető meg (a), amelynek belső oldalán egy ún. hegylábi süllyedés helyezkedik el. A tömb csúcsa és a peremsüllyedések külső széle közti távolságot  $100\%$ -nak véve, a csúcstól mérve közelítőleg  $43\%$ -nál jelenik meg a hegylábi süllyedés centrum felőli széle. Innen  $14\%$ -ra helyezkedik el a szegélydomborulat (a). Végül újabb  $43\%$  távolságban következnek a peremsüllyedések külső szélei (b). A peremsüllyedéseket, számuktól függően, 3—5 db ún. szerkezeti hid (H) választja el egymástól. Két szomszédos dóm-jellegű kiemelkedés között viszonylag magas helyzetű „összekötő vonulat” is létrejöhet.

Ezek a felszínek, ill. felületek boltozat vagy feloldalas boltozat, ill. szinklinális alakúak.

A formák a központi tömeg abszolút, vagy viszonylagos kiemelkedése miatt jönnek létre. Tehát nem szükségképpen a központi tömegnek a Föld középpontjához viszonyított távolodó elmozdulásáról van szó.

Az abszolút vagy viszonylagos emelkedés most abból a szempontból érdekel bennünket, hogy az Alföldön a mélyben létrejöttek-e dómok, ill. diapiroidok. Az egyszerűség kedvéért a következőkben dómról, dóm-rendszerről, ill. ilyen jellegű alakulatokról lesz szó.

Említett tanulmányomban kifejtettem a „rejtve formált” struktúrákra vonatkozó idevágó elgondolást. Erre itt nem térek ki. A megfontolásból azonban következik, hogyha a me-

dencealjzaton voltak ilyen jellegű diszlokációk, pl. a medence egyenlőtlen besüllyedése miatt, akkor a szénhidrogénkutatást a pannon és idősebb képződményekből álló „magaslatok” területéről át kell vinni az ezek körüli perifériákra is. Természetesnek látszik ugyanis, hogy kedvező feltételek esetén a következő formákhoz kötött rétegek is szénhidrogént tárolhatnak: 1. a dómok körüli peremsüllyedéseket elválasztó szerkezeti hidak, — 2. a dómok oldalain „kinőtt” szegélydomborulatok, — 3. a peremsüllyedések külső „partjaihoz” és a dómközi (diapírközi) magaslatokhoz tartozó rétegek és — 4. a dómokat összekötő vonulatok. Kérdés tehát, hogy létrejöttek-e az Alföld mélyén is dómok, ill. dóm-rendszerek? Találhatunk-e ott azonos formarendszert, olyan értelemben, hogy a keletkezés mechanizmusa is a dómokéval azonos? Az „igen” azt fogja jelenteni, hogy az Alföld mélyén minden „periféria” perspektívikus.

A következőkben adatokat sorolok fel, amelyek azt mutatják, hogy a mélyben 1. van olyan morfolotektonikai rendezettség, amely emlékeztet a dómra, ill. a dómrendszerre, 2. a jelenséget érdemes tanulmányozni, mert lehet, hogy a keletkezés mechanizmusa is azonos, pl. a medencealjzat egyes tömbjeinek viszonylagos boltozódó kiemelkedését jelenti, amely törvényszerű „környezeti reakciókat” vált ki.

A hajdúszoboszlói boltozat tetején, a felsőpannoniai rétegek feküjének szintvonalas térképén pl. olyan teknőt látunk, amely a dómok és a sódiapírok felett szokott létrejönni (2. ábra). A német irodalomban e süllyedés jelölésére a „Setzungsmulde” szót használják. A magyar nevezéktanban hasonló a „boltozati éksüllyedés”. Két ábrát mutatok be.

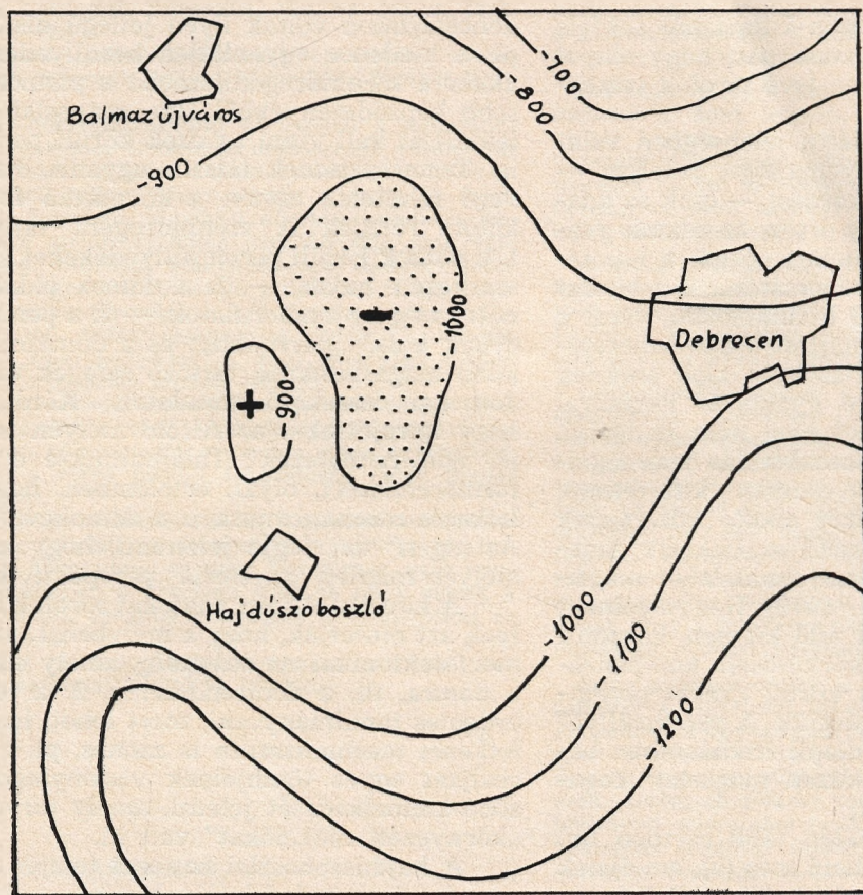
Az egyik sódóm fölé települt rétegek beszakadásait mutatja (3. ábra). A másikon tenger alatti sódóm szelvénye van, amelyen szeizmikus mérések alapján megállapítható a sótest boltozati rogyása (4. ábra).

Hasonló teknő jelenik meg a rákócizfalvi boltozat felsőpannon képződményeinek feküjét ábrázoló szintvonalas térképen is. Itt peremsüllyedésekre emlékeztető depressziók is előtűnnek, amiből teljesebb formagazdagsággal kialakult dómrendszerre lehet következtetni (5. ábra).

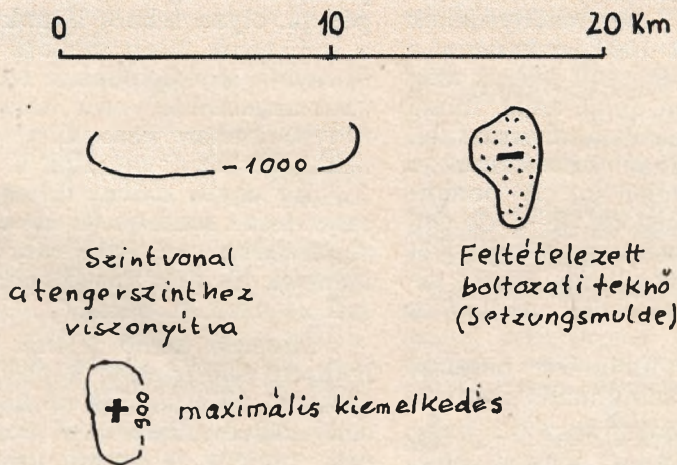
További példa az OKGT egyik, 1973. évi szeizmikus reflexiós szelvénye, ahol a boltozaton mind a medencealjzat, mind a fiatalabb képződményösszletek felületén süllyedések láthatók (6. ábra). Érdemes megfigyelni, a fedőösszletek felületének erős „hullámszerűsítését”, amely az Esperson-dóm diszlokációs mozgalmasságára utal (lásd a 3. ábrát).

A hajdúszoboszlói boltozat környékének jelenlegi adatait tanulmányozva nem lehet dómrendszerre (peremsüllyedések kialakulására)

A FELSŐPANNÓNIAI KÉPZŐDMÉNYEK  
FEKÜJÉNEK SZINTVONALAS TÉRKEPE HAJDÚSZOBOSZLÓ KÖRNYÉKÉN



Körössy L. 1966  
nyomán



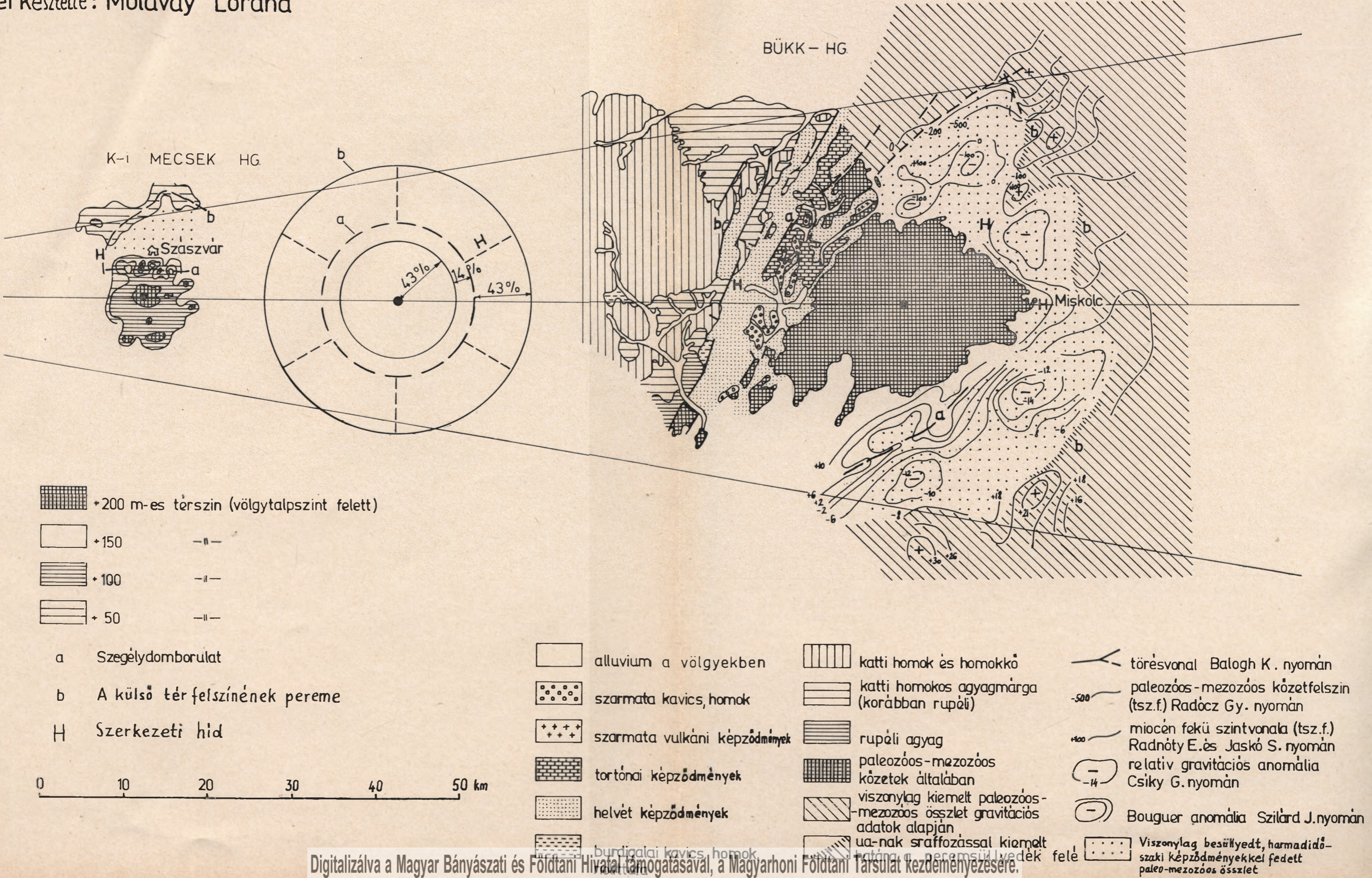
következtetni, bár a boltozat idősebb kőzeteit fedő pannon rétegekben véleményem szerint boltozati teknő jellegű beszakadás van. Rákóczi falvánál viszont az aljzatkiemelkedés környékén, mint említettem, teljesebb formagazdagságot eredményező perifériális elemek mutatkoznak (7. ábra). A rajzon egy kb. 25 km átmérőjű morfotektonikai alakulatot látunk, központi boltozathoz és peremsüllyedékekhez hasonló formákkal. Ez a méret nagyjából a keleti Mecsek komplexumának felel meg. A bol-

tozathoz a 9-es, a peremsüllyedék-szerű medencéket az 1-, 2-, 3-, 4-es szám jelöli. Az 5-ös és 6-os szám a szerkezeti hidakhoz (H) hasonló formákat mutatja. A 7-es és a 8-as jelzi a peremsüllyedékek külső partjára és azon túl a dómközi felszínre emlékeztető területeket.

A 7. ábrán a feltételesen elnevezett rákóczi falvi központi boltozathoz az Ab-65/3/a számú reflexiós szelvény harántolja. Ez abból a szempontból méltó említésre, hogy szintén boltozati rogyás bizonyítékát láthatjuk benne (8. ábra).

# /DIAPÍR/SZERKEZETEK MORFOTEKTONIKAI ELEMEI KÖZÖTTI ARÁNYOS TÁVOLSÁGOK

Szerkesztette: Moldvay Loránd



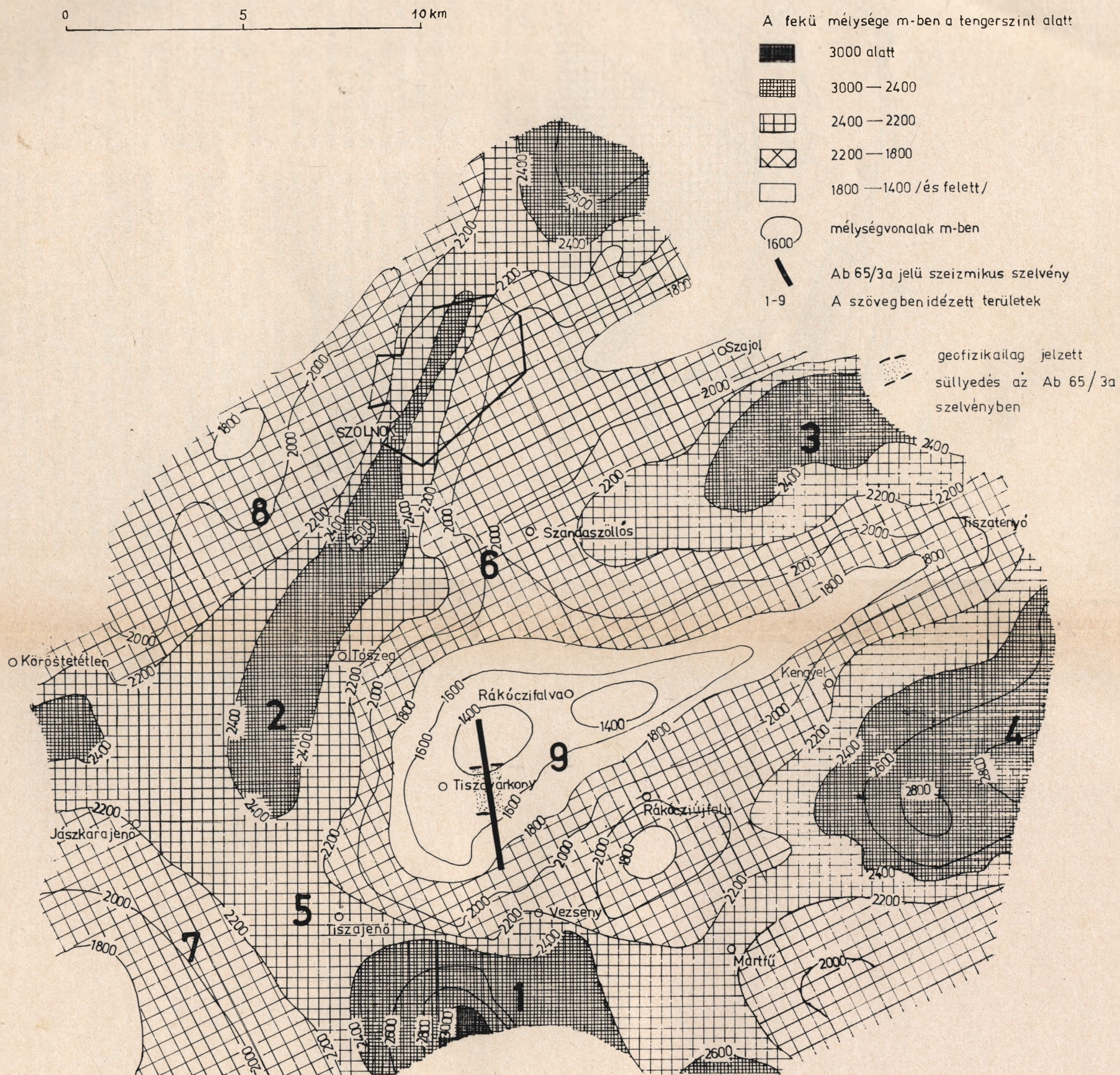
- +200 m-es térszín (völgytalpszint felett)
- +150      -||-
- +100      -||-
- +50      -||-

- a Szegélydomborulat
- b A külső tér felszínének pereme
- H Szerkezeti hid

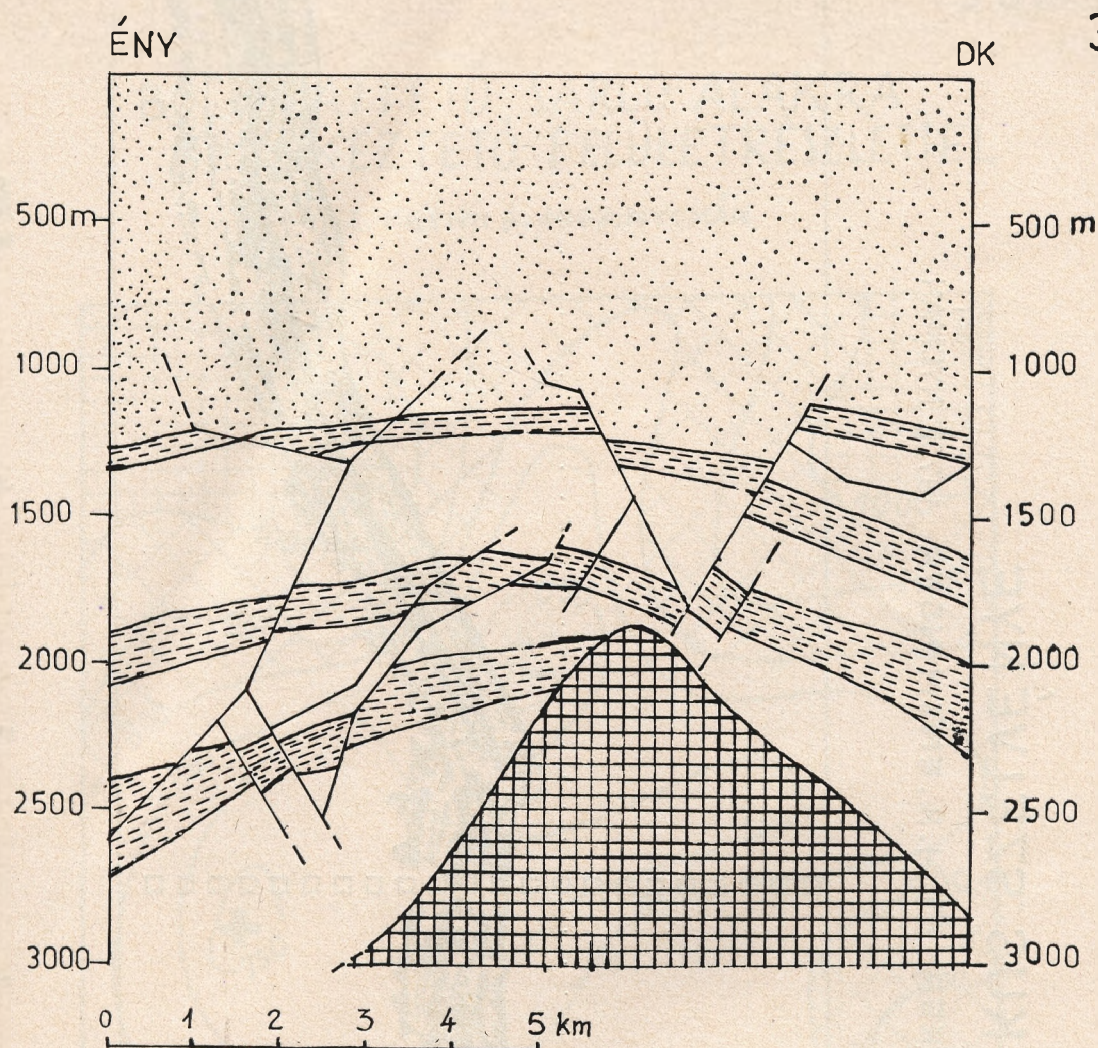
- alluvium a völgyekben
- szarmata kavics, homok
- szarmata vulkáni képződmények
- tortónai képződmények
- helvét képződmények
- burdigalái kavics, homok
- katti homok és homokkő
- katti homokos agyagmárga (korábban rupéli)
- rupéli agyag
- paleozóos-mezozóos kőzetek általában
- viszonylag kiemelt paleozóos-mezozóos ösztlet gravitációs adatok alapján
- ua-nak sraffozással kiemelt határai a peremsüllyedék felé
- törésvonal Balogh K. nyomán
- paleozóos-mezozóos kőzetfelszín (tsz.f.) Radócz Gy. nyomán
- miocén fekü szintvonala (tsz.f.) Radnóty E. és Jaskó S. nyomán
- relatív gravitációs anomália Csiky G. nyomán
- Bouguer anomália Szilárd J. nyomán
- Viszonylag besüllyedt, harmadidőszaki képződményekkel fedett paleo-mezozóos ösztlet

# A NEOGÉN KÉPZŐDMÉNYEK FEKÜJÉNEK SZINTVONALAS TÉRKÉPE RÁKÓCZIFALVA KÖRNYÉKÉN

SZ. KILÉNYI É. 1967 NYOMÁN



7. ábra



A szelvény szerkesztői a korábban uralkodó véleményeknek megfelelően a reflektáló felületek helyzetéből a boltozat pikkelyes, vagy hasonló feltolódásos szerkezetére következtettek (Sz. Kilényi É. és munkatársai, 1967). A Rá—5 és Rá—1 fúrás közé eső, erősen kivastagított vonallal jelölt felület két, a rajzon feltolódási síkok közé zárt részének *teknőmetszet* alakjából azonban — vesd össze a 8. ábrát a 4. ábrával — nem feltolódásra, hanem beszakadásra lehet következtetni.

Ezek a jelek tehát bizonyos gyanút keltenek abból a szempontból, hogy az alföldi medencealjzat egyes szakaszain dómjellegű kiemelkedések vannak. Köztük a rákóczi falvi boltozat bizonyítottabban dómjellegű, relatíve emelkedő tömegnek hat. A körülötte levő süllyedékek peremsüllyedékekhez hasonló, ún. „aktív” zónába eső formák lehetnek (Moldvay L. 1971—1972). Indokolható tehát az itt képviselt szemlélet valóságát eldöntő kutatások megindítása. Akkor is, ha szem előtt tartjuk, hogy egy elért elvi eredménnyel még távolról sem merítettük ki a medence neotektonikája és különösképpen az ezzel összefüggő rétegtan problémakörét.

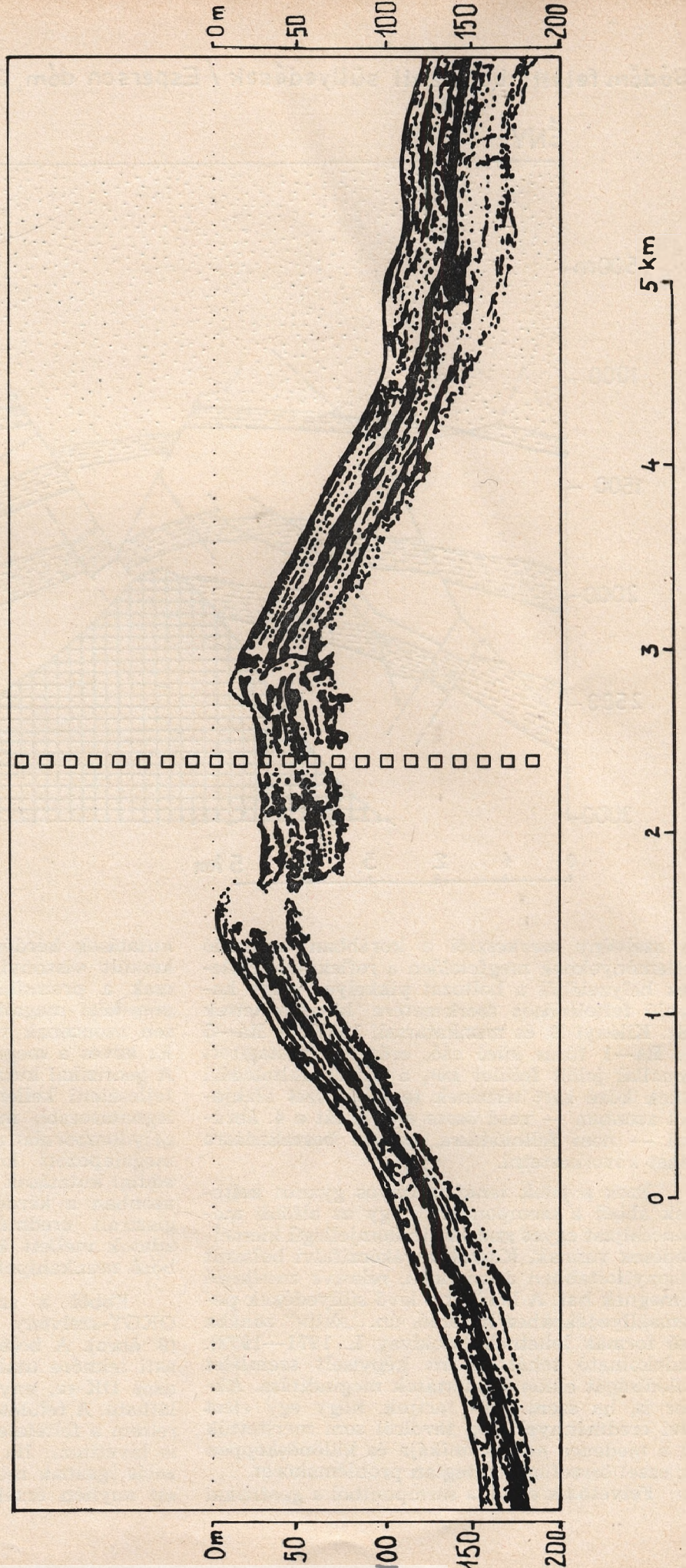
Felvetődik ebből a szempontból a geofizikai

kutatások kérdése. A Rákóczi falva környékén készült viszonylag nagyszámú mérés alapján csak a premsüllyedékek, szerkezeti hidak és dóm-közi magaslatok, ill. az ezekkel feltételelesen azonosnak vett formákat lehetett feltárni. Ez kevés a megnyugtató válasz szempontjából. A geofizikai kutatások felbontóképességét tehát fejleszteni kellene, adott területeken a lehető leghatásosabb módszerek alkalmazásával. Szegélydomborulatra utaló formát (a) a teljesen megalapozott következtetés biztonságával az eddigi kutatások nem tártak fel. Önként adódik azonban a kérdés, hogy a geofizikusok a regisztrált eredmények feldolgozásakor milyen adatok mellett kénytelenek elmenni, a különböző munkahipotézisektől függően?

Ebből a szempontból egy harántirányú OKGT-szelvény nívófelületeit vizsgáltam meg (9. ábra). A boltozat centrumában itt is boltozati tekhnőre utaló jelek vannak. Innen jobbra, azaz DK-re, enyhe süllyedés, majd emelkedés látható. A felületek „trend”-je alapján megkísértem a feltételezhető peremsüllyedés szintjeit is kivetíteni. Ha mindent egybevetve az ábrázolás igaznak mondható, 2-szeres túlmagasítással enyhén érzékelhető „oldalbúb” (a) jelenik

# SÓDÓM SZEIZMIKUS SZELVÉNYE

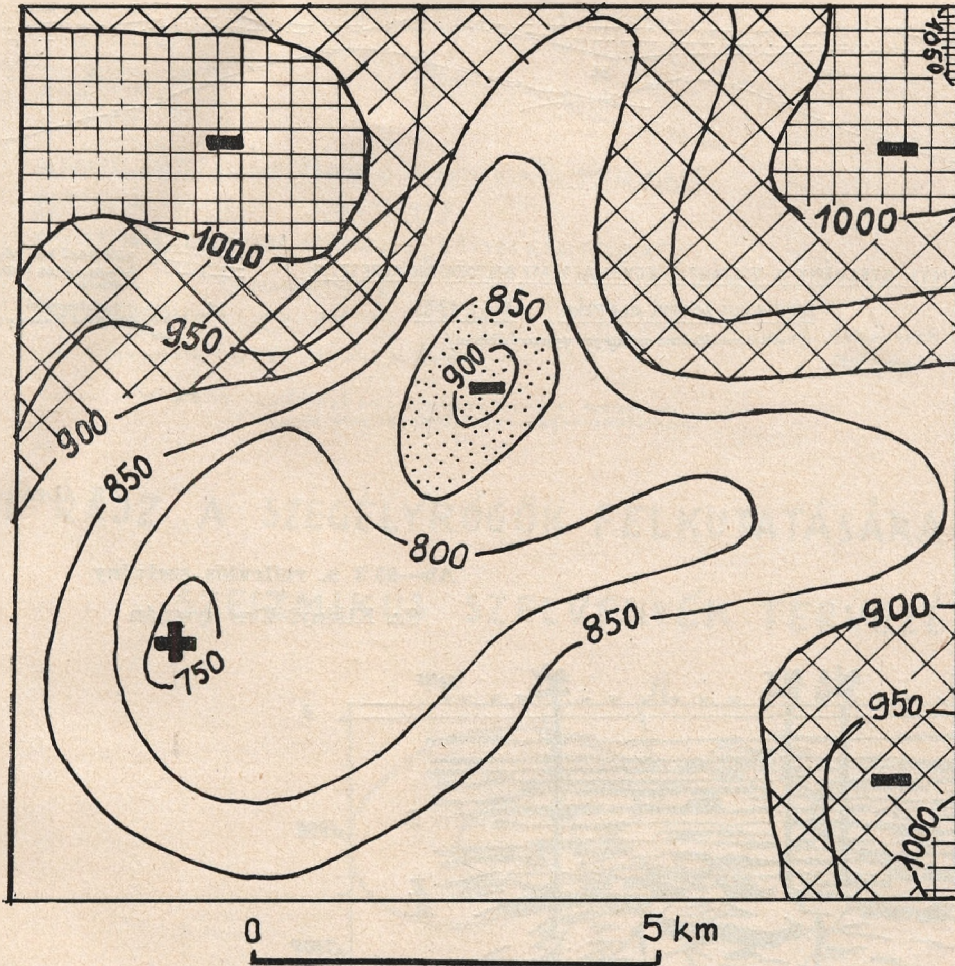
J. R. WALKER ÉS H. R. ENSMINGER 1970. NYOMÁN





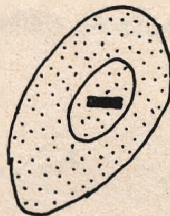
# BOLTOZATTETŐ SARLÓ ALAKRA EMLÉKEZTETŐ FELÜLETRÉSZLETTEL

SZ. KILÉNYI É. 1967. NYOMÁN

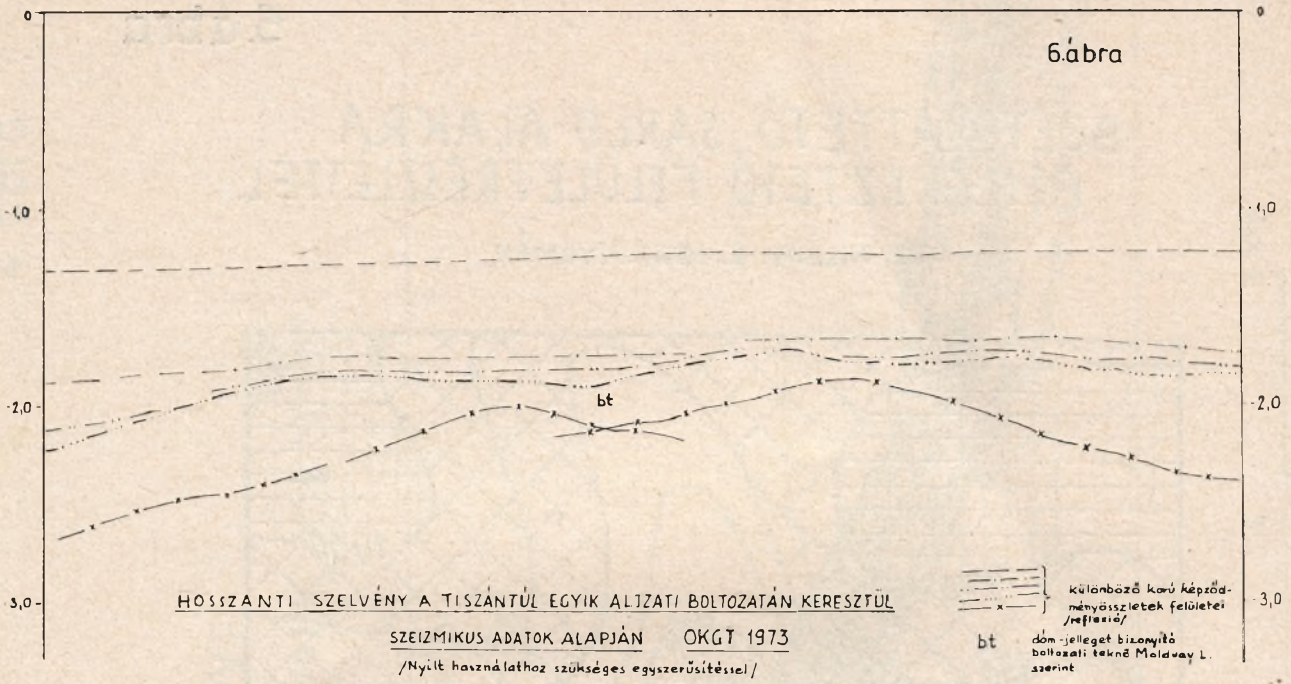


A FELSŐPANNON ÖSSZLET FEKVŐJÉNEK MÉLYSÉGE A TENGERSZINT ALATT:

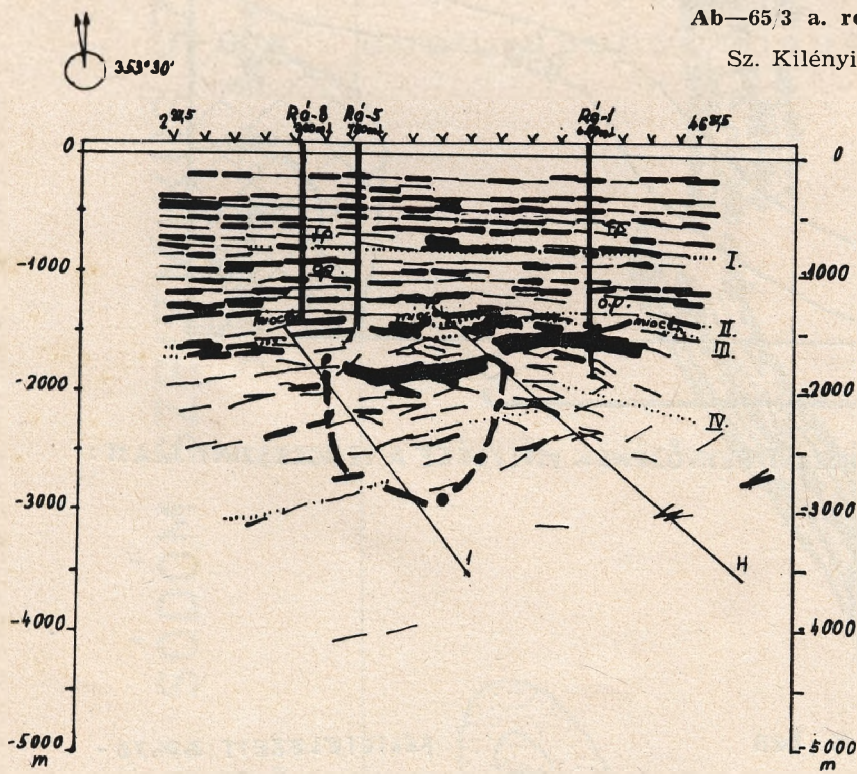
- 950 mélységvonalak m-ben  
 + kiemelkedés  
 - mélyedés

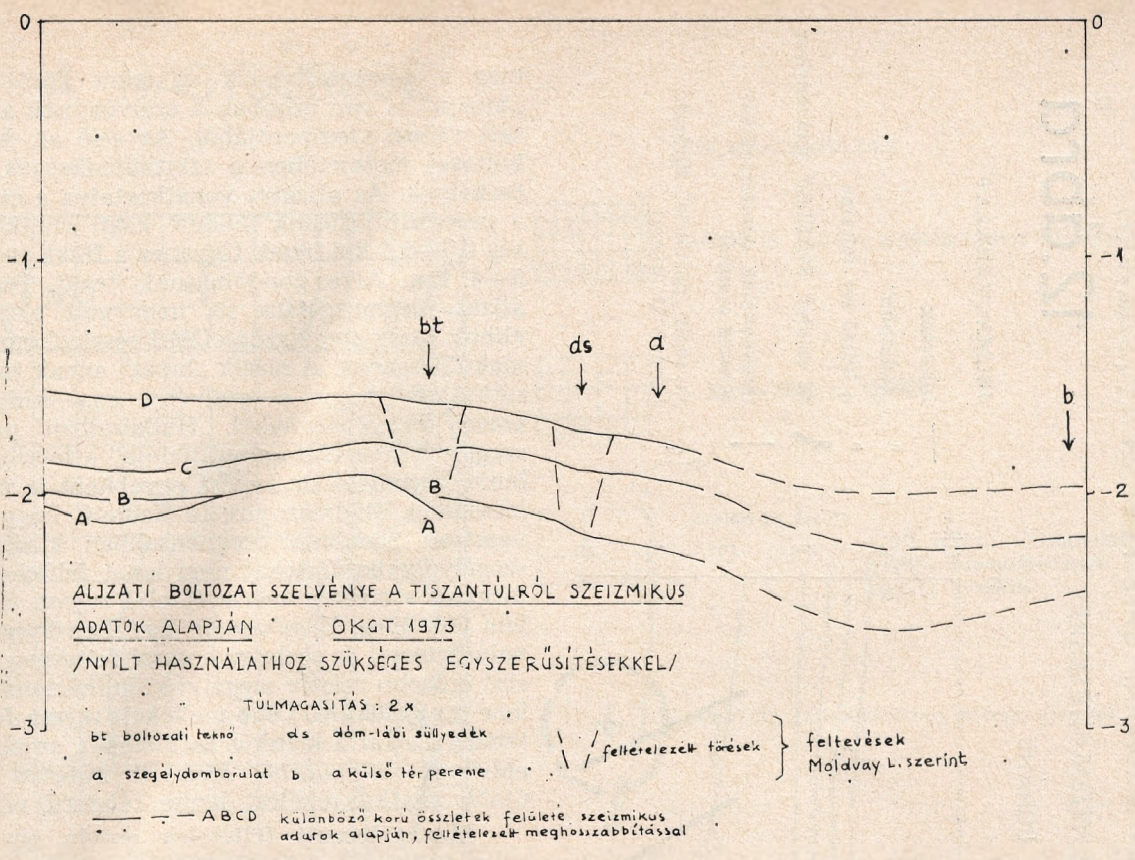


FELTÉTELEZETT BOLTOZATI TEKNŐ (SETZUNGS-MULDE) MOLDVAY L. SZERINT

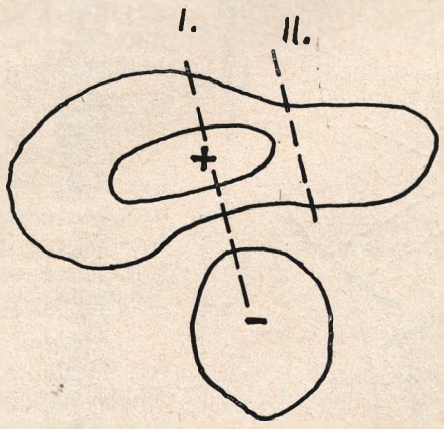


8. ábra

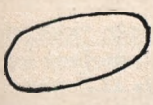




## ELVI RAJZ A SZEGÉLYRÖGÖK FELKUTATÁSÁRA TELEPÍTENDŐ SZEIZMIKUS SZELVÉNYEK TERVEZÉSÉHEZ

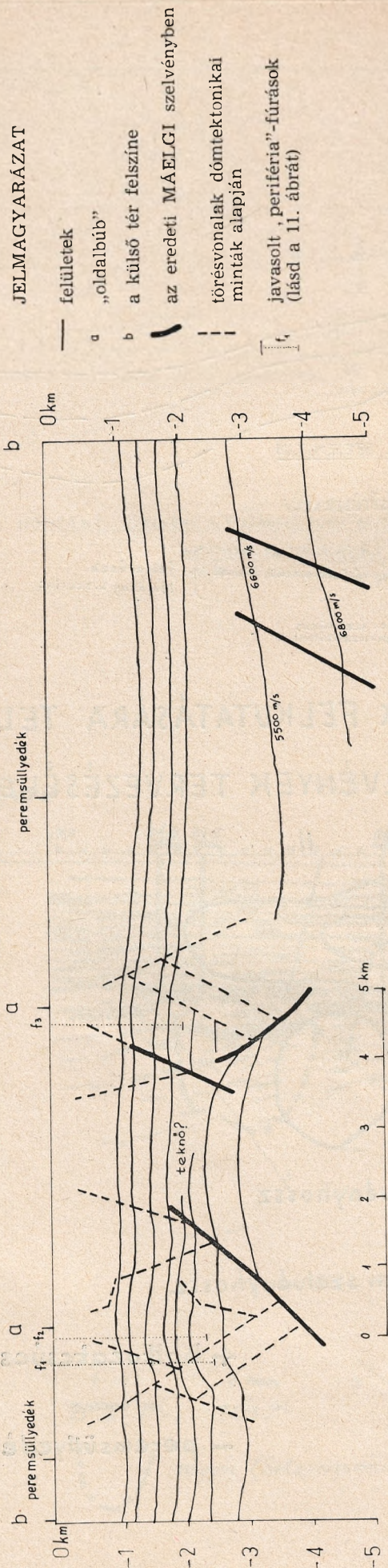


- I. helyes telepítési irány és szelvényhossz
- II. helytelen telepítés és helytelen szelvényhossz



- gravitációs izovonalak
- + boltozatcsúcs
- peremsüllyedék középpontja

# 12. ábra



meg a peremsüllyedék és csúc között. Két „hibája” is van azonban a szelvénynek a kereszt választáspontjából. Az első az, hogy a boltozat metszetében a szintkülönbségek eleve csekélyek. Az aljzatra vonatkoztatva a csúc és a peremsüllyedékek felülete közti szintkülönbség 0,5—0,6 km lehet. Ugyanez a Bükk esetében 3—4 km. Arra gondolhatunk tehát, hogy az aljzat megmozgatása itt nem volt elég erős ahhoz, hogy szegélyrögjellegű részletformák kialakulhassanak. A másik „hibát” annak tulajdoníthatjuk, hogy a szelvény egy hídjellegű szárny közelében halad. „Hidközelben” pedig a szegélydomborulat „amplitúdója” a felszín általános görbületéhez képest egyébként is mindig lecsökken, ötödrésnyire is. Érthető, hogy ilyen vezetési vonalban pregnánsabban kirajzolódó szegélydomborulatokat nem lehet felfedezni. A tárgyalt szelvény helyzetét elvi rajzon ábrázolom (10. ábra, II-es vonal). Egy I-es típusú vonalvezetéssel és szelvényhosszal feltevésem szerint erősebb relatív szegélyi kulminációnak kellene megjelenie. Több mellékelt rajzon feltüntettem azokat a kritikus területeket, amelyekből a szempontból kísérleti kutatást vagy újabb adatkiértékelést lenne célszerű végezni.

Meghatározott feltételek esetén egy szegélydomborulat idősebb-fiatalabb komplexuma fontosabb szénhidrogén-tároló lehet, mint a dóm központi „szférájának” összelete, a migrációs vagy tárolódási viszonyok sokféleségétől függően.

Eddig a jelenségeket csak egy általános dóm-modellre vonatkoztatva vizsgáltam. Jogos azonban a kérdés, hogy a tárgyalt morfológiák a nagy medencerendszeren belül hogyan helyezkednek el, milyen a dóm- és a nem-dóm jellegű aljzat kapcsolata? Ami a nem-dóm jellegű, „passzív” területek formai vonatkozását illeti, ezek szintén lehetnek „hegyes-völgyes” területek. Feltételezésem szerint azonban ezekre az a jellemző, hogy nincs sugaras-köríves felépítésük, nincs ilyen értelemben saját viszonylagos mozgásukra visszavezethető „reakcióterük”.

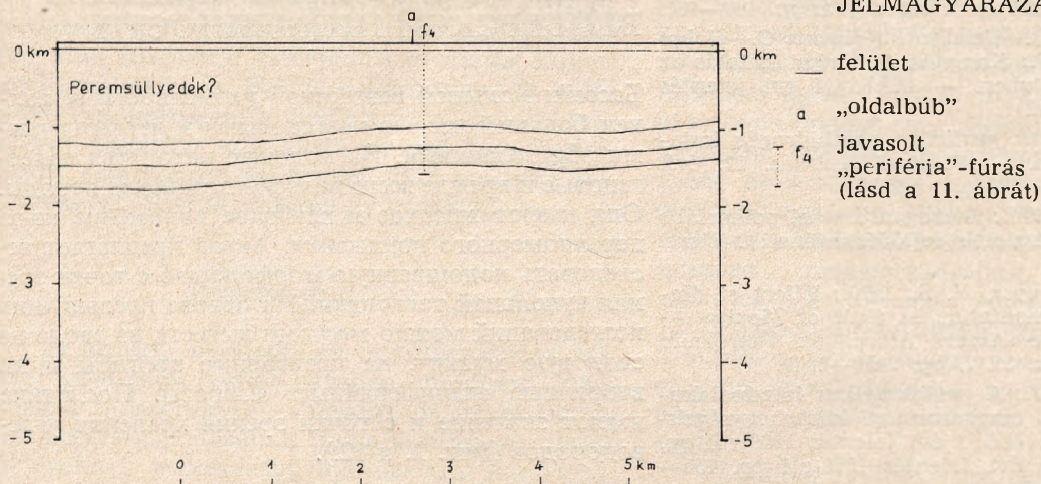
A diapiroid, morfológiai szempontból, a kéreg általános nyugtalanságának részjelensége, amely ha elnagyoltan is, de alakilag könnyen tipizálható formát ölt. Ennek a nyugtalanságnak azonban vannak más, a diapiroid „reakcióterén” kívüleső alaki jelenségei is. Ezeket a diapirközi (dómközi) területeken találjuk meg. Mindezek együtt tárgyai a medence neogén morfológiájának. Nagyszerkezeti következtetésre kizárólag ezek alapján, valamilyen elfogadott elvhez való hűség értelmében, nem lehet jutni, ezért a dolgozatban csupán önmagukban is helytálló jelenségeket igyekszem rögzíteni.

Polcz I. (1969) munkája nyomán idézem még a Tiszazug hipotetikus dómját, amelyet két peremsüllyedék-szerű mélyedés övez (11. ábra). A különböző geofizikai módszereknek megfelelően a kiemelkedés központja „vándorol”. Lehetséges, hogy a nagysűrűségű aljzaton észlelt boltozat tetején a — 2500 m-es szintvonallal határolt terület sarló-alakja itt is boltozati tek-

SZERKESZTETTE: MOLDVAY LORÁND

13. ábra

JELMAGYARÁZAT



nőt rejt (vesd össze az 5. és a 11. ábrát). Az ábrán tervezési illusztrációként feltüntettem azokat a területeket, ahol a centrumban lemélyített Tk—1-es fúrást is figyelembe véve elvileg szegélydomborulatok várhatók. Ezek, mint említettem, szénhidrogén-gyűjtésre alkalmas formájú összleteket jelenthetnek, figyelembe véve a „b” és a „H” jelű formákat is.

A 12. és 13. ábra a feltételezett dóm kritikus szakaszait metsző reflexiós szelvényeket mutatja. Érdekes, hogy a T<sub>1</sub>-es szelvény eredeti anyagán olyan, az adatok mérlegelése közben bejegyzett szerkezeti vonalakra találtam, amelyek a dómtekonikai séma törései közé jól illelnek. Ugyanitt viszont, az előfeltevések reflexeire mutatva, az is érzékelhető, hogy a miocén stb. összletek határait letompítva vonták meg; a reflexiós felületek még a neogén felső részén is erőteljesebb süllyedések vagy emelkedések berajzolására adnak alapot.

Végül mellékelem a biharnagybajomi boltozat aljzatmorfológiai jellegű adatait és az értelmezésüket ábrázoló fekéterképet (14. ábra). Ez a „dóm” is alkalmas lehet kísérleti kutatásra. Ha összevetjük a tiszazugi boltozattal, itt is ugyanolyan domborzati jelenségeket látunk: a „dómot” befelé öblösödő szintvonalak jelzik, a csúcsokból pedig hídjellegű kiemelkedések sugárzanak szerteszét. Egy híd is lehet perspektívikus, de a körülmények teljesebb tisztázása érdekében itt is megjelöltem a szegélydomborulat kutatására érdemesnek látszó területeket. Megjegyzem, hogy a szegélydomborulat több „bérc-sor”-ból álló pászta is lehet; ezt csak igen részletes geofizikai kutatás tudná eldönteni. Lehet persze, hogy szegélydomborulatot már tártak fel itt, vagy másutt, anélkül, hogy tudták volna, hogy — elvileg — milyen makrostruktúrához tartozó tárolót harántolnak.

Hegyvidéki analógiák értelmében e formák és részleteik a medencefejlődés eleje óta mozgásban vannak, azaz a hozzájuk tartozó rétegek a szénhidrogénnek hosszútávú gyűjtőhelyei lehetnek.

Végeredményben a tanulmányban az Alföld területének nagy hányadát kitevő „periféria” nem elszigetelten, hanem a szénhidrogénkincs történeti „elosztásának” folyamatára általánosabb megoldást adó munkahipotézisben kerül szóba.

Egy kutatási stratégia iránya az elmondottak alapján önként adódik; a dóm-rendszerekre jellemző rendeztség munkahipotéziséből kiindulva célszerű lenne morfotektonikai szempontból elemezni az alföldi mélysíntek térképeit és a leírt összefüggéseknek megfelelő övekben beható geofizikai, ill. geológiai kutatást, ill. a munkahipotézisnek megfelelő újraértékelést elvégezni.

A kiindulás feltétele egyebek közt az, hogy a geofizikai szelvények kiértékelői szakítsanak a nagyon régi és a nagyon új szerkezeti jelenségek hallgatólagos feltétlen okozati összekapcsolásával. A medenceképződést megelőző szerkezeti erők a különböző korú idős képződményeket sok helyen egymás mellé forgatták. Ezek helyzetéből azonban nem lehet feltétlenül levonni neogén szerkezeti jelenségeket. Tisztán a neogén szerkezetalakulás és nem a produktivitás szempontjából nézve a kérdést, nem sorsdöntő, hogy az aljzaton milyen illeszkedési viszonyok vannak.

A szeizmikus szelvények rendelkezésre bocsátásával a Központi Földtani Hivatal, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt és a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet támogatott. Ezért köszönetemet fejezem ki.

- Körössy L. 1966.*: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához; L—34—IV. Debrecen; V. Hegység szerkezet és földtani fejlődéstörténet. p. 60.
- Murray, G. E. 1966.*: Salt Structures of Gulf of Mexico Basin a Review. — Bulletin of the Amer. Assoc. of Petroleum Geologists. 50. k. 3. f. pp. 439—487.
- Sz. Kilenyi É.—Bagi R.—Benderné Kelemen O.—Hobot J.—Polcz I. 1967.*: Komplex geofizikai kutatás az alföldi ún. flisöbven. — MÁELGI évi jelentés 1964—1965. évről.
- Polcz I. 1969.*: Komplex geofizikai szénhidrogén kutatás az Alföldön. — Földtani Kutatás. 12. évf. 3—4. sz. pp. 31—33.
- Dank V.—Bodzay I. 1970.*: A magyarországi potenciális szénhidrogén készletek fejlődéstörténeti háttere. — Kézirat.
- Walker, J. R.—Ensminger, H. R. 1970.*: Effect of diapirism on Sedimentation in Gulf of Mexico. — Bulletin of the Amer. Assoc. of Petroleum Geologists. 54. k. 11. f. pp. 2058—2069.
- Moldvay L. 1971—1972.*: A neotektonikus felszínalakulás jelenségei a magyarországi középhegységekben I.—II. rész. MÁFI évi jelentés 1969-ről pp. 587—637, MÁFI Évi Jelentés 1970-ről pp. 155—177.

## ВОПРОС КУПОЛОБРАЗНЫХ НЕОГЕНОВЫХ ДВИЖЕНИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДОВ НА БОЛЬШОЙ ВЕНГЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Бассейн Большой венгерской низменности выполнен большей частью неогеновыми и четвертичными образованиями. На подошве находятся палеогеновые и прежде всего палео-мезозойские породы. Они имеют высокое и глубокое положение из-за неравномерного понижения. Автор предлагает исследовать подошвенную морфологию с точки зрения купольной тектоники. На основе предыдущих исследований можно местами вывести из свода на сводовую мульду, на предгорные прогибы и на вторичные «периферийные» взбросы. Последние имеют значение и с точки зрения хранения углеводородов (фиг. 2. и 12.).

## Együttműködés a felszíni és mélyfúrási geofizikai kutatásban

A szocialista országok állandóan erősödő gazdasági együttműködése a Tanács megalakulása után rövidesen kiterjedt a geofizika különböző területeire is. Ezt az a körülmény is különösen indokoltá tette, hogy a Szovjetunió kivételével egyetlen szocialista ország sem foglalkozott valamennyi fajta geofizikai módszer fejlesztésével, illetve műszer gyártásával.

### *Felszíni geofizika*

A kezdeti években az együttműködés felszíni geofizikai vonatkozásban majdnem kizárólag a műszerek fejlesztésére, az egyes országok specializálódásának megállapítására, illetve az ezekkel kapcsolatos ajánlásokra korlátozódott. Ezzel egyidejűleg fel kellett mérni az egyes országok műszerszükségletét is.

A műszergyártással foglalkozó értekezleten rövid idő alatt világossá vált, hogy a különböző kutatási feladatok megoldása az eltérő geológiai adottságú területeken más és más paraméterű felszíni geofizikai műszereket igényel. Ennek a kívánságnak csak kellő kölcsönös megértéssel és jó együttműködéssel lehetett eleget tenni.

A hazai szeizmikus berendezések gyártása szovjet segítséggel indult meg Magyarországon. A fejlesztői tevékenységhez meg kellett ismerünk országunk speciális (pl. szeizmogeológiai) adottságát is.

Ismeretes pl., hogy hazánkban anomáliásan nagy a hőmérsékleti gradiens, tehát a fúrólukokban viszonylag kis mélységben is igen nagy a hőmérséklet. Ez számos szeizmokarrottázs mérést tett eredménytelenné. Hasonló problémák a szocialista országokban nincsenek. A szeizmikában hazánkban gyakoriak az igen alacsony sebességű (150—300 m/sec) nagy intenzitású felszíni zavarhullámok. Ezek elnyomására kizárólag szovjet műszereket alkalmaztunk, míg a magyar műszerek jobban megállták a helyüket a táblás vidékeken. A Bolgár Népköztársaságban komoly problémát okoztak az intenzív nagyfrekvenciás zajok. Hasonló jelenséget idehaza nem tapasztaltunk. Az NDK-ban a zechstein-rétegek jelentettek szinte áthatolhatatlan ernyőt a nagyobb mélységű kutatások számára, Csehországban egyes medencék olyannyira tektonizáltak, hogy a jó mérések értelmezése is hallatlan nehézségekbe ütközik.

Bár valamennyi problémát még a mai napig sem sikerült megoldani, az együttműködés két és fél évtizede alatt minden területen kicseréltük tapasztalatainkat.

A műszeres problémákon kívül foglalkoztunk még a lapos és a bonyolult felépítésű szerkezetek kutatásának problémáival, melyek tulajdonképpen felölelték az egész felszíni geofizikai tevékenységet, annak elméleti és gyakorlati gondjaival egyetemben.

A 25 éves együttműködés alatt két nagy fejlődési ugrást értünk meg, mégpedig a magnetofonos analóg és a digitális ugrásokat, mely egyaránt kiterjedt a műszer, módszer, feldolgozás és értelmezés területeire. Az évenkénti munkaülések, az ezeken kialakult egészséges viták és a minden részletre kiterjedő tapasztalatcsere, meggyőződésünk szerint számos zsákutca elkerüléséhez vezettek.

Fölbecsülhetetlennek érezzük együttműködésünkben azt is, hogy ennek révén a legújabb szakmai eredményekhez igen gyorsan jutottunk hozzá, s ezzel fejlődésünk egyenletessége javult.

Valamennyi együttműködő ország tevékenységét előnyösen befolyásolta az is, hogy mások eredményeinek tükrében megláthatta munkája erős és gyenge oldalait és az állandóan tevékenységének javítására ösztönözte. Különösen megmutatkozott ez a digitális technika megjelenésének idején, ahol a közös tevékenység mellett megerősödtek a kétoldalú kapcsolatok is, mint pl. NDK—MNK közös műszergyártás, tapasztalatcserek a programrendszerek hatékonyságáról stb.

### *Mélyfúrási geofizika*

A szocialista országok nemzetközi gazdasága szervezetében a Kőolaj- és Gázipari, valamint a Földtani Állandó Bizottság által összefogott és irányított együttműködési témák között mindig szerepelt az ipari geofizika komplex alkalmazásának, valamint műszer- és módszerfejlesztésének problémája. Ezek megoldása jelentős mértékben hozzájárul a karotázstevékenység bővüléséhez, fejlődéséhez. Mivel az ipari geofizika az ásványkutatás egyik legösszetettebb és legsokrétűbb módszere, esetenként sor került arra is, hogy a Gépipari ÁB az Atomenergiái ÁB keretein belül folyó munkába is bekapcsolódjunk.

A KGST-szervezet létrehozása után a tagországok szakemberei kölcsönösen megismertek egymás karotázis szervezetével — az alkalmazott módszerekkel, mérőrendszerekkel, a munka volumenével, azokkal a speciális problémákkal, amelyek az adott ország geológiai viszonyaiból eredően, különös nehézséget jelentettek. Felmérték a szénhidrogén-kutatás perspektíváit és azokat a területeket, ahol az egyes országokban jelentős eredmények születtek, illetve lemaradás volt tapasztalható. E felmérések lehetőséget biztosítottak a tagországok közötti hatékony segítségnyújtásra, együttműködésre.

Így már az 1950-es évek végén kirajzolódtak azoknak az együttműködési területeknek a

körvonalai, amelyek összhangban vannak a szénhidrogén-kutatás fejlődésének világviszonylatban tapasztalható tendenciájával és amelyek napjainkban is az ipari-geofizikát érintő műszaki-tudományos, valamint gazdasági együttműködés tárgyát képezik országaink között.

Két átfogó nagy karotázs szakterület — a mérési módszerek és mérőeszközök fejlesztéséről, valamint a mérési eredmények feldolgozási és értelmezési módszereinek tökéletesítéséről van szó.

1958-ban megkezdődött a KGST-tagországokban gyártott, illetve gyártásra előkészített geofizikai eszközök, műszerek és berendezések listájának összeállítása, valamint a műszaki-fejlesztési munka főbb irányainak meghatározása.

Ennek eredményeként a szocialista országokba irányuló karotázs berendezések exportja mellett, egyre nagyobb mértékben támaszkodunk a hazai szénhidrogén-kutatásban a KGST-országokból származó geofizikai eszközökre. Először a Szovjetunióból történő beszerzésekkel korszerűsítettük műszerparkunkat, bővítettük a mérési választékunkat. Így került sor szovjet műszerek segítségével, többek között a hazai radioaktív mérések bevezetésére, üzemeltetésére, valamint kábeles teszterek alkalmazására. Ugyanakkor az akusztikus mérések kísérleti és ipari használatbavétele NDK-ban gyártott lyukműszerekkel történt.

Az utóbbi években felgyorsult a 4000 m-nél nagyobb mélységekben várható olaj- és gázkészlet kutatása és feltárása, amely bonyolult feladatot jelent, különösen Magyarországon, ahol egyedülálló hőmérsékleti és nyomásviszonyokkal kell megküzdeni.

Emiatt a magyar szénhidrogéniparban, először hazai erőforrásokra támaszkodva, intenzív műszerfejlesztési tevékenység indult meg a hatvanas évek közepén, amelynek célja olyan nagy hőállóságú (max. 260 °C) és nyomástűrő (1200 atm.) lyukműszerek előállítása, amelyek a különleges hazai igényeket is kielégítik és megegyeznek a KGST keretein belül meghatározott műszergyártás-szakosítás elveivel.

Az ennek megfelelően elkészült, a hazai kutatásban általánosan használt 7000 m mélységkapacitású EL—7000 típusú nagymélységű karotázsberendezés, melyet KGST-országokba jelentős számban exportálunk. A hazai alkalmazás mellett szintén KGST exportcikknek számít a 7 elektródás lyukelektronikás laterolog berendezés. Ezen kívül hazai fejlesztésből rendelkezésre állnak a 260 °C-ig hőálló radioaktív berendezések és a 230 °C-ig hőálló akusztikus cementszelvényező mérőműszerek. Fejlesztés alatt van a nagyhőállóságú akusztikus közet-szelvényező és indukciós mérőműszer is.

Értékes eredményeket értünk el a — KGST-országokban is érdeklődésre számot tartó — nagy határfokú, hőálló robbantólánc és robbantó szerkezetek kialakításában, ipari alkalmazásában. A fejlesztés időszakában komoly segítséget kaptunk a szovjet szakemberektől, akik a tapasztalatátadás mellett lehetővé tették,

hogy a szükséges hő-, nyomás- és effektívitás-vizsgálatokat a Szovjetunióban végezhessek el.

A szakemberek idejekorán felismerték, hogy a geofizikai kutatások hatékonyságának jelentős növelése csak az elsődleges információk feldolgozási folyamatának meggyorsítása, a feldolgozás minőségének és megbízhatóságának javítása, az interpretáció objektívitasának és pontosságának emelése révén valósítható meg, ami korszerű matematikai módszerek és számítástechnikai rendszerek alkalmazását teszi szükségessé.

Ezért a KGST munkaterveiben már hosszú évek óta szerepel a terepi és ipari geofizikai adatok elektronikus digitális számítógépeken történő feldolgozására szolgáló módszerek és technikai eszközök fejlesztésének problematikája is.

A KGST Kőolaj- és Gázipari Állandó Bizottságának munkatervébe ötéves időszakot felölelő műszaki-tudományos együttműködési témák kerültek be. Ezek „Nagymélységű fúrásokban végzett ipari-geofizikai mérések új módszereinek, műszereinek és az értelmezés metodikájának kidolgozása”, továbbá a „Geofizikai információ automatizálására, feldolgozására és tárolására szolgáló új módszerek és műszaki eszközök létrehozása”.

A fenti két témában — a KGST Komplex Programjának célkitűzéseit követve, amely a tagállamok tudományos-műszaki együttműködésének fejlesztését, egyes problémák közös tervezését és kidolgozását, valamint a kutatások koordinációját írja elő — az érdekelt tagországok koordinációs központ létrehozására vonatkozó egyezménytervezeteket dolgoztak ki és fogadtak el.

Ezek közül a geofizikai adatok feldolgozásának gépesítésével foglalkozó egyezményt már aláírták az érdekeltek és a Koordinációs Központ, amely a Szovjetunióban van, a közel-múltban megkezdte munkáját.

Remélhető, hogy a Kőolaj- és Gázipari AB soronkövetkező ülészakán a „Speciális ipari-geofizikai tevékenység és perforálási munkák végzése mély és nagymélységű fúrásokban” tárgyú együttműködési szerződés is aláírásra kerül. Megjegyezzük, hogy ebben a témában a koordinátor szerepét a magyar olajipar ipari-geofizikai szervezete vállalta magára, amire a fentebb már említett műszer- és eszközfejlesztési eredményeink adtak lehetőséget.

Az elért olaj- és gázkutatási sikerekben ilymódon, ha több esetben csak közvetve is, de igen jelentős szerepe van a KGST keretein belüli együttműködésnek.

Az előttünk álló feladatok, bár jelentősen megváltoztak, de ma sem kisebbek, mint az elmúlt 25 év alatt bármikor voltak. Meggyőződésünk, hogy országaink az eddiginél is szorosabb együttműködése a felszíni és mélyfúrású geofizika területén további sikereink fontos záloga.

*OKGT Geofizikai Főosztály—GKÜ Szerzői Kollektíva*



## **25 ЛЕТ СЭВ-А. СОТРУДНИЧЕСТВО В ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКЕ НА ПОВЕРХНОСТИ И В ГЛУБОКИХ БУРЕНИЯХ**

(Главный отдел геофизики Венгерского треста нефти и газа, Авторский коллектив Завода геофизических разведок)

Несмотря на разные геофизические (сейсмогеология, петрофизика) условия участвующих стран, организация СЭВ обеспечила уже с начала хорошие возможности для развития и увеличения эффек-

тивности геофизических разведок отдельных стран, среди них и Венгрии. Плодотворное сотрудничество оформлялось прежде всего на территории приборостроения. Одновременно с быстрым развитием техники и с внедрением ЭВМ в промышленности, установилось и на территории разработки и оценки геофизических данных широкое международное разделение труда социалистических стран. В соответствии с Комплексной программой СЭВ образуются для более эффективного проведения геофизических работ различные координационные центры, в постановке которых принимала значительную роль и венгерская геофизика.

# Szerkesztői közlemény

Lapunk színvonalának emelése, a felesleges többletmunka elkerülése és a szerkesztés megkönnyítése érdekében az alábbiakban adunk tájékoztatást a szerkesztés irányelveiről és a kéziratok elkészítési módjáról.

A cikkek kívánatos *terjedelme* (ábrákkal együtt) 3—6 nyomtatott (15—30 gépelt) oldal. Nagyobb terjedelem csak kivételes esetekben fogadható el, de ilyenkor a szerkesztő bizottság fenntartja magának a jogot, hogy a cikket több részben közölje. A szerző minden esetben a teljes cikket köteles beküldeni, akkor is, ha az esetleg több részletben fog megjelenni.

A beérkező cikkek *megjelenési sorrendjére*, általában azok beérkezési időpontja mérvadó, mégis — azok fontossága, aktualitása figyelembevételével — a szerkesztő bizottság egyes cikkeket előre sorolhat.

Lapunk általában csak *első közlésnek* ad helyet. A cikk beküldésével egyidejűleg a szerző nyilatkozni tartozik, hogy a cikk máshol még nem jelent meg. Mással már megjelent cikkek közlését csak egész különleges esetekben tesszük lehetővé.

Vállalati, vagy népgazdasági vonatkozásban *bizalmas adatok közléséért* a szerzőt terheli a felelősség. Kérdésszerű esetekben a szerzőnek feletteseitől a cikkhez írásbeli engedélyt kell mellékelnie. Más szerzők megállapításait, ábráit stb. csak a forrásmunka megjelölésével szabad közölni.

A cikk megjelenése nem feltétlenül jelenti azt, hogy a szerkesztő bizottság annak minden megállapításával egyetért, ezért lapunkban helyt adunk *szakmai hozzászólásoknak*, vitáknak is.

A szakirodalom rohamos mennyiségi növekedése következtében alapvető követelmény a *tömör, szabatos fogalmazás*. Célszerű a cikkeket alcímekkel tagolni, a legfontosabb gondolatokat kurzív szedéssel (a kéziratban aláhúzással) kiemelni. Levezetések nem *közlünk teljes terjedelemben*. Számítási módszerek cél szerű — miként a levezetésekénél is — csak a kiindulást és a végeredményt megadva, számpéldával is szemléltetni. Prospektusokból vett adatok, elnevezések használatát lehetőleg kerülni kell, vagy hivatkozni kell a forrásmunkára.

A szerkesztőség fenntartja magának a jogot, hogy a nyelv helyessége érdekében a kéziratokban javításokat végezzen.

A cikkeket *két példányban* kell beküldeni. Csak géppel, 25 soros (2-es sorköz, egy-egy sorban 50 leütés, 3—4 cm-es margó) oldalakon írt, tisztán olvasható kéziratokat fogadunk el. A gépelt anyag első példányát és egy másolatot kérünk.

A *cikk címe* röviden, tömören jellemezze a tartalmat. A szerkesztő bizottság — szükség esetén — fenntartja magának a jogot a cím módosítására.

Egy-egy szakterületről teljes áttekintést csak kivételes esetben közlünk. Általában a tudományág már ismert tételeihez csatlakozóan kell a részletkérdéseket ismertetni.

Minden cikkhez — *külön oldalra gépelve* — legfeljebb 10—15 soros *összefoglalót* kell mellékelni. Mivel ezt idegen nyelvre fordítatjuk, itt különösen ügyelni kell a világos, rövid mondatokban történő fogalmazásra, valamint arra, hogy az összefoglalás jól fedje a tartalmat. (A tartalmi összefoglaló ne legyen a cím kibővített megismétlése!)

Különös gondot kell fordítani a *képletek* írására. A bonyolult képleteket jól olvasható kézírással célszerű beírni. A képletekben szereplő jelek értelmezése a képlet után is megadható, de több jel esetén célszerűbb a

jelek értelmezését (a mértékegységeket is feltüntetve) a cikk végén „JELÖLÉSEK” címmel külön lapon felsorolni. Képleteknél a törtvonal zárójelként nem alkalmazható; ezeket kérjük kézzel beírni. Ugyancsak különbséget kell tenni az „l” betű és az „1” szám között! Különös gondot kell fordítani az idegen (görög, gót stb.) betűk írására.

Mindenhol az SI rendszer *mértékegységei* használandók. („Fizikai mértékegységek neve, jele és mértékegysége” című szabvány MSZ 4900/1—11—70). Külföldi szerzők cikkeiben is a fenti szabvány mértékegységeit kell használni.

A terjedelmes *táblázatok* közlését kerülni. Minden egyes táblázatot kérjük *külön oldalra* gépelni és sor számmal ellátni. A szövegben minden táblázatra hivatkozni kell és a táblázat helyét és számát a szöveg mellett a margón is fel kell tüntetni.

Az *ábrákat* lehetőleg a lapban kívánt méret 2—3-szorosára készítsük. Számuk lehetőleg ne legyen több mint nyomdai oldalanként 1—2. Az ábrákat is két példányban kell beküldeni, tusrajz megfelelő, fontos az éles, jól látható kivitel. Grafikonokra célszerű koordinátahálót rajzolni. Az ábrákat arab számjegyű *sorszámmal* kell ellátni. Az *ábraaláírásokat külön lapra* kérjük gépelni. Ha ábraaláírás nincs, a rajzokat — azok számának taxatíve való felsorolásával — külön lapon fel kell tüntetni.

A szövegben minden ábrára hivatkozni kell. Az ábraszámot a kívánt helyen a margóra kérjük kiírni.

*Fényképekből* jól exponált, éles, tiszta másolatokat kérünk, ugyancsak két példányban, maximálisan 9 x 12 cm méretben. Felsorolásnál a fénykép is ábrának számít; a számozás folyamatosan történjen.

Az *ábrákat és fényképeket* nem szabad a szöveg közé beragasztani, hanem külön kell mellékelni.

Az irodalmi hivatkozásra vonatkozóan az alábbi részletes és feltétlenül megszívlelendő előírások betartását kérjük.

A cikk végén *külön kéziratban* IRODALOM cím alatt, szögletes zárójelbe tett számozással kell felsorolni a műveket, mindenkor *a mű eredeti megjelenési nyelvén*.

Példák:

a) *Könyvek esetében:*

[1] Scheffer V.: Geofizikai kutatómódszerek. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, 1951

Két vagy több szerző esetén a nevek között hosszú kötőjelet alkalmazunk.

[2] Demeter J.—Szabady J.—Szandtner F.: Villamosgép gyártás-technológiája. I. kötet. Tankönyvkiadó, 1952.

Idegen szerzők esetén a szerzők családneve után vesszőt teszünk.

[3] Baeckmann, W.—Schwenk, W.: Theorie und Praxis der elektrochemischen Schutzverfahren. Verlag Chemie GmbH Berlin, 1971.

[4] Bonnar, R. U.—Dimbat, M.—Stross, F. H.: Number average molecular weights. Intersci. N. Y., 1958.

[5] Éjgelesz, R. M.: Razrusenie gornüh porod pri bureonii. Nedra Moszkva, 1971.

b) *Folyóiratok esetében* a szerzők neveit illetően a fentiek szerint kell eljárni. A cikk címét ez esetben is eredeti nyelven kell megadni, de az évszámot a leírás végén zárójelbe tesszük.

[6] *Riley, H. G.*: A short cut to stabilized gas well productivity. *J. Pet. Tech.* 5 537—42 (1970).

[7] *Guszman, M. T.—Kuznecova, I. I.—Gel'man, A. B.* Turboburü dlja bureniya almaznümi dolotami. *Neftjanoe Hozjajsztvo* 11 9—12 (1972).

Az orosz szövegeket betű szerint (nem kiejtés szerint kell átírni. A kötetszámot kettős aláhúzással (3), a folyóirat számát egyes aláhúzással (11) adjuk meg. Az oldalakat lehetőleg -tól -ig ajánlatos feltüntetni hosszú kötőjellel (32—6, 46—52, 114—6, 118—22, 196—203).

Ha azonos nevű, de más-más országban megjelenő folyóiratról van szó, a folyóirat megnevezése után zárójelben meg kell adni a megjelenés helyét is, pl. Nafta (Zagreb), vagy Nafta (Katowice). Ha egy éven belül a folyóirat kötetszáma változik, pl. *World Oil*-ből egy évben két kötet jelenik meg 1-től 7-ig terjedő számmal, akkor legcélszerűbb a hónapot kiírva megadni. *Pl. World Oil, December* 39—46 (1972).

Egyes folyóiratokra a szakmailag ismert rövidítés is alkalmazható (IECh, JPT, Izv. AN SZSZSZR), úgyszintén a szabványos rövidítések a *Bulletin, Journal, Zeitschrift, Zsurnal, Revue, Lepok* megjelölésére (B., J., Z., Zs., R., L.).

c) *Egyéb kiadványok:*

[8] MSZ 13 802.

[9] *Strádi G.*: Jelentés a propán-butángáz tűzoltói kísérletekről. *BM—TOP* 2219/7ú. számú téma. Bp. 1970. IX. 17.

[10] *Operating and service manual of vapor pressure osnometer.* Hewwlett-Packard.

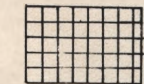
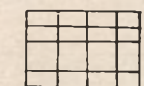
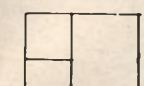

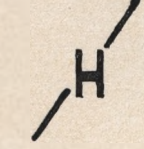
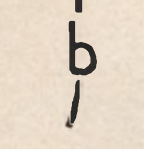
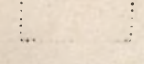
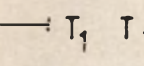
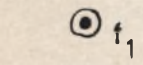
Kérjük t. cikkíróinkat, hogy kézirateikat a jövőben az előbbieken vázoltak szerint elkészíteni szíveskedjenek!

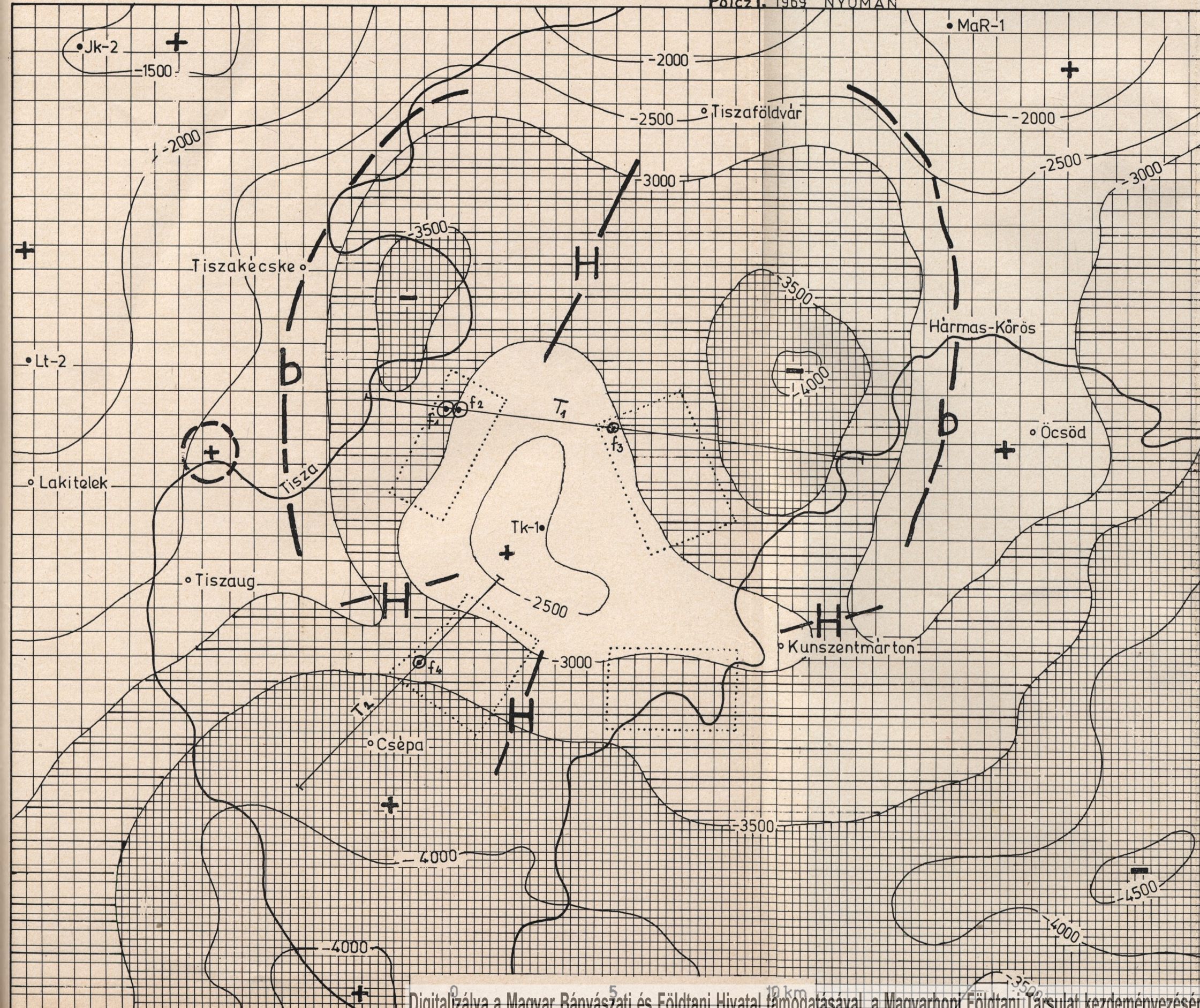
A SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

# A NAGYSŰRŰSÉGŰ ALJZAT TÉRKEPE TISZAKÉCSKE-KUNSZENTMARTON KUTATÁSI TERÜLETEN GRAVITÁCIÓS MÉRÉS ALAPJÁN

Polczl. 1969 NYOMÁN

## JELMAGYARÁZAT

-  -3500 m alatt a tengerszínhez viszonyítva
-  -3500-3000 m között
-  -3000 m felett  
(sraff nélkül: feltételezett dóm jellegű kiemelkedések Moldvay L. szerint)
-  centrum, geoelektromos mérés alapján
-  feltételezett szerkezeti hidak Moldvay L. szerint
-  feltételezett peremsüllyedékek külső szélei Moldvay L. szerint
-  szegélydomborulatok kísérleti kutatására javasolt területek Moldvay L. szerint
-  T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> szeizmikus szelvények, OKGT-MÁELGI
-  f<sub>1</sub> javasolt „periféria” fúrások a szelvények alapján (lásd a 12. és a 13. ábrát)

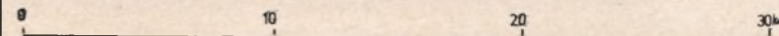


A PANNON KÉPZŐDMÉNYEK FEKVŐJÉNEK SZINTVONALAS TÉRKÉPE BIHARNAGYBAJOMNÁL KÖRÖSSY L. 1970. NYOMÁN 14. ábra



JELMAGYARÁZAT

- H** feltételezett szerkezeti 'hidak' Moldvay L. szerint
- b** feltételezett peremsüllyedések külső szélei Moldvay L. szerint
- szegélydomborulatok kísérleti kutatására javasolt területek Moldvay L. szerint
- a fekvő mélysége a tengerszinthez viszonyítva nagyobb-2000 m-nél
- ?** irodalmi adatok alapján nem kiértékelhető terület



# Folyóiratszemele

(Folytatás a 32. oldalról)

A felvázolt lehetőségek megvalósítása érdekében fontosnak tartja olyan alapvető feladatok elvégzését, mint a paleogeográfia és geokémiai folyamatok rekonstrukciója, egységes sztratigráfiai időbeosztás megállapítása,

egységes készletfelmérés és földtani térképezés, új ki-termelési és feldolgozási módszerek kifejlesztése.

Mindehhez természetesen a világ tudósainak és műszaki szakembereinek összefogása, munkájuk koordinálása, és az egyes országok kormányainak, nemzetközi szervezeteknek megértő támogatása szükséges.

Ásványi nyersanyag	1972-ben megállapított készletek (millió tonna)	Főbb országok
<b>Fémes ásványok</b>		
Vas	232 000 (64 000) ismert	Ausztrália, Brazília, Kanada, Chile, India, Franciaország, Norvégia, Svédország, Egyesült Királyság, USA
Mangán	1014 (403 bizonyított és feltételezett)	Brazília, Gabon, India, Dél-Afrikai Köztársaság
Titán	659,6 (több mint 50%-a a Bushveld összlet része, nehezen előkészíthető)	Ausztrália, Kanada, India, Dél-Afrikai Köztársaság, Norvégia, USA, Kamerun, Malaysia, Mozambique, Új-Zéland
Króm	1 451	Irán, Malgas Köztársaság, Fülöp-szigetek, Rhodesia, Dél-Afrikai Köztársaság, Törökország
Nikkel	72,16 (31,3 bizonyított és feltételezett)	Ausztrália, Kanada, Kolumbia, Indonézia, Új-Kaledónia, Fülöp-szigetek, Venezuela
Molibdén	5,2 (3,5 bizonyított és feltételezett)	Kanada, Chile, Grönland, Mexikó, Peru, USA
Réz	334 (203 bizonyított és feltételezett)	Kanada, Chile, Peru, USA, Zambia, Ausztrália, Guatemala, Irán, Japán, Fülöp-szigetek
Ólom	100,8 (61,1 bizonyított és feltételezett)	Ausztrália, Kanada, Mexikó, Peru, USA, Japán
Cink	150,4 (94,6 bizonyított és feltételezett)	Ausztrália, Kanada, NSZK, Japán, Mexikó, Peru, USA
Ón	7,1 (2,9 bizonyított és feltételezett) (60% alluviális telepben)	Ausztrália, Bolívia, Burma, Indonézia, Nigéria, Thaiföld, Brazília, Zambia, Zaire
Alumínium (Bauxit)	9,500 (3,500 bizonyított és feltételezett)	Ausztrália, Franciaország, Ghana, Guinea, Indonézia, Jamaika, Malaysia, Sierra Leone, Suriname
Higany	0,498 (többsége monomineralikus higanytelepekben)	Kanada, Olaszország, Mexikó, Spanyolország, USA
Arany	35—40 (ezer t)	Ausztrália, Kanada, Ghana, Fülöp-szigetek, Dél-Afrikai Köztársaság, USA
A platina csoport fémei	6,966 (t)	Kanada, Kolumbia, Dél-Afrikai Köztársaság, USA
Uránium	1,039 (ezer t)	Kanada, Franciaország, Dél-Afrikai Köztársaság, USA
Ezüst	270—300 (150—170 bizonyított és feltételezett (ezer t)	Ausztrália, Kanada, Mexikó, Peru, USA
<b>Vegyes ásványok</b>		
Kálium (K <sub>2</sub> O)	63,00	Kanada, Franciaország, NSZK, Olaszország, Spanyolország, USA
Kén (termés)	912,5	Chile, Irán, Mexikó, USA
Foszfát (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	67,500	Algéria, Marokkó, Tunézia, USA, Venezuela
Borát (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	187,0	Argentína, Chile, Törökország, USA
Kaolin	10,040	Franciaország, NSZK, India, Egyesült Királyság, USA
Grafit	157,2	Ausztria, NSZK, Koreai Köztársaság, Malgas Köztársaság, Mexikó
Azbeszt (rostos)	96,0	Ausztrália, Kanada, Dél-Afrikai Köztársaság, USA
Gyémánt	140,3	Kanada, Franciaország, Olaszország, Zambia, Mexikó, Dél-Afrikai Köztársaság, Thaiföld, Egyesült Királyság, USA
Gyémánt	1,0 (milliárd karát)	Afrika, Brazília, Venezuela

D. E.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>д-р В. Данк—д-р Й. Хингл—Дь. Сабо—И. Берци:</i> Положение сверхглубокой разведки углеводородов в Венгрии .....	1
<i>Л. Барабаш—Б. Кадингер—Г. Тихани:</i> Общие направления КИП в глубоком бурении .....	11
<i>Дь. Сабо:</i> Современные инструменты сверхглубоких бурений с особым вниманием на венгерские опыты .....	15
<i>Б. Тот—Й. Чаба—М. Фюлеп:</i> Исследование влияния некоторых физико-механических свойств горных пород на процесс оптимизации режима бурения .....	19
<i>Р. Петер—Т. Треффлер—К. Сабари—Б. Пертик—д-р Й. Дорман:</i> Аспекты выбора цементных рецептур и практические опыты цементирования сверхглубоких скважин .....	27
<i>д-р Л. Молдави:</i> Вопрос куполообразных неогеновых движений с точки зрения разведки углеводородов на Большой венгерской низменности .....	33
<i>Главный отдел геофизики Венгерского треста нефти и газа — Авторский коллектив Завода геофизических разведок: 25 лет СЭВ-а. Сотрудничество в геофизической разведке на поверхности и в глубоких бурениях .....</i>	43
Сообщение редакции .....	46

