

# Földtani Kutatás

1973. XVI. évfolyam 1-2. szám

## TARTALOMJEGYZÉK

	<i>Dr. Alliquander Ödön:</i> A rotari fúrás jövője	1
	<i>Dr. Hingl József—Lendvai László—Németh Ferenc—Szabó György:</i> A hazai nagymélységű fúrási tevékenység problémái, értékelése	13
	<i>Tóth Zoltán:</i> A kiegyensúlyozott nyomású fúrás néhány problémája	26
	<i>Balla Imre:</i> Irányított ferdefúrások szerszámösszeállítás	27
	<i>Dr. Hingl József—Tóth Béla:</i> Mélyfúrások optimalizálási lehetőségei	33
Felelős szerkesztő:	<i>Horn János—Szirmay András:</i> A hazai szilárd ásványi nyersanyag-kutatás fúróberendezéseinek fejlődése napjainkig és a fejlesztés további perspektívái	45
DR. FÜLÖP JÓZSEF	<i>Falusi István:</i> Gyorsmagszedős (Wire—Line) fúrási tapasztalatok	64
	<i>Mecsnóber Miklós:</i> Nagyatméréjű fúrások a magyar bauxitbányászatban	71
	<i>Várhegyi Pál:</i> Földtani kutatófúrások kérdései	79
	<i>Dr. Pataki Nándor:</i> Kútépítési technológiánk néhány időszerű kérdése	84
A szerkesztő bizottság:	<i>Fülöp Miklós:</i> Az elektronikus számítástechnika alkalmazása a mélyfúrás kutatási tervezési és üzemi feladataihoz	94
DR. ALFÖLDI LÁSZLÓ, DR. ADAM OSZKÁR, DR. BARNABÁS KÁLMÁN, DR. DANK VIKTOR, DR. JANTSKY BÉLA, DR. JUHÁSZ JÓZSEF, DR. KASSAI FERENC, MORVAI GUSZTÁV, DR. NEMECZ ERNŐ, DR. VARJÚ GYULA, DR. VITÁLIS SÁNDOR	<i>Molnár György:</i> A KGST-tagországok nemzetközi együttműködése a kutató fúróberendezések gyártása terén	93
	<i>Kovács István—Streicher Ferenc:</i> Fúrógép- és technológiafejlesztési program gazdaságossági kérdései	102
	<i>Csath Béla:</i> A hévízkutak kútféjkiképzésének kialakulása	110
	<i>Hírek</i>	
	<i>Szabó György:</i> A nagymélységű fúrástechnika műszaki technológiai újdonságai	125
	<i>Kitüntetések</i>	123

## I N H A L T

	<i>Dr. Alliquander, Ö.:</i> Die Zukunft des Rotarybohrens	1
Szerkesztő:	<i>Dr. Hingl, J.—Lendvai L.—Németh, F.—Szabó, Gy.:</i> Probleme und Auswertung der Tiefbohrarbeiten in Ungarn	13
LUKÁCS JENŐ	<i>Tóth, Z.:</i> Einige Probleme des Bohrens mit ausgeglichenem Druck	23
	<i>Balla, I.:</i> Zusammenstellung der Instrumente bei gerichteten Schrägbohrungen	27
	<i>Dr. Hingl, J.—Tóth, B.:</i> Optimierungsmöglichkeiten von Tiefbohrungen	38
*	<i>Horn, J.—Szirmay, A.:</i> Entwicklung der Bohranlagen in der einheimischen Forschung fester mineralischer Rohstoffe bis heutzutage und die Perspektiven der Weiterentwicklung	45
	<i>Falusi, I.:</i> Erfahrungen beim Bohren mit ausbaubarem Kernrohr	64
	<i>Mecsnóber, M.:</i> Bohrungen mit grossem Diameter im ungarischen Bauxitbergbau	71
	<i>Várhegyi, P.:</i> Fragen der unterirdischen Erkundungsbohrungen	79
	<i>Dr. Pataki, N.:</i> Einige aktuelle Fragen der ungarischen Brunnenbautechnologie	84
Szerkesztőség:	<i>Fülöp, M.:</i> Anwendung der elektronischen Rechentechnik zu den Aufgaben der Erforschung, Planung und des Betriebes bei Tiefbohrungen	94
Budapest, I., Iskola u. 13., III. 311.	<i>Molnár, Gy.:</i> Internationale Zusammenarbeit der Mitgliedsländer des RGW in der Herstellung von Bohranlagen zu Erforschungsarbeiten	93
Telefon: 319-598	<i>Kovács, I.—Streicher, F.:</i> Wirtschaftlichkeitsprobleme des Entwicklungsprogramms der Bohrgerätetechnologie	102
	<i>Csath, B.:</i> Entwicklung der Bohrlochkopfausstattung bei Thermalbrunnen	110
*	<i>Information</i>	
	<i>Szabó, Gy.:</i> Technologische Neuigkeiten der Tiefbohrtechnik	125
	<i>Auszeichnungen</i>	123

## C O N T E N T S

	<i>Dr. Alliquander, Ö.:</i> Future of rotary drilling	1
	<i>Dr. Hingl, J.—Lendvai, L.—Németh, F.—Szabó, Gy.:</i> Problems and estimation of the deep drilling activity in Hungary	13
	<i>Tóth, Z.:</i> Several problems of drilling with equalized pressure	23
	<i>Balla, I.:</i> Set of tools at directional slope drillings	27
	<i>Dr. Hingl, J.—Tóth, B.:</i> Possibilities of optimization of deep drillings	33
*	<i>Horn, J.—Szirmay, A.:</i> Evolution up to the present and development perspectives of drilling rigs for solid raw material prospecting in Hungary	45
	<i>Falusi, I.:</i> Experiences at drilling with wire line coring	64
	<i>Mecsnóber, M.:</i> Large diameter boreholes in the Hungarian bauxite mining	71
	<i>Várhegyi, P.:</i> Problems of underground exploratory wells	79
	<i>Dr. Pataki, N.:</i> Several questions of the hour in the Hungarian well boring technology	84
	<i>Fülöp, M.:</i> Application of electronical computer technique to the recovering, planning and working tasks of deep drilling	94
	<i>Molnár, Gy.:</i> International co-operation of CMEA members in the production of prospecting drilling rigs	98
	<i>Kovács, I.—Streicher, F.:</i> Rentability problems of the development programme for drilling machine technology	102
	<i>Csath, B.:</i> Development of well head equipment at thermal wells	110
	<i>Information</i>	
A Földtani Kutatás megjelenik évente négy alkalommal	<i>Szabó, Gy.:</i> Technological innovations of deep drilling technics	125
Egy-egy lap ára 5,— Ft	<i>Decorations</i>	128
Előfizetés és terjesztési ügyben felvilágosítást a Magyarhoni Földtani Társulat		
(Bp., VI., Anker köz 1.) ad		
Telefon: 229-870		



# A rotari fúrás jövője

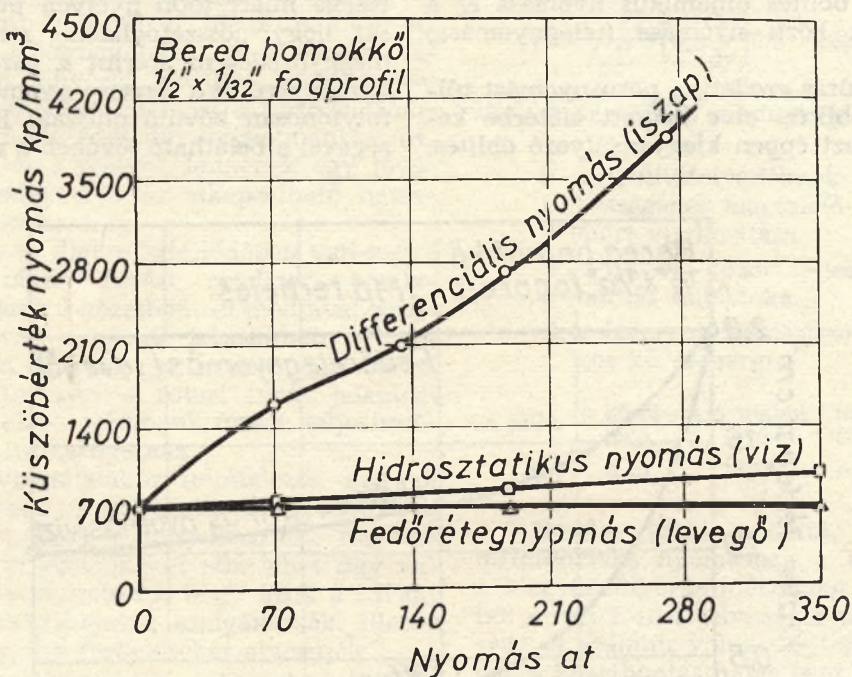
Írta: Dr. Alliquander Ödön

## Bevezetés

A majnafrankfurti 6-ik Kőolaj Világ Kongresszus egyik sokat idézett főelőadásában<sup>1</sup> André Giraud, az IFP (Francia Kőolaj Intézet) akkori igazgatója szinte meghúzta a vészharangot a rotari fúrás fölött; az USA mélységgel változó fúrási költséggörbéjéből kiindulva kifejtette, hogy a rotari fúrás lyuktalpi kőzetbontása a nagyobb mélységekben rendkívül gazdaságtalan. Kimutatta, hogy 1 dm<sup>3</sup> kőzet kifúrása 4000 m-ben és kiemelése onnan százszorosába kerül mint ugyanez a művelet közepes mélységből. Ilyen rohamos költségnövekedést szerinte sem az erőátviteli nehézségek, sem a mélységgel növekvő nyomások nem indokolnak. A rohamos költségnövekedést a rotari fúrás mélybeli kőzet-

küszöbértékére), illetve az ebből adódó nyomásküszöbértékre rendkívül érzékenyek. Maurer az idézett tanulmányában bemutat egy kísérletet, amely szerint 20 at differenciális nyomáson 10 kp/mm<sup>2</sup> érintkezési nyomással csak lenyomatot kapott a homokkő magon, ugyanakkor 110 kp/mm<sup>2</sup> érintkezési nyomással már nagy kráter képződött.

Maurer további kísérleti eredmények alapján diagramban leszögezi, hogy a nyomásküszöb nagysága független a fedőrétegek terhelésétől; a hidrosztatikus nyomás viszont a küszöbértéket növeli (pl. 280 at hidrosztatikus nyomás mintegy 25%-kal). A nyomásküszöb nagysága viszont hatszorosára növekszik a differenciális nyomás 280 at-ás értékével (1. ábra).



1. ábra: A különböző nyomások hatása a kőzetbontás fúrófog alatti nyomásküszöbének nagyságára (W. C. Maurer szerint)

bontás nagyon kis határfokának kell tulajdonítani, amelyet — mint mondotta — a talpi fúrómotor nagyobb teljesítménye sem tud kompenzálni.

Azóta a mélybeli kőzetbontás körülményeit sok szempontból tisztázták:

Garnier és Van Lingen<sup>2</sup> mutattak rá először arra, hogy az öblítés differenciális nyomása jelentős kőzetszilárdító és fúrási sebességet csökkentő hatása van. Maurer egyik tanulmányában<sup>3</sup> a fúró határterhelésének tulajdonít nagy jelentőséget mondván „a kráterképződés a fúrófogak alatt csak a határterhelés elérésekor indul meg”. Az egyes kőzetek a rájuk érvényes határterhelésre (a hatékony fúróterhelés ún.

Különösen érzékenyek a márgarétegek az érintkezési nyomásküszöbre. Maurer ismertet egy olyan márgával végzett kísérletet, amelynek során a differenciális nyomást 0-ról 350 at-ra emelve a nyomásküszöb 224 kp/cm<sup>2</sup>-ről 4000 kp/cm<sup>2</sup>-re emelkedett. Ez a magyarázata annak, hogy miért fúrhatók nagy mélységben a márgarétegek és a tömött eruptívumok nehezen, különösen nagyfajsúlyú öblítőiszappal, hacsak igen nagy fúróterheléssel nem sikerül a küszöbértéket túllépni. Ehhez azonban, különösen eruptív kőzetekben a 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>”—9”-es méretű fúrókhoz 30—35 Mp fúróterhelésre is szükség lehet. Ezért hatékonyak ilyen kőzetekben a keményfémbe-tes ún. kobra fúrók, amelyeken a keményfém-



lencsék, fogak érintkezési felülete kicsi, s így a nyomásküszöb túllépése könnyebben érhető el.

A hatékony kőzetaprítást a folyadékoszlopnyomás, azaz a differenciális nyomás a kráterterfogat csökkenésével is erőteljesen mérsékli. Bár a fúrófog alatt képződő kőzetkráter tőrfogatát a fedőréteg nyomása úgyszintén nem befolyásolja, ezzel szemben a hidrosztatikus nyomás növekedése, pl. 350 at-ra, a kráterterfogatot felére csökkenti. Ez a vízőblítéses fúrás esete. Ha viszont az iszapöblítés hatására a porózus kőzetben ugyanez a nyomás differenciális nyomásként érvényesül, ez a kráterterfogatot már 90%-kal csökkenti (2. ábra).

Újabban Yang és Gray<sup>4</sup> úgy értékelte ezt a kérdést, hogy ha a lyuktalpi hidraulikus nyomás hatására a kőzetben a feszültség növekszik, ez csökkenti a fúrófog alatti kőzetkráter volumenét, a furadékszemet kipattintó energiát, illetve az érvényesülő energia maximumát. Ennek alapján, de egyéb laboratóriumi és üzemi eredményekre is hivatkozva Bingham<sup>5</sup> leszögezi azt, hogy egyébként azonos fúrási tényezők mellett a fúrási sebesség akkor lesz a legnagyobb, ha az öblítés dinamikus nyomása és a kőzet pórusok közti nyomása (telepnyomása) egyenlő.

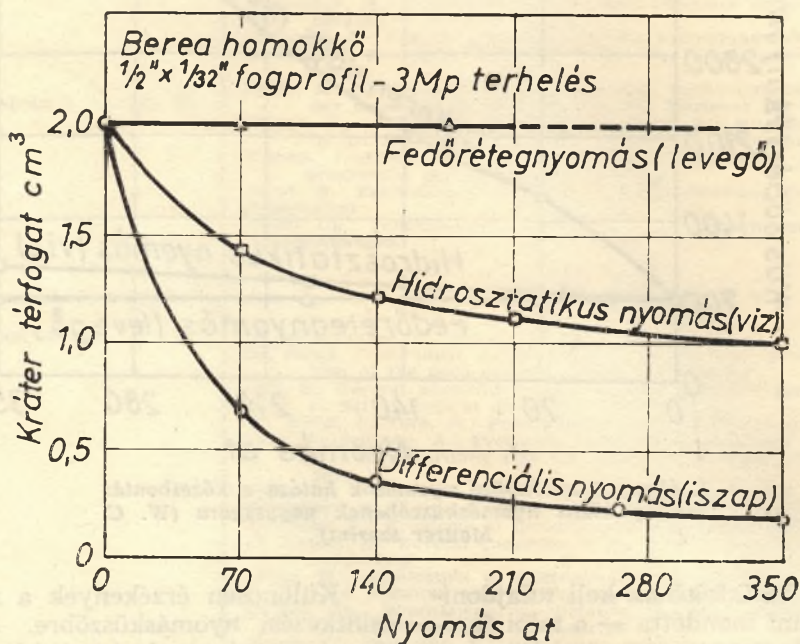
A rotari fúrás eredeti, a pórusnyomást túl-ellensúlyozó öblítési elve helyett előtérbe került tehát az azt éppen kiegyensúlyozó öblítés.

terhelést bíró fúrófajták megjelenésével, elterjedésével, egyidejűleg megjelennek a furadékszemek elsodródása szempontjából kedvezőbb reológiai paraméterekkel rendelkező, kis szilárdanyag-tartalmú vagy szilárdanyag nélküli ún. nem diszpergált öblítőfolyadékok, tökéletesedik a fúrási tényezők optimalizálása, az ezek alapján számítógéppel vezérelt fúrás. Kérdés, vajon elegendő-e a rotari fúrás ilyen utakon elérhető — egyébként igen jelentős — fejlődése a világ fokozódó nyersanyag- és energiahiányának fedezését célzó kutató- és feltárófúrások gazdaságos és kellő ütemű mélyítéséhez.

Tisztázandó kérdés, mit lehet várni a közeli és a távolabbi jövőben a rotari fúrástól és mit az esetleges újszerű kőzetbontáson alapuló fúrás módoktól.

### 1. A rotari jet-fúrás

D. S. Rowley azzal a végkövetkeztetéssel zárja a rotari fúrás jövőjét elemző, s több európai szakfórumon elmondott, s éppen nagy jelentősége miatt több nyelven megjelent<sup>6</sup>, előadását, hogy: „összefoglalólag megállapítom, hogy meggyőződésem szerint a gazdaságosság követelményére, és a verseny nyomására, valamint a folytonosan bővülő műszaki lehetőségek segítségével a belátható jövőben a rotari fúrás jelen-



2. ábra: A különböző nyomások hatása a fúrófog alatti kőzetkráter volumenére (W. C. Maurer szerint)

Ez nemcsak jelentősen nagyobb fúrási sebességet eredményez, de — látszólag paradox módon — kisebb lesz a fúrás kockázata, azaz csökken a fúrás folyamatosságát megszakító súlyos üzemzavarok (iszapvesztés, kitörés, fúrószerszám-szorulás) veszélye, egyszerűbb, olcsóbb és megbízhatóbb lesz a fúrólyuk szerkezete.

A hatékonyabb mélybeli kőzetbontás feltételeinek tisztázása egybeesett a nagyobb fúró-

tós és folytonos teljesítménynövekedésére lehet számítani, olyannyira, hogy az egyéb újszerű fúrási módszerek érvényesülési feltételei, különösen ha a gazdaságosság szempontjából értékelik az eredményeket, rendkívül nehezzé váltak”.

Rowley fejtegetései során éppen abból indul ki, hogy az elmúlt években az újszerű fúrás módok lehetőségeiről, az ezekkel elérendő,



vagy elérhető eredményekről sokat írtak, de szinte mindig elsiklottak a rotari fúrás mód folytonosan növekvő teljesítményei fölött. A fúrófajták tökéletesítéséről megjelent számos tanulmány, üzemi esetleírás, továbbá azok a tények, hogy mind az átlagos fúrási sebesség, mind a fúrónkénti előhaladás növekszenek, s így természetesen a fajlagos fúrási költségek csökkennek, élesen rávilágítanak arra, hogy a rotari fúrás közel sincs fejlődése csúcán, s teljesítményei közel sem érték el felső határukat.

Érdemes Rowley fejtegetései alapján áttekinteni: mik a mai modern rotari fúrás — és mik a távolabbi jövő, a „futurisztikus” rotari fúrás várható lehetőségei a fúrási teljesítmények növelése szempontjából.

A rotari fúrás kilátásainak, teljesítményeinek előrejelzése, illetve jövőbeli vezető szerepének valószínűsítése érdekében az alábbi kérdéseket kell elemezni, illetve választ kell adni arra, hogy

- mik azok a kritikus erők, anyag-igénybevételek amelyekkel a rotari fúrás módjánál a jövőben számolni kell;
- egy feltételezett jövőbeli (5—10 évvel későbbi) helyzetben biztosíthatók-e az anyag-igénybevételek ma érvényes biztonsági tényezői, továbbá fokozhatók-e a fúrási teljesítmények a fúrószerszámmal közölt nagyobb teljesítmények útján, illetve melyek lennének egy jövőbeli helyzetben az elképzelhető határterhelések;
- létezik-e, illetve kifejlődőben van-e egy más olyan fúrási rendszer, amelynek újszerű kőzetbontási módjával, szerkezetével nagyobb teljesítményt lehet közölni, s amelynek ezáltal elért fúrási teljesítményei a rotari fúrás jelenlegi vagy előre jelezhető fúrási teljesítményeit túlszárnyalnák.

Rowley vizsgálatokor feltételezte, hogy a rotari fúróberendezés elemeit: az emelőművet, az iszapszivattyúkat, a forgatóasztalt, fúrótoronyot, a felszíni vezetékeket stb. lehet úgy választani, illetve méretezni, hogy azok a kívánt nagyobb teljesítményeket szolgáltatassák, illetve a várható nagyobb terheléseket elviseljük.

Ilyen feltételezésekkel a fúrási teljesítményeknek (fúrási sebességnek), mélységnek hárt szabó feltétel a legfelső fúrócső kellő szilárdsága. Ennek igénybevételeit vizsgálva egy 3800 m-es fúrásra vonatkoztatva egységesen 1,8 sűrűségű, konvencionális öblítőiszappal

Rowley számítása szerint a

4½" IF	5" XH	5" XH típusú,
E	P—105	S—135 anyagfokozatú, azaz
52	73,5	94 kp/mm <sup>2</sup> folyási határú

fúrócső a fenti tényezőkből adódó igénybevételeket a legnagyobb fő-derékfeszültségre, illetve csúsztatófeszültségre számítva

1,25	1,91	2,07	illetve
1,92	3,24	4,72	

tehát nemcsak azonos, de növekvő biztonsági tényezővel viseli.

A növekvő fúrási tényezőkkel elérhető fúrási sebességet Rowley, Maurer-nek 1968-ban az újszerű fúrási módszerekről megjelent könyvében<sup>7</sup> közölt fúrásisebesség-képlettel számolja. Miután azonban Maurer képlete közvetlenül nem veszi tekintetbe a hidraulikus tényezőket, Rowley kombinálja ezt a képletet, J. R. Eckel-nek ugyancsak 1968-ban közölt<sup>8,9</sup> fúrásisebesség-képletének az öblítésre vonatkozó kifejezésével, vagyis

$$v_f = \frac{5 e P_o}{A E} \cdot \left(0,8 \frac{Qe}{d_f}\right)^{0,5} \text{ képlettel számolta,}$$

ahol Q az öblítés mennyisége,  $q$  az öblítőiszap sűrűsége,

$\gamma$  az öblítőfolyadéknek az öblítősugár sebességének megfelelő nyírási sebéségen mért viszkozitása

$P_o$  a fúróval közölt teljesítmény,  $e$  a kőzetbontás határfoka,

$A$  a fúrólyuk keresztmetszete,  $E$  a fajlagos kőzetenergia,

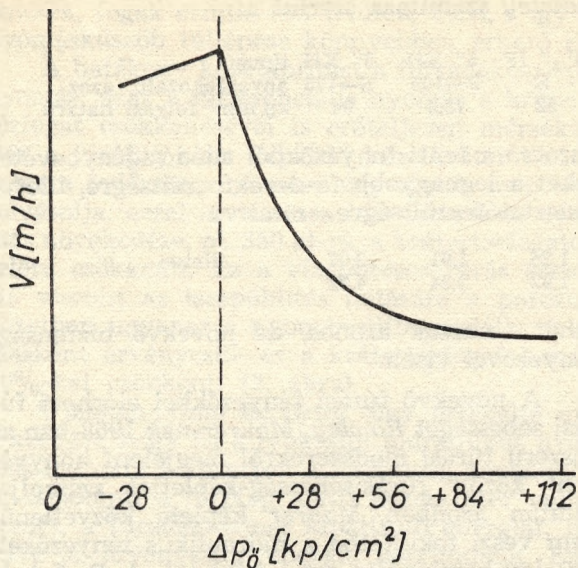
a jelen	a közel- jövő	a távolabbi jövő	(de nem a távoli jövő fúrási sebessége)
2,92	8,46	15,71	m/h-nak adódik.

Rowley tehát, anélkül, hogy a lyuktalpi differenciális nyomásnak a túlellensúlyozásból a kiegyensúlyozás mértékéig való csökkentéséből eredő fúrási sebességet többszöröző lehetőségével számolt volna, — tehát a fenti képletben a kőzetbontás határfokát, az „e”-t, növekvő értékkel vette volna figyelembe —, egyszerűen a „kézben lévő” mechanikus és hidraulikus fúrási tényezők fokozásával a közeljövőben majdnem háromszoros, a távolabbi jövőben több mint ötszörös fúrásisebesség-növekedést mutat ki.

A differenciális nyomás csökkentése, illetve a kiegyensúlyozás pedig egyáltalában nem elhanyagolható, s ma már szintén „kézben lévő” fúrásisebességnövelő tényező. Számos idézett szerző<sup>2,3,4,5</sup> állítja és bizonyítja, hogy a kiegyensúlyozott lyuktalpi nyomáshelyzetben érhető a legnagyobb fúrási sebesség. Bingham<sup>5</sup> a kiegyensúlyozatlanság helyzetéhez, amint a túlellensúlyozottsághoz is, ismét csökkenő fúrási sebességet koordinál (3. ábra). Ennek ellentmondani látszik Vidrine és Benit<sup>10</sup> üzemi eredményekkel alátámasztott az a megállapítása, hogy a fúrási sebesség továbbra is, ha a kiegyensú-

a jelen	a közel- jövő	a távo- labbi jövő	növekvő fúrási tényezőivel azaz
	(3—5 év)	(5—10 év)	
22,7	34,0	45,0	Mp fúróterheléssel,
100	140	160	min <sup>-1</sup> fúrófordulatszámmal
900	1040	1300	LE felszíni öblítési teljesítménnyel, illetve
313	671	900	LE fúrónál érvényesített öblítési teljesítménnyel, végül
81	134	154	m/s öblítősugár-sebességgel számolva





3. ábra: A lyuktalpi differenciális nyomás és a fúrási sebesség összefüggése (M. G. Bingham szerint)

lyozatlanságon túl a pórusnyomás (telepnyomás) nagyobb lesz mint az öblítési nyomás (4. ábra).

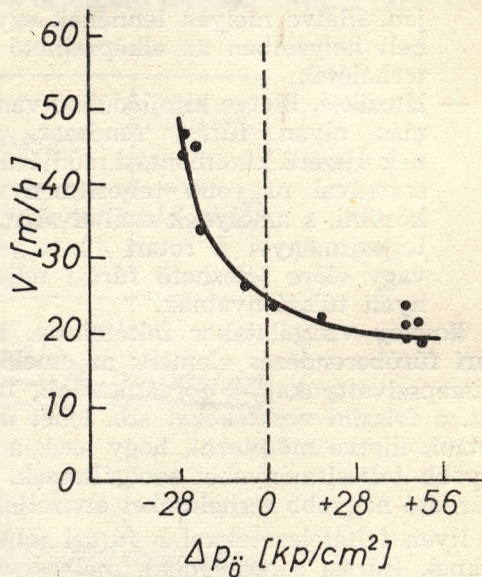
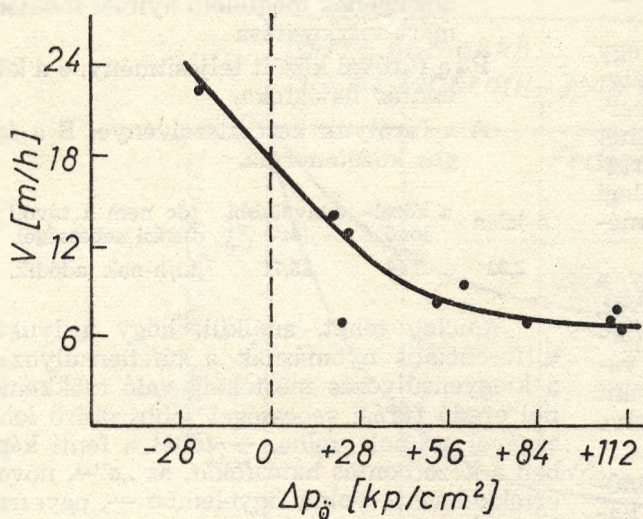
Az üzemi eredmények ilyen értelmezése azonban Bingham szerint a kiegyensúlyozás azon a nem pontos értelmezésén alapszik, hogy

folyadékfelületi nyomása ( $p_{fúró}$ ), laboratóriumi vizsgálatok szerint, együttesen 30—35 kp/cm<sup>2</sup>-t is kitehet.

Ez az értelmezési különbség a magyarázata annak az ellentmondásnak, hogy a Vidrine és Benit által a 4. ábrákon közölt tényleges fúrási sebességgörbék negatív differenciális nyomás, azaz a lyuktalpi kiegyensúlyozatlanság esetében is növekvő fúrási sebességet mutatnak. Valójában a Bingham f. „pontos” értelmezés szerint a kiegyensúlyozott lyuktalpi helyzet vonala, amint azt az 5. ábra felső abszcisszája mutatja, 30—35 kp/cm<sup>2</sup>-el balra tolódik el. Így tekintve a differenciális nyomást, a fúrási sebesség emelkedő ága már nem metszi a kiegyensúlyozott lyuktalpi nyomás origóhoz tartozó koordinátáját, ami a Bingham-féle álláspontot látszik igazolni.

Rowley-nek a rotari fúrás mai, a közeljövő, és a távolabbi jövőbeli teljesítményeit értékelő tanulmánya óta több mint 3 év telt el, s a kiegyensúlyozott nyomású fúrás lehetőségeinek kihasználása nélkül is, illetve annak elvét talán csak szórványosan alkalmazva, a közeljövőre előrejelzett teljesítmények világszerte jelentkeznek.

A kiegyensúlyozott fúrás elve a közepes mélységű fúrások esetében ugyanis csak fokoza-



4. ábra: A lyuktalpi differenciális nyomás és a fúrási sebesség összefüggése tényleges üzemi esetekben (Vidrine és Benit szerint)

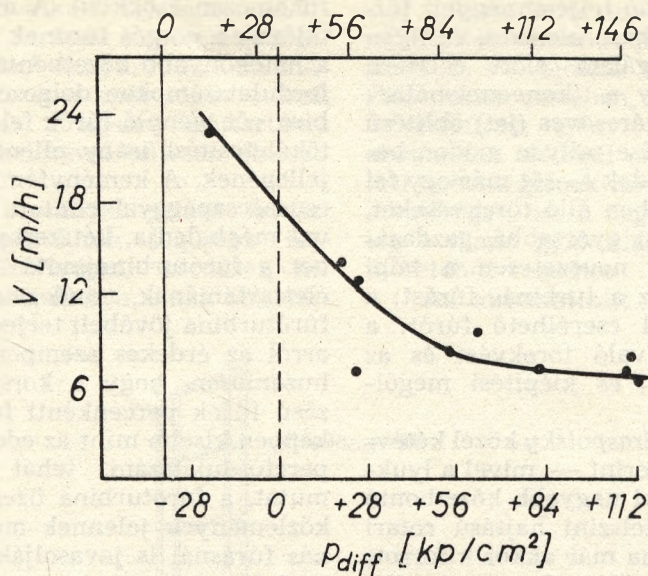
az öblítés dinamikus nyomását egyszerűen a statikus öblítőiszaposzlop-nyomás és a gyűrűs tér áramlási ellenállásának ( $p_{gyt}$ ) összegeként veszik figyelembe. Ezzel az értelmezéssel szemben Bingham szerint a pontos értelmezés:

$$p_{din} = p_{stat} + p_{gyt} + p_{öbl. sugar} + p_{fúró}$$

A két utóbbi tag: az öblítősugar felületi nyomása ( $p_{öbl. sugar}$ ), illetve annak vertikális komponense, továbbá a fúrógörgőknek mint lapátke-reksoroknak legördülésével mozgásba hozott

tosan fog érvényesülni és teszi kedvezőbbé a Rowley f. előrejelzés teljesítményeit. Mind a szovjet<sup>11</sup>, mind pedig az amerika<sup>12, 13, 14</sup> szerzők viszont a nagy mélységek gyors, gazdaságos és biztonságos elérésére a kiegyensúlyozott, azaz helyesebben az „ellenőrzött nyomású” fúrást az egyedül célravezető módszernek tekintik. A nyugat-texasi nagynyomású ultra-nagymélységű gázkutak esetében a fúrási sebességet több mint kétszeresére sikerült növelni, a költségeket pedig felére-harmadára csökkenteni ezen az úton.





5. ábra: A lyuktalpi differenciális nyomás hatása a fúrási sebességre: az alsó abszcissa Vidrine és Benit felfogása szerint, a felső Bingham korrigált álláspontja szerint

Az elmúlt 3—4 évben azután a fúrók tökéletesedése váratlan, nagy lépésekkel haladt előre; a nem diszpergált polimeradalékos öblítőfolyadékok a kedvezőbb kőzetbontást, kedvezőbb furadéksodrást és lyukfalstabilitást eredményező fajtákkal jelentkezett; az optimalizálás az alapvető fúrási paraméterekről a fúrási hidraulika és az öblítőfolyadékok paramétereire is kiterjedt, mindez további új, nagy lehetőségeket ígér a rotari fúrás teljesítménynöveléséhez.

A rotari fúrás univerzális fúrótípusa: a görgős fúró ugyanis „többet tökéletesedett az elmúlt 4 évben, mint az előző fél évszázadban” ezzel a megállapítással kezdi Estes<sup>15</sup> a megfelelő görgős fúró kiválasztásáról írott összefoglaló munkáját. A fejlődés gyorsaságát azzal a példával érzékelteti, hogy pl. az elmúlt évben az ultra-nagymélységű fúrásokra felállított optimális fúrási program, éppen az új fúrótípusok megjelenése miatt már nem érvényes. A legutóbbi években kialakult új fúrótípus a behelyezett keményfém-fogazású, zárt keményfém csúszócsapágyas görgős fúró fogazásválasztéka a külpontos tengelyelrendezésű típusokkal bővült és ezzel az a fúrófajta minden kőzet fúrására alkalmas sorozattal áll rendelkezésre. Márpedig ezek a fúrótípusok máris alkalmasak arra a fúróterhelésre (8—9"-es fúróra 40—50 Mp), amelyet Rowley a „futurisztikus” rotari fúrás-hoz beállított — igaz, hogy a hatékonyabb kőzetbontás érdekében kisebb fúrófordulatszámokkal —, nem is szólva arról, hogy ezeknek a fúróknak élettartamát nem 10 órában, hanem 100 órában lehet mérni, tehát alkalmasak akár egy közepes mélységű (2000—3000 m mély) teljes fúrólyuk vagy fúrólyukszakasz lefúrására.

Egy az öblítőfolyadékok jelenéről és jövőjéről a közelmúltban megjelent tanulmány<sup>16</sup> az öblítőiszap technológiai fejlődésében a legjelentősebb irányzatnak a kőzet és az öblítőfolyadék

egymásrahatásának szabályozását jelöli meg; vonatkozik ez a megállapítás mind a lyuktalpi fúrhatóságra, mind pedig a lyukfal stabilitásának megőrzésére. Tehát az öblítőiszapok szempontjából is a környezethez képest a paraméterek kiegyensúlyozottságának szempontja lépett előtérbe. Ezeknek a törekvéseknek a megvalósítása — mint a tanulmány a jövőről írja — a nem-diszpergált öblítőiszapok további széles körű terjedéséhez vezet. Ezek a kis szilárdanyag-tartalmú öblítőfolyadékok viszont előnyösek a kiegyensúlyozott fúrás szempontjából, s ezen az úton nyújtanak többet mint a Rowley-féle előrejelzés.

Az új fúrótípusok bevezetése (terjedése) és az öblítőfolyadékok környezethatásának tisztázása, a fúró és a kőzet egymásrahatására vezetnek az optimális — tehát olcsóbb és gyorsabb — fúrási technológia jobb megközelítéséhez, tökéletesedéséhez. Így foglalja össze Lummus „Adatszerzés és -elemzés az optimális fúrás céljaira” c. tanulmányban<sup>17</sup> az optimális fúrás új lehetőségeit. Ezeket a lehetőségeket — ismét a Rowley f. előrejelzésen túl — a moszkvai 8-ik Köolaj Világ Kongresszus fúrástechnikáról szóló áttekintő előadásában Roberts<sup>18</sup> úgy értékelte, hogy ezen az úton elérhető költségmegtakarítás a fúrási költségek 10%-ára, tisztán a fúrási költségekre vonatkoztatva ezek 20%-ára tehető, amely %-os értékek természetesen ezeknél a megadott számoknál nagyobb teljesítménynövekedési arányra mutatnak.

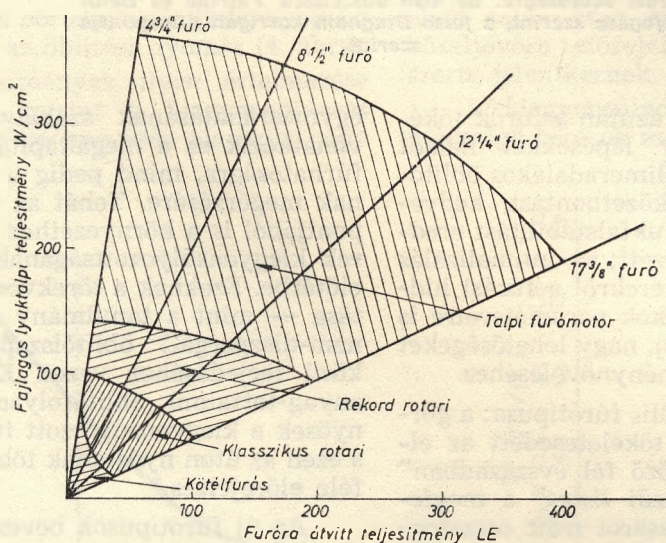
Nem kétséges tehát, hogy a Rowley-féle fúrási teljesítmények növekedésére vonatkozó előrejelzés óta, amelyet csakis az akkor (1970-ben) már rendelkezésre álló lehetőségek kihasználásával alapított, újabb és bőséges lehetőségekkel rendelkezik a rotari fúrás. Valóban jelentősen többet kell nyújtania annak az újszerű kőzetbontási módszerre alapított fúrásmódnak,



hogy a rotari fúrás várható teljesítményeit túlszárnyalja. Az erre vonatkozó elemzés, az ilyen irányú lehetőségek vizsgálata előtt célszerű megvizsgálni azt is, hogy a „konvencionális”, tehát felszíni hajtású, sugárcsöves (jet) öblítésű rotari fúrás vázolt fejlődése milyen módon befolyásolja azokat az évtizedek — sőt már egy fél évszázad — óta az előtérben álló törekvéseket, amelyekkel a rotari fúrást gyorsabbá, gazdaságosabbá igyekszik tenni, nevezetesen a talpi hajtású rotari fúrást, azaz a turbinás fúrást; a fúrószár kiépítése nélkül cserélhető fúrót; a felcsévélhető fúrószárra való törekvést és az automatikus fúrószár be- és kiépítési megoldásait.

A turbinás fúrás — *Tiraspolsky* közel kétv-tizedes tanulmányai<sup>19, 20</sup>szerint —, mivel a lyuktalpon egy nagyságrenddel nagyobb kőzetbontó energiát nyújt, mint a felszíni hajtású rotari fúrás és mert a fúroturbina már akkor kiforrott típusokkal rendelkezésre állt a konvencionális

rohamosan csökken). A ma univerzális fúrófajtájának a görgős fúrónak fejlődése pedig, éppen a hatékonyabb kőzetbontás érdekében, a kisebb fordulatszámokon dolgozó és nagyobb terhelést bíró, sőt igénylő fúrók felé vezet. Mindkét fúrotökéletesítési irány ellentmond a fúroturbinák jellegének. A keményfémfogazású, keményfémcsúszócsapággal ellátott fúrók élettartama jóval meghaladja, kétszerese, háromszorosa is lehet a fúroturbinajavítás alkatrészcseré nélküli élettartamának, mindez továbbra sem kedvez a fúroturbina jövőbeli terjedésének; nem is szólva arról az érdekes szemponttól, hogy azzal párhuzamosan, hogy a korszerű keményfémfogazású fúrók percnkénti fordulatszáma mindenképpen kisebb mint az eddig szokásos 100 körüli percfordulatszám, tehát csökkenő tendenciát mutat, a fúroturbina üzemére vonatkozó olyan közlemények jelennek meg<sup>21</sup>, amelyek a turbinás fúrásnál is javasolják a fúrószár lassú forgatását.



6. ábra: A különféle fúrési módszerek, különböző fúró-átmérőhöz tartozó lyuktalpi kőzetbontó teljesítménye és fajlagos kőzetbontó teljesítménye (*W. Tiraspolsky sz.*)

rotari fúrás szerepének átvételére, a turbinás fúrásnak szükségszerűen ki kell szorítania a felszíni hajtású rotari fúrást. *Tiraspolsky*-nak ez az okfejtése, előrejelzése azonban nem vált be, mert bár amint azt akkor egy diagramban összefoglalta (6. ábra), a fúroturbina valóban egy nagyságrenddel nagyobb lyuktalpi kőzetbontó teljesítményt és megkétszerezett, megháromszorozott fajlagos teljesítményt nyújt mint a felszíni hajtású rotari rendszer, éppúgy mint a rotari fúrás viszont többet nyújtott mint a letűnt kötélfúrás vésője; hogy ennek ellenére nem kerekedett felül a turbinás fúrás, annak az a magyarázata, hogy hiányzott és hiányzik ma is az a minden kőzet hatékony fúrására alkalmas fúró, amely ezt a nagy fordulatszámon jelentkező kőzetbontó teljesítményt hasznosítani tudná (közismert, hogy a görgős fúró élettartamát a csapágyának összfordulatszámában kifejezhető csapágyélettartama határozza el; a görgős fúró egy fordulatszámra eső előrehaladása a fordulatszám növekedésével

Mindenesetre a fúroturbina és a gyémántfúró kombinációja a közepesen nagy mélységekben változatlanul igen kedvező párosítás (a gyémántfúró bírja a nagy fordulatszámot és a gyémántfúró egy fordulatra eső előrehaladása a kb. 400 percfordulatszám-értéken túl állandó marad<sup>22</sup>). Természetesen mindez nem érinti azt, hogy a fúroturbina (vagy más talpi hidraulikus motor) az irányított ferdefúrások legkedvezőbb és legnagyobb fúrási teljesítményt nyújtó és leggazdaságosabb eszköze.

Mi a cserélhető élű fúró és a felcsévélhető fúrószár jövője? Gyakran felmerülő téma ez, hiszen mindkettő a fúrástechnika régi törekvése. A cserélhető élű (görgőjű) fúróra az elmúlt évtizedekben számos megoldást dolgoztak ki, szabadalmaztattak, ennek ellenére egyik sem terjedt el, nyilvánvalóan gyerekbetegségeiből adódó nehézségek miatt. A görgős fúrók legújabb, vázolt fejlődése, a száz, sőt több száz órás élettartamú fúrókkal és a jóval univerzálisabb

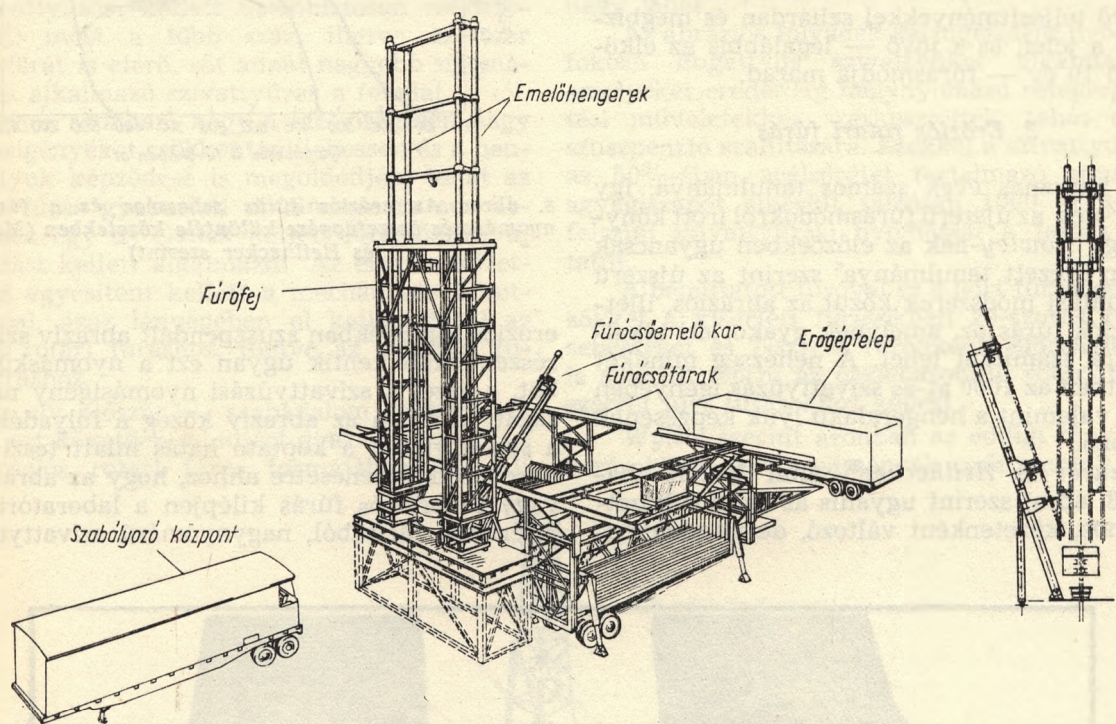


fogazástípusokkal ezt a törekvést mindenképpen mérsékli. Viszont a következő fejezetben említendő eróziós-abráziós fúrással kapcsolatban ismét felmerül a cserélhető élű fúró alkalmazásának a gondolata. A közepes mélységű fúrások esetére ez a megoldás a hosszú élettartamú görgős fúrók megvalósulásával teljesen elveszti jelentőségét.

Éppígy minden bizonnyal szinte leveszi a napirendről a görgős fúrók legújabb fejlődése a felcsévélhető fúrószár kérdését, hiszen a fúrószerszámcsere, illetve annak időszük-

csapágyas görgős fúrók nagyon kérdésessé teszik a fúrotömlős turbó-rotarifúrás létjogosultságát. Változatlanul jövője lehet, illetve szóba jöhet ez a megoldás a nagy vízmélységeken át való fúrás esetében, továbbá a nagynyomású szivattyúzást igénylő eróziós fúrás esetében, ahol a sok elemből összezsavart fúrószár tömítési nehézségeinek megoldására nyújthat ez egy lehetőséget, bár a nagy üzemnyomás valószínűleg a tömlő gyakorlatilag alkalmatlan átmérőméretéhez vezethet.

Az automatizált fúrószerszámbeépítés -ki-



7. ábra: ADM automatikus rotari fúróberendezés, jobboldalt az automatikus csőkezelés elvének ábrázolásával (Brommel szerint)

sége minimumra redukálódik. Thiery és szerzőtársai<sup>23, 24</sup> a flexibilis fúrószárral dolgozó talpi hajtású rotari fúrás (flexoforage) gazdaságosságának az indoklására kidolgozott 4000 m-es fúrás összehasonlító tervében a merev csőru-dazatos konvencionális rotari fúrás fúrószerszámcserejének idejét az összidő 14%-ával és a flexibilisi fúrotömlővel dolgozó lassú járatú fúró-turbina esetében az összidő 12%-ával vették figyelembe. Ilyen körülmények közt a „flexo-forage” — ahogy ezt a franciák nevezik — rendszere a szokásos rotari fúráshoz képest mindössze 20%-kal kevesebb időt használ fel az összidőből a fúrószerszámcsereére, amiért semmi esetre sem érdemes azt a nagyméretű, nehéz és drága többletfelszerelést vállalni, ami ehhez a tömlős rotari fúrás rendszeréhez szükséges. Viszont Thiery és szerzőtársai a beszámolóikban az idő, illetve költségmegtakarítás nagyobb részét a „lassú fordulatu” fúroturbina nyújtotta nagyobb fúrás sebességtől várják (a 4000 m-es tervezett fúráshoz vonatkozóan mintegy 10 napot és 15%-os költségmegtakarítást). Mindenesetre a hosszú élettartamú keményfémfogú és keményfém-csúszó-

építés lényegében megoldott feladat<sup>25</sup>, azonban éppen a hosszú fúróélettartammal a rotari fúrás időmérlegében mindenképpen 10% alá csökkenő időigénnyel jelentkező fúrószerszámcsere ennek a komplikált mechanizmusnak létjogosultságát is kérdésessé teszi. Viszont ennek a problémának az automatikus fúróberendezéssel kialakult hidraulikus megoldása<sup>26</sup>, amely esetben egy hidraulikus vezérlésű mechanizmus csővenként csavarja szét a fúrószárat, mindenképpen nyereségében (7. ábra).

A vázolt fejlődést összegezve leszögezhető, hogy Rowley előrejelzése a rotari fúrás jövőjéről inkább „konzervatív”-nak ítélnélhető, mint derűlátónak. Leszögezhető, hogy a rotari fúrás a keményfémfogazású és keményfém csúszócspagyazású görgős fúrókkal és a teljes szelvényű gyémántfúrók korszerű típusaival, az ezekkel alkalmazható nagyobb fúróterhelés valamint a kis szilárdanyag-tartalmú, vagy anélküli öblítőfolyadékokkal megoldott a kiegyensúlyozott nyomású öblítés felé haladva, a fúrás teljesítményeket befolyásoló változtatható és a nem befolyásolható tényezők optimalizálásával, sőt az ezek alapján megoldott számítógépes irá-



nyitással a jelenlegi fúrási teljesítmények többszörösére alkalmas. Szinte fokozottan áll ez a megállapítás a nagymélységű fúrólukszakaszokra, sőt a fejlődés természetesen elősegíti a nagyobb mélységek elérését is. Ez az utóbbi problémakör azonban más szempontok — elsősorban a hő- és nyomásállósági követelmények — elemzését kívánna meg, hiszen erre a kérdésre pl. a moszkvai 8-ik Kőolaj Világ Kongresszus széles körű keretvitát szánt, úgy, hogy ennek összefoglalása messze vezetne.

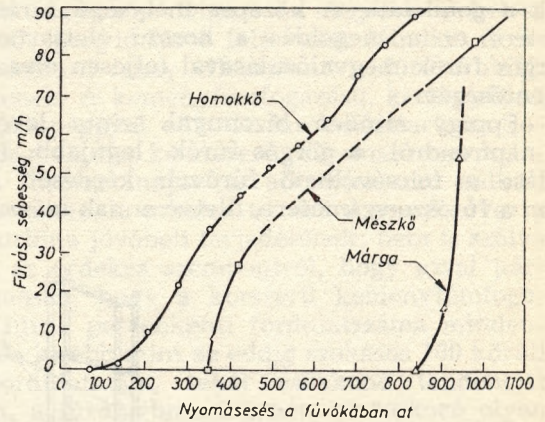
Mindenesetre megalapozottan kimondható, hogy a felszíni hajtású rotari fúrás, erőteljesen növekvő teljesítményekkel szilárdan és megbízhatóan a jelen és a jövő — legalábbis az elkövetkező 10 év — fúrás módja marad.

## 2. Eróziós rotari fúrás

A hatvanas évek számos tanulmánya, így Maurer-nek az újszerű fúrás módokról írott könyve<sup>7</sup>, vagy Rowley-nek az előzőekben ugyancsak gyakran idézett tanulmánya<sup>6</sup> szerint az újszerű kőzetbontási módszerek közül az abrziós, illetve eróziós fúrás az, amelynek gyakorlati alkalmazására számítani lehet. A nehézség mindkét változatban az 1000 at-ás szivattyúzás igényében rejlett, valamint a henger alakú lyuk képzésének módjában.

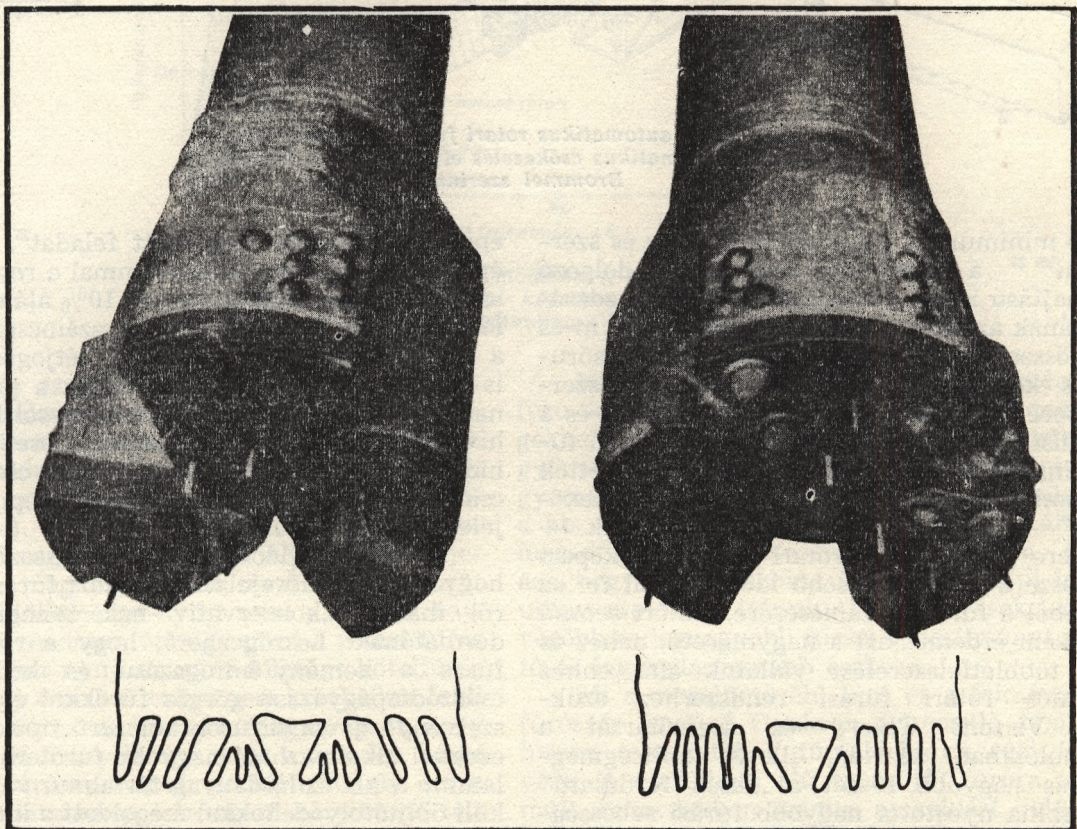
Maurer és Heilhecker<sup>27</sup> által közölt diagram (8. ábra) szerint ugyanis az eróziós kőzetbontáshoz, kőzetenként változó, de mindenkép-

pen nagy, sőt egyes kőzetekhez rendkívül nagy nyomásküszöb tartozik. A nyomásküszöb eléréseig viszont egyáltalában nincs kőzetbontás. Az



8. ábra: Az eróziós fúrás sebessége és a fúvókanyomás összefüggése különféle kőzetekben (Maurer és Heilhecker szerint)

eróziós folyadékban szuszpendált abrazív szilárd részek lecsökkentik ugyan ezt a nyomásküszöböt, s ezzel a szivattyúzási nyomásigény nagyságát, azonban az abrazív közeg a folyadékban a szivattyúzást a koptató hatás miatt teszi nehezebbé. Mindenesetre ahhoz, hogy az abrziós, vagy az eróziós fúrás kilépjen a laboratóriumi kísérletek fázisából, nagy nyomású szivattyúkra



9. ábra: Az abrziós (jetted particle) fúrás két fúró megoldása. A fúvókákba bedugott pálcikák a jetsugarak irányának jelzését szolgálják. Az egyes fúrók alatti az abrziósan készített árkok képe látható; az ezek közt visszamaradó kőzetgyűrűket a fúró „szárnyai” törik le (Wyllie szerint)



és nagynyomású vezetékrendszerre (felszíni nyomóvezetékre, fúrószárra) volt szükség.

Az elmúlt években a szivattyúk terén jelentős haladást értek el, egyrészt a rétegkezelés céljaira készült nyomásfokozó szivattyúk, másrészt a nagynyomású egyhatású (triplex) szivattyúsorozatok üzemszerű alkalmazása terén; a nagynyomású vezeték, fúrószár kérdése is megoldódni látszik. A feladat hasonló mint amikor a közönséges öblítésű rotari fúrásról át kellett térni a jet-fúrásra, amikor is a tiz atmoszféra nagyságrendű nyomású szivattyúzás helyett száz atmoszférát meghaladó nyomású szivattyúzást kellett üzembiztosan rendszeresíteni; most a több száz, illetve az ezer atmoszférát is elérő, sőt annál nagyobb nyomásokat is alkalmazó szivattyúzás a feladat.

Ahhoz azonban, hogy a szélsőségesen nagy nyomásigényeket csökkenteni lehessen és a hengeres lyuk képződése is megoldódjék, tehát az eróziós fúrás gyakorlati alkalmazására sor kerülhessen egy új elvnek kellett felvetődnie, új megoldást kellett alkalmazni. Az eróziós kőzetbontást egyesíteni kellett a mechanikus kőzetbontással, azaz lényegében el kellett jutni az eróziós rotari fúráshoz, illetve az abráziós rotari fúráshoz.

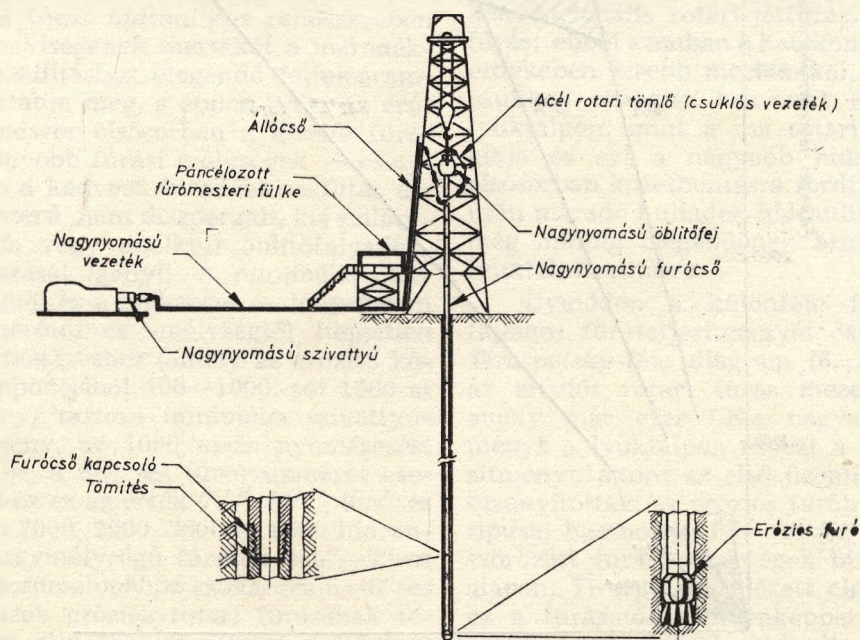
Az elv először — szabadalom formájában 28, 29 és ezt követően mindjárt gyakorlatban is — az abráziós rotari fúrás formájában valósult

sebességgel acélsöréteket juttat a kb. 1,3—3,0 mm Ø-jű keményfémfúvókákon át a talpra, ahol ezek a legújabb változat szerint lényegében háromszárnyú fúróból kilövellő abráziós részecskékkel teli sugarak, pontosabban a folyadéksugárral a talpra lövellt részecskék a fúró lassú forgása (60 fordulat/min.) következtében koncentrikus árkokat marnak a lyuktalpra; a fúró „szárnyai” viszont az árkok közt maradó kőzetgyűrűket viszonylag kis fúróterheléssel (9 1/2"-es fúróra 2,2—4,5 Mp) letöri (9. ábra). Ez az utóbbi művelet mérsékelt fúrókopással jár, s így a fúrómenetek hosszúsága viszonylag nagy lehet.

Az abráziós folyadék keringetésére nyomásfokozó dugattyús szivattyúkat alkalmaztak, amelyeket eredetileg nagynyomású rétegprezestési műveletekhez szerkesztettek, tehát eleve szuszpenzió szállítására. Ezekkel a szivattyúkkal az 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ábar. acélsöréteket tartalmazó emulziós agyagiszapot sikerült tartósan 1000 at körüli felszíni szivattyúzási nyomással a talpra juttatni.

A bemutatott fúróval és a leírt fúrási tényezőkkel a kísérleti fúrásokban 20-szoros fúrási sebességet és 7-szeres fúrónkénti előrehaladást is sikerült elérni az összehasonlító rotari rendszerrel fúrt fúrásokhoz képest.

Wyllie szerint azonban az eddigi tényleges fúrásokban elért eredmények csak szerény kez-



10. ábra: Megerősített eróziós fúróberendezés, illetve az eróziós fúróberendezésnek a közönséges rotari fúróberendezéshez képest megerősítést kívánó részletei (Maurer, Heilhecker és Love szerint)

meg. H. Hasiba leobeni végzettségű (1962) olajmérnök szabadalma alapján három ténylegesen és nagy mélységben végrehajtott abráziós fúrás sokat ígérő teljesítményadatait mutatta be, sőt ezek gazdaságosságát is elemezte M. R. J. Wyllie a 8-ik Kőolaj Világ Kongresszuson, Moszkvában tartott egy ún. speciális előadásban<sup>30</sup>. A Wyllie által ismertett ún. „jetted particle” (folyadéksugárral lövellt részecske) rendszerrel a folyadéksugár nagy (300 m/s-nál nagyobb)

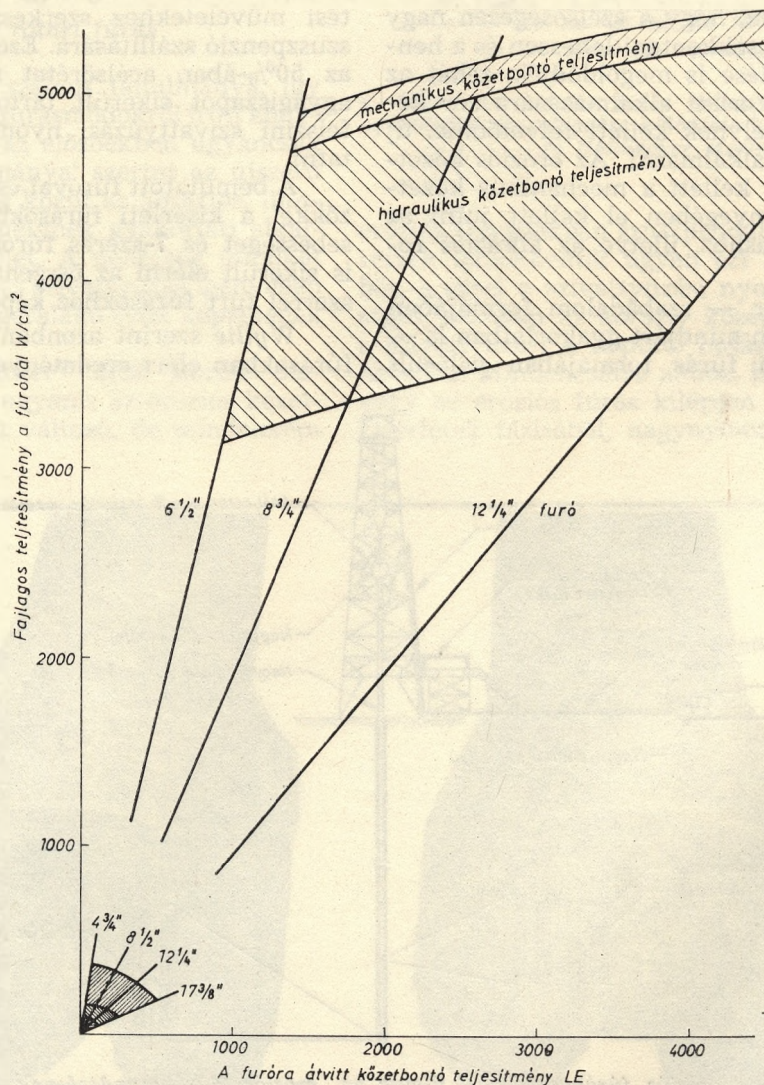
detnek tekinthetők, mert csak 15—30<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-át teszi ki annak, amit a megfelelően kifejlesztett fúrószerszámokkal remélnek. A továbbfejlesztés elsősorban a fúró további tökéletesítésére, azaz 5000 LE hidraulikus teljesítmény hasznosítására (kedvezőbb fúvókaelrendezéssel, kopásállóbb kivitelrel) és élettartamának mintegy 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os növelésére (40 óra helyett 60), továbbá a nyomásfokozó szivattyúk egyenletesebb, megbízhatóbb üzemére irányul. Mindenesetre a három fúrás



közül a legutóbbiban a tervezett tökéletesítések nélkül is a 3226—4345 m közötti fúrási szakaszban 12—18 m/h fúrási sebességet értek el 1000 at öblítési nyomással. Ezen a szakaszon a vázolt, azaz tervezett tökéletesítésekkel *Wyllie* véleménye szerint 20—30 m/h-ra lehetett volna számítani.

A rendkívül nagy szivattyúzási költségek ellenére a 3000—5000 m közötti mélységszakaszban 15 m/h fúrási sebesség esetében a fajlagos fúrási költség már összevethető a rotari fúrás költségével, s mivel a fúrási sebesség gyakorlatilag nem változik kemény abrazív kőzetekben sem, minden bizonnyal még kedvezőbb lehet a nagyobb mélységű fúrásokban. Fokozottan állhat

*Wyllie* egy későbbi nyilatkozatában<sup>31</sup> az abrazív-jet fúrás újabb eredményeiről számolt be. Így a fúrócsövön át cserélhető elemekből álló fúró sikeres alkalmazásáról, az abrazív részecskék mennyiségének fokozásáról (mintegy 2 t/min. szállított acélsörét 600 m/s sugársebességgel, 20 millió becsapódás másodpercenként), az abrazív szemcsék egyenletesebb adagolásáról ezzel együtt járó stabilabb szivattyúzási nyomásról stb. *Wyllie* szavai szerint „...továbbfejlesztéssel járó fúvókákat, jobb fúrókat lehet készíteni. Nézetem szerint egészen biztos, hogy 5—10 éven belül, sőt talán előbb is, tanúi leszünk a rotari fúrás eltűnésének, éppen úgy,



11. ábra: A különféle fúrási módszerek kőzetbontási teljesítményére vonatkozó *Tiraspol'sky* f. diagram (6. ábra) kiegészítése az eróziós fúrás teljesítményezejével

természetesen mindez a vázolt, s tervezett tökéletesítések után. Számos járulékos előny segítheti továbbá az abráziós fúrás rendszer gazdaságosságát, így pl. az, hogy azonos fúrótípus alkalmazható mindenfajta kőzethez, könnyen megvalósítható a fúrószáron át cserélhető fúró, kisebb átmérőjű fúrások mélyítése lehetséges, továbbá a rendszer kiválóan alkalmas a fúrási művelet optimalizálására, automatizálására.

ahogy a kötélfúrás módszerek is eltűntek évekkel ezelőtt”.

Ez talán túlságosan derülátó nyilatkozat ugyan, azonban az mindenestre tény, hogy az abráziós fúrás kilépett a laboratóriumból az üzemi kísérletek stádiumába, s reményekkel kecsegtet a nagymélységű fúrások szempontjából.



Legújabbán azután *Maurer, Heilhecker* és *Love*<sup>23</sup> eróziós fúrással elért eredményeket is publikáltak. Az abrázíós fúrási módszer után ez a módszer is kilépett tehát azoknak a laboratóriumi kísérleteknek a sorából, amelynek biztató eredményeit 1969-ben közölte *Maurer és Heilhecker*<sup>27</sup>. Sőt ez a módszer talán gyakorlatibb és megvalósíthatóbb formában jelent meg az üzemi használatra, mint az abrázíós fúrás. A legújabb összefoglaló eróziós fúrási tanulmány<sup>32</sup> egy ábrában foglalja össze azt, hogy a 700—1000 at-ás (esetleg 1400 at-ás) folyamatos szivattyúzást igénylő eróziós fúráshoz milyen változtatások szükségesek a konvencionális rotari fúróberendezésen (10. ábra). Lényegében a konvencionális egyhatású triplex szivattyú vízoldali részét kell nagynyomásúra (1400 at max. üzemyomásúra) kicserélni, s meg kell erősíteni a nyomóvezeték és fúrószár elemeit — beleértve az öblítőfej tömítését is — továbbá természetesen ki kell cserélni a fúrót eróziós fúróra. Ezek jelenlegi formájukban 3—7 talphoz vezetett keményfém-fúvókával ellátott szárnyas, görgős, vagy gyémántfúrók. Az eróziós fúrás első elgondolásával szemben<sup>27</sup> a gyakorlati megvalósításban<sup>32</sup> a lényeges változás az, hogy a kifejlesztett eróziós fúrók sem nélkülözik a mechanikus kőzetbontást, tehát mérsékelt terheléssel és fordulatszámmal alkalmazott, de mégiscsak ún. „kopásnak kitett” fúrók.

Az eróziós fúrás hidraulikus rendszerében az öblítés mennyiségének mértékét a maradék-talan furadékszállításához elegendő felfeléáramlási sebesség szabja meg, s éppen ezért az eróziós fúrási rendszer elsősorban a kisebb fúróátmérők — nagyobb fúrási mélységek — esetében célszerű, s a kedvező furadékkiszállítás érdekében a korszerű, nem diszpergált, kis szilárdanyag-tartalmú, vagy anélküli öblítőfolyadék-fajták alkalmazását igényli. A minimális öblítési mennyiségből és a szükséges — lényegében a fúrólyukátmérőtől és -mélységtől független — fúvóka-nyomásosításához (amely az eróziós kőzetbontás szempontjából 700—1000, sőt 1500 at között hatékony) tartozó minimális szivattyúteljesítmény-igény, az 1000 at-ás nyomásosítás véve figyelembe, a 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es fúrólyukméret esetében 1400 LE és ez az érték 7<sup>7</sup>/<sub>8</sub>", 8<sup>3</sup>/<sub>4</sub>", 9<sup>7</sup>/<sub>8</sub>" és 12<sup>1</sup>/<sub>4</sub>" esetében 2000, 2600, 3600 és 6000 hidraulikus LE. A nagymélységű fúrások 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"—7"-es termelési béléscsőszlopához szükséges 6—9"-es fúrólyukszakaszok eróziós rotari fúrásának tehát nem, vagy alig több a szivattyúzási igénye, mint amekkora a korszerű konvencionális rotari-jetfúráshoz szükséges, viszont ezzel a hidraulikus szivattyúteljesítménnyel a leírt<sup>32</sup> ténylegesen lefúrt fúrólyukak esetében 2—3-szoros fúrási sebességet és jelentősen nagyobb fúrónkénti előhaladást lehetett elérni. A floridai *Jay*-mezőn például egy fúrólyukat 2250 és 3800 m között fúrtak eróziós fúrási módszerrel: a mindössze 700 at nyomásosítással és a konvencionális fúróterhelés 80%-ával, az elért fúrási sebesség 46%-kal, a fúrónkénti előrehaladás 75%-kal volt nagyobb mint az összehasonlító fúrások eredményei voltak. A kísérleti fúrást irányítók véleménye szerint nagyobb szivattyú-

zasi nyomással és nagyobb fúróterheléssel itt is elérik azt a két-háromszoros fúrási sebességet az eróziós fúrással, mint amelyet a hasonló, de kisebb mélységben (Texasban) lefolytatott kísérletek során elértek.

Az eróziós fúrás leírt üzemi eredményeinek az a legnagyobb jelentősége, hogy a meglévő fúróberendezésekkel, de tökéletesebb tömítések kidolgozásával és alkalmazásával, a meglévő iszapszivattyúk vízoldali részének nagynyomásúra való kicserélésével s természetesen az eróziós fúrók alkalmazásával sikerült egy olyan rotari fúrási „változat”-hoz jutni, amelyik a fúrólyuk talpán a jelenleg használatos nagy hidraulikus energia többszörösét, de ehhez képest elenyészően kis (talán 100 LE-t el sem érő) mechanikus kőzetbontó energiát hasznosít. A talphoz vezetett keményfémfúvókákkal ellátott fúróból kilövellő szónikus, sőt esetleg szuperszónikus sebességű folyadéksugár viszont akkora hidraulikus energiát képvisel, amelyik már nemcsak a tökéletes talptisztítás feladatának elvégzésére alkalmas, hanem kőzetbontást is eredményez és ezzel alkalmas a konvencionális rotari-jetfúrással elért, illetve elérhető fúrási sebességek többszörösére is. Ez az eróziós rotari fúrás a nagyobb mélységekben mindenképpen a jövő fúrásmódja lehet, hiszen a kisebb lyukátmérőre vonatkozóan nem kíván nagyobb hajtógépteljesítményt, mint a konvencionális rotari-jetfúrás, vagy a turbinás fúrás; ebből azonban a hatékonyabb kőzetbontás érdekében kisebb mechanikai, de nagyobb hidraulikus energiát hasznosít a fúróban, ill. a lyuktalpon, mint a ma rotari fúrási technológiája és ezt a nagyobb hidraulikus energiát elsősorban kőzetbontásra fordítja, a kőzetbontás után maradó hulladék hidraulikus energia pedig még mindig elegendőnek bizonyul a tökéletes lyuktalptisztításra.

Ilymódon a különféle fúrási módszerek fajlagos fúróteljesítményét összefoglaló idézett *Tiraspolksky*-féle diagram (6. ábra) kibővíthető az eróziós rotari fúrás mezejével (11. ábra), amely már ezer LE-s nagyságrendű teljesítményt a lyuktalpon és ezt a kőzetbontó teljesítményt, amint az első üzemi kísérletek máris bizonyították, az eróziós fúrók eddig kialakított típusai hasznosítani is tudták, amit a megnövekedett fúrási sebességek bizonyítanak. Ilyen alapon, *Tiraspolksky* idézett elgondolása alapján ez a fúrásmód mindenképpen alkalmas a ma rotari jet-fúrásának helyettesítésére, azonban az „evolúció” útján.

### Összefoglalás

A fúrószár acélanyagának növekvő szilárdsága, kedvezőbb minőségi jellemzői, a nagyobb teljesítményű és nyomású iszapszivattyúk és természetesen megfelelő hatékony fúrók lehetővé teszik a rotari fúrás új irányú fejlődését.

A ma még tisztán mechanikus kőzetbontás, de sugárcsöves (jet) öblítési elven megoldott furadéksodrással (lyuktalptisztítással) dolgozó rotari jet-fúrás a fenti eszközfejlesztés



segítségével átalakulhat elsősorban a folyadék-sugár kőzetbontását alkalmazó, de a mechanikus kőzetbontást járulékosan továbbra is hasznosító eróziós rotari fúrással.

A földünk kéréget nagyobb mélységben, gyorsabban feltáró fúrásmod tehát a jelenlegi ismereteink szerint, úgy tűnik, változatlanul a rotari fúrás marad — egyelőre még konvencionális formában — azonban mindenképpen hatékonyabb fúrókkal, a fúrási tényezők nagyságának fokozásával, azok optimális párosításával, kedvezőbb kőzetfúrhatóságot és furadék-elsodrást eredményező öblítéssel, de továbbra is mint *rotari jet-fúrás*; a jövőben pedig — elsősorban a nagyobb mélységekben — a kőzetbontás hatékonyságát eróziósan fokozó „eróziós rotari fúrás” formájában.

\*

#### FELHASZNÁLT, HIVATKOZOTT IRODALOM:

1. Giraud, A.: Wissenschaftlicher Fortschritt und industrielle Entwicklung auf dem Gebiet des Erdöl. 6. Welt Erdöl-Kongress, Frankfurt M. 1963.
2. Garnier, A. J., Van Lingen, N. H.: Phenomena affecting drilling rates and depths, Journal of Petroleum Technology 1959. 9. p. 266—272.
3. Maurer, W. C.: Bit tooth penetration under simulated borehole condition, Journal of Petroleum Technology 1965. 12. p. 1433—1442.
4. Yang, J. H., Gray, K. E.: Single blow bit-tooth impact tests on saturated rocks under confining pressure II: elevated pore pressure. Society Petroleum Engineer Journal 1967. 4. p. 389—408.
5. Bingham, M. G.: What is balanced pressure drilling? SPE Preprint No. 2541. (1969).
6. Rowley, D. S.: Ausblick auf Bohrmethode der Zukunft. Erdöl Erdgas Zeitschrift 1970. 11. p. 432—440.
7. Maurer, W. C.: Novel drilling techniques. Pergamon Press, Oxford 1968. 111. p.
8. Eckel, J. R.: How mud and hydraulics affect drilling rate. Oil and Gas Journal 1968. jun. 12. p. 70.
9. Eckel, J. R.: Microbit studies of the effect of fluid properties and hydraulics on drilling rate II. SPE Preprint No. 2244. (1968).
10. Vidrine, D. J., Benit, E. J.: Field verification of the effect of differential pressure on drilling rate. Journal of Petroleum Technology 1969. 7. p. 676—682.
11. Anikiev, K. A.: Prognoz szverhviszokih plasztovüh davlenij i szoversesztvovanie glubokogo burenija na neft' i gaza. Nedra, Leningrad, 1971. 165. p.
12. Redding, L. W.: Current drilling practices Gomez field. Pecos County Texas. SPE Preprint No. 2856. (1969).
13. Williams, R.: Delaware basin drilling, completion costs are cut. Oil and Gas Journal 1970. 30. p. 108—112.
14. Berry, S. C.: Deep drilling practices in Texas Panhandle. API 851—44—F. 1970. 11 p.
15. Estes, J. C.: Selecting the proper rock bit. Journal of Petroleum Technology 1971. p. 1359—1367.
16. Simpson, J. P.: Drilling fluids — today and tomorrow. Journal of Petroleum Technology 1971. 11. p. 1294—1298.
17. Lummus, J. L.: Drilling optimization. Journal of Petroleum Technology 1970. 12 p. 1379—1389.
18. Roberts, G. jr.: New drilling techniques. Proceedings of the Eighth World Petroleum Congress, London Vol. 3. p. 315—325.
19. Tiraspol'sky, W.: Forage par moteurs souterrains, Technip Paris 1958. 124 p.
20. Tiraspol'sky, W., Rouvière, R., Charé, J.: Le forage par moteur souterrain et le développement du

turboforage. Revue d l'Institut Francais du Pétrole. 1955. 8. p. 886—911.

21. Szadiuhov, Ju. V. és mások: O vrascsenii burilnoj kolonnü pri bureanii zaboijnüm dvigateljami. Neftjanoe Hozajszstvo 1972. 11. p. 17—19.
22. Ritter, M. G.: Utilisation du diamant industrial dans les forages petroliers. Technip, Paris 1963. 93 p.
23. Thiery, M.: Le flexorage I.F.P. état présent et avenir. Revue AFTP 1969. nov.—dec. p. 48—81.
24. Thiery, J., Flamand, M., Mothre, J.: Développement des turboforeuses a vitesse de rotation lente. Troisième Colloque de l'ARTFP 1969. p. 51—75.
25. Szeid—Rza, M. K.: A fúrószár be- és kiépítésének és a fúrólukban fellépő hidrodinamikai nyomáshullámzás meghatározásának módszere. Bányászati Lapok. 1966. p. 191—196.
26. Bromell, R. J.: Operation and field data on the automatic oil-well drilling machine. API Preprint No. 906—13—G. 14. p.
27. Maurer, W. C., Heilhecker, J. K.: Hydraulic jet drilling. SPE Preprint No. 2434. (1969).
28. Spörker, H.: Entwicklungstendenzen der Tiefbohrtechnik. Erdöl Erdgas Zeitschrift. 1972. 4. p. 104—110.
29. Jetted particle drilling. US Patent 3 542 142. (1970).
30. Wyllie, M. R. J.: Jetted particle drilling. Proceeding of the Eighth World Petroleum Congress. Vol. 3. Elsevier Publ. London 159—166. p.
31. Wyllie, M. R. J.: New Gulf method of jetted-particle drilling promises speed and economy. Oil and Gas Journal 1971. jun. 21. p. 109—114.
32. Maurer, W. C., Heilhecker, J. K., Love, W. W.: High pressure jet drilling. SPE Preprint No. 3988. (1972).

д-р Аликвандер Едён:

## БУДУЩЕЕ РОТОРНОГО СПОСОБА БУРЕНИЯ

При роторном бурении достигается дальнейшее повышение скорости и глубины бурения. Повышение производительности при этом способе базируется на применении более эффективной буровой гидравлики, с повышенной нагрузкой, более благоприятным условиями разрушения пород, на лучших реологических параметрах и густоты промывочной жидкости, обеспечивающих, в свою очередь, более удовлетворяющий вынос шлама. Использование оптимальных факторов бурения представляет также значительную помощь. При роторном бурении. Из методов, базирующихся на новом приеме разрушения пород перспективными являются абразионный и эрозионный способы бурения. При промышленном их использовании эффективное разрушение пород достигается при повышении скорости промывочной струи, прочищающей забой — при снижении давления промывки со 1000 ат, даже больше — можно достичь хорошее разрушение пород с помощью промывочной струи из насадков шарошечных долот или алмазных инструментов. Таким образом роторное бурение с механическим разрушением пород и гидравлической промывкой превращается в эрозионное роторное бурение, работающее в сущности с гидравлическим разрушением пород и конечно гидравлическим выносом шлама. Эрозионно-роторное бурение, сформовавшееся из роторного способа, может стать более экономичным, быстрым способом бурения, особенно на большие глубины.



# A hazai nagymélységű fúrási tevékenység problémái, értékelése

Írták: Dr. Hingl József—Lendvai László—Németh Ferenc—Szabó György

## Bevezetés

Hazánk távlati energiaellátásának szempontjából sürgős, nagyfontosságú feladat az eddig megismert és termelésbe állított szénhidrogén-mezőkön kívül, vagy azok alatt elhelyezkedő készletek felkutatása. Ezt a feladatot az igények rohamos növekedése is sürgeti, így az ilyen irányú tevékenység népgazdasági szempontból felelősségteljes, ugyanakkor számos rendkívül bonyolult műszaki probléma megoldására van szükség, amelyek közül néhányat kiragadva taglalunk.

## 1. Földtani viszonyok

Szénhidrogén-kutatásra hazánkban elsősorban az 1000 m-nél vastagabb neogén üledékek borított kb. 40 ezer km<sup>2</sup> területre sz alkalmas. Ennek közel 1/4-én, a kisalföldi, a zalai, szeged-békési és jászági medencerészek 9 ezer km<sup>2</sup> területén a neogén üledékek vastagsága meghaladja a 3000 métert. A zalai és Szeged—békési medencerészek egyes területein a neogénképződmények medencealjzata 5, esetleg 6 ezer méternél is mélyebben van.

A nyírségi, hajdúsági, jászági és délzalai területrészekben neogén üledékek alatti helyenként több ezer méter vastagságú flisoid képződmények szénhidrogénföldtani jelentőségének vizsgálata is mélyfúrásokra vár. A flisoid-képződményeket illetően fúrástechnológiai és szénhidrogén földtani szempontból igen bonyolult szerkezettel állunk szemben. A tektonizáltság miatt nagyon nehéz az azonosítás, és a bonyolult feszültségi állapot lyukfalstabilitási problémákat is okoz.

A szerkezetkutatás során szerzett információk és a fúrástechnológiai sajtóságok alapján a Szeged-békési és a zalai medence között bizonyos párhuzam vonható. Mindkét területen — amint az hazánkban általános — a geotermikus mélységlépcső kicsi, ami miatt a lyukhőmérséklet igen magas, és egyidejűleg túlnyomás lép fel. A jellegzetes szénhidrogén-indikációk miatt — amelyek rendszerint gázosodás formájában jelentkeznek és zavarják a fúrasi műveleteket, sokszor kitörésvédelmi bonyodalmakat okoznak — valószínűnek látszik, hogy úgynevezett „behatolási előzónával” kell számolnunk. Mindezek a reményteljességet hangsúlyozzák és egyúttal megszabják az alkalmazandó módszert: a „nyomásellenőrzés” technológiát kell bevezetni. Ezirányú törekvéseink mintegy öt évre nyúlnak vissza, azonban az ellenőrzött nyomású fúrasi rendszer megvalósítása üzemi kísérlet formájában csak az elmúlt évben kezdődött.

## 2. A hazai mélyfúrasi tevékenység előzményei

Eltekintve az archív dokumentumokkal bizonyítható múlt században indult és a harmincas évek közepéig tartó szörványos és iparilag eredménytelennek mondható szénhidrogén-kutatástól a rendszeres, általában az adott időszakban korszerű fúráskutatási, ill. feltárasi tevékenység kezdete 1935-re tehető. Ettől az időtől kezdve 1972. december 31-ig 7 862 843 m fúrasi mélyítést kutatási és feltárasi céllal, amelyből az 1966—1972 közötti időszakra az összméterszám 36%-a esik, ami a tevékenység összidejének csak 16%-a. Mindez tehát a munka értékelésekor nem hagyható figyelmen kívül.

Érdemes utalni arra, hogy az 1940-es évek elején a B—57. jelű fúrasi 2502,5 m-rel sokáig rekordot tartott, de a mélyfúrasi kategória felső határát a felmerülő szénhidrogén-földtani nehézségek miatt csak 1949-ben sikerült először túllépni az O—1. fúrasi 3001 m-es talpmélységével.

A mélyszinti kutatásra irányuló céltudatos szervezett munka 1965-ben vette kezdetét a budafai szerkezetre koncentráltan. Azt megelőzően csak Lovásziban, Budafán, Nagylengyelenben és néhány zalai, Dráva-medence környéki kutatófúrásban haladta meg a talpmélység a 3000 m-es határt, azonban az 1957, 1959 és 1964-es években egy-egy fúrással 4000 m alá sikerült jutni. A teljes üledékgyűjtő medence egyetlen fúrással sem volt átharántolható, amiért azután rendkívül fontossá vált a medencealjzat elérése, ennek érdekében a mélyfúrasi technológia és eszközállomány lendületes fejlesztése.

Az OKGT és az Országos Tervhivatal előterjesztésére a Gazdasági Bizottság határozattal támogatta az előkutatás és kutatás korszerűsítését, aminek eredményeként lehetővé vált a legszükségesebb eszközök beszerzése, terv szerint 1964—1970 között 20 millió \$-os importkeret volumenéig, amelyből 1968-al bezárólag 4,5 millió \$-t merítettünk ki, valamint további 2,3 millió Rbl. ráfordítást eszközöltünk. Ez idő alatt 8 mélyfúrasi mélyült 4000 m alá, melyek közül 3 (B—V, Ká—2. és Bó—I.) meghaladta a 4500 m-es talpmélységet. A fenti keretösszegekből importáltunk fúró- és lyukbefejező berendezéseket (pl. Wirth GH—1200, SBS. DIR—379.), nagyteljesítményű szivattyúkat, nagynyomású kitörésgátló és működtető berendezéseket, műszereket, mentőszerszámokat, egyéb fúrasi anyagokat, de ki kell emelni azt, hogy a tervezett keret negyed részét sem merítettük ki.

Az 1968 utáni időszakra további számos igen súlyos probléma sikeres leküzdése esik, amelyek közül kiemelkedik az, hogy lyukfalstabilitási nehézségek közepette 230 °C hőmérsékletet meghaladó kútviszonyok mellett a



Hód—I. nagymélységű fúrásnál 5842,5 m-es, a hasonló körülmények között L—II-nél 5400,5 m-es talpmélységet értünk el.

### 3. A mélyfúrési viszonyok nehézségei

A magyarországi nagymélységű kutatás leg-súlyosabb problémája a kis geotermikus mély-séglépcsőből adódó magas lyukhőmérséklet. A geotermikus gradiens általában 20—25 m/°C, de helyenként 15—20 m/°C. Az iszaptechnológia szempontjából kritikus ez mindenekelőtt azért is, mert néhol túlnyomás is fellép, amikor a szükséges magas iszapfajsúly nagy szárazanyag-tartalommal jár, ezért nehezebb a hőmérséklet leküzdése.

Ha normálisnak tekintjük a 0,033 °C/m-es (30 m/°C) hőmérsékletgradienst, nyomásra a 0,108 at/m-es értéket, akkor csak ezeket meghaladó, tehát anomáliás viszonyokról adhatunk számot, de gyakran a 0,05 °C/m-es gradienst is átlépjük. A nyomásviszonyokat illetően általában valamivel kedvezőbb a helyzet, azonban néhány esetben egész magas gradienst észleltünk (Szarvas—1, Makó—1, B—II.). Amennyiben egy bizonyos talpmélységben észlelt hőmérséklet értékét összevetjük a normális gradienssel, megállapítható az a lyukmélység, amelyben normális viszonyok között számolni lehet az adott hőmérséklettel. Eszerint például az említett Szarvas—1. 2300 m-es mélysége 4300-nak, a Makó—1-ben 4150 m 5100 m-nek, a B—II-ben 3600 m 4300 m-nek felel meg. A jelenlegi országos rekord így 5842,5 m helyett kb. 6700 m lehetne. Hasonló hozzávetőleges korreláció vehető a nyomásviszonyok alapján is.

A kútviszonyok fenti alakulása rendkívül súlyos helyzetet teremt. Mindenekelőtt az iszaptechnológiát kellett fejleszteni. Jelenleg kalciumbázisú olajemulziós iszappal 200—210 °C lyukhőmérsékletig dolgozunk biztonságosan, azonban invert (olajközegű) iszappal 230 °C feletti hőmérsékletre vállalkozhatunk.

A hőmérsékleti viszonyok miatt az eszköz-ellátás igen nehéz. A legfontosabb szerszámok, mint pl. fúró-lengéscsillapító, súlyosbító központosító vagy fúrócsővédő gumi, általában a gumialkatrészek nem képesek az igénybevételnek megfelelni. Hasonló a helyzet a rétegvizsgáló szerszámok tömítő gumijaival, kútgeofizikai műszerekkel, kábelekkel stb. A hőmérsékletváltozás dilatációja is ismétlődés miatt egy bizonyos idő után például béléscsőserüléshez vezethet.

További esetenként leküzdhetetlen problémát jelent az erősen tektonizált összetekvések harántolása. A feszültségi állapot miatt lyukfal-

stabilitási problémák lépnek fel. Néhol majdnem függőleges csúszási lapokkal találkozunk a maganyagban; ezek a rétegek rendkívül hajlamosak az omlásra, becsúszásra. Az ilyen természetű kőzetek átfúrásakor a beomló törmelék mennyisége és összetömrülési mértéke szerint szélsőséges nyomásingadozás lép fel. Adott esetben egy kényszer szivattyúzási szünet, szivattyú átváltás tragikus szerszámmegszoruláshoz vezet.

Számos esetben bizonyos márgatípus ugyan eredetileg nem töredezett, azonban a tektonikai feszültség miatt az átfúrás alkalmával szét-esik, omlani kezd. Esetenként az iszappal való érintkezés okozza a megbomlást, sokszor ozmotikus jelenségek, máskor a nyomásingadozás, a szerszám mozgásakor elkerülhetetlen nyomáshullámlás; a végeredmény szerszámszorulás.

Néha célravezető a gyors harántolás, ami gyakran a nagynyomású sósvíz és gázrétegek ellensúlyozásához szükséges nagy iszapfajsúly miatt nem kivitelezhető. Ez esetben egyébként a szilárdanyag-szabályozás — ami a hőstabilitás szempontjából is döntő jelentőségű — rendkívül nehéz a ciklon típusú eszközökkel.

A különleges hőmérséklet- és nyomásviszonyok a béléscsőakatok cementezését is nehéz feladat elé állítja. Számos törekvésünk irányult a megfelelő technológia kifejlesztésére. Többlépcsős műveleteket, bal irányú cementezést alkalmazunk. 220 °C-t meghaladó hőmérséklet esetén megoldást jelent az import útján beszerzett kohósalak cement, de a hazai kohósalak-alapú kötőanyag kutatása is biztató stádiumban van.

### 4. A mélyfúrési tevékenység költségkihatásai

Az előzőekben taglalt problémák a nagymélységű szénhidrogén-kutatást és -feltárást végző országokban megtalálhatók, és azonosságot is mutatnak. A talpmélységek növekedésével a feladat egyre összetettebb, költségkihatása jelentős; igényesebb, bonyolultabb az előkutatás, költségesebb az előkészítés, egyre tökéletesebb, különlegesebb berendezésekre és fúrás-technikára van szükség. A fúrési és főleg a kútkiképzési költségek növekszenek, és egyáltalán nincsenek arányban az átlagmélységek növekedésével.

Mind a Szovjetunióban, mind az USA-ban az utóbbi években növekedett ugyan az átlagmélység, de nem annyira, hogy az kifejezésre juttatná az igen nagy talpmélységek elérésére irányuló törekvéseket, amelyek célja az 5000 m-nél mélyebb előfordulások felkutatása.

A Szovjetunióban az elmúlt néhány évben többszáz kutat fúrtak 4500 m-nél nagyobb mélységre, és mintegy 40 fúrólyuk talpmélysége meghaladja az 5000 m-t. Az USA-ban kb. 5000 fúrás haladta meg ezideig az 4500 m-t, a 6000 m-t hozzávetőlegesen 300 db. 1972-ben a világcsúcs 8687 m volt, amely az előzőt 14 év után szárnyalta túl, azonban nem volt hosszú életű, mert még abban az évben 9159 m-es talpmélységet ért el a Baden—1. jelű supermélységű fúrásnál. Mindezzel a nagymélységű tevékenység aktivitását kívántuk példázni.



Visszatérve az Egyesült Államokra vonatkozó adatokra, megállapítható, hogy a fúrás költségek 1960—1970 között 73<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal növekedtek, miközben az átlagmélység 1284 m-ről 1550 m-re nőtt, azaz egy kb. 12<sup>0</sup>/<sub>0</sub> átlagmélység-növekedés mellett következett be a 73<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os költség-növekedés. Azonnal meg kell jegyezni, hogy csak 1967—1970 között 38,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal növekedtek a kútépítés költségei. Az utolsó időben igen jelentősen emelkedett a különböző fúrás anyagok ára: üzemanyagok, alkatrészek ára, az iszap-költség stb. 8—10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-kal nőtt.

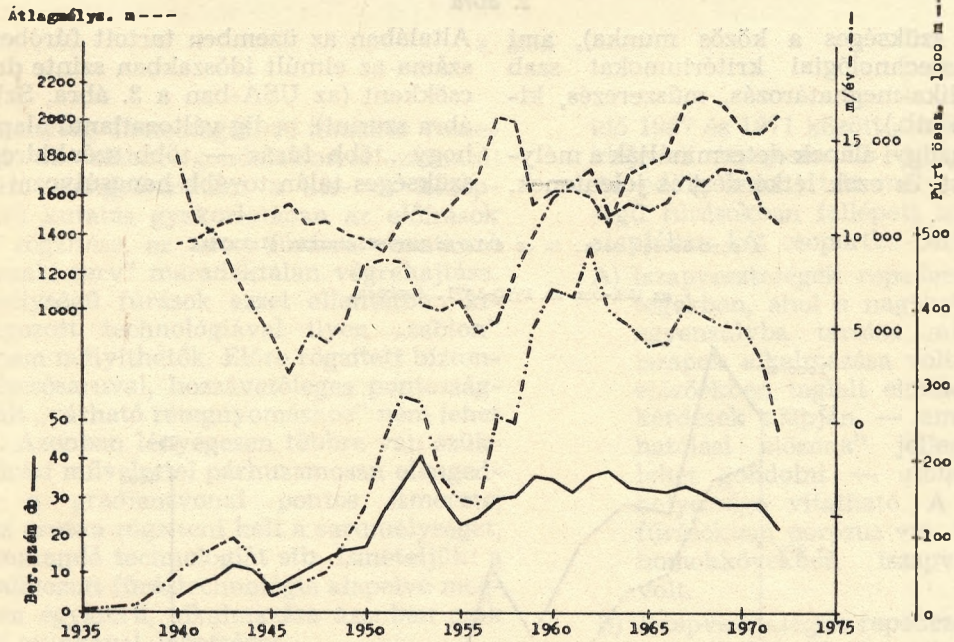
A szovjetunióbeli fúrás költségekről csak régebbi adatok állnak rendelkezésünkre, itt 1961—1967 között kb. 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os fúrás költség-növekedés mutatkozik.

A hazai méterköltség alakulását az 1-es ábrán a lemélyített méterszámmal és a fajlagos berendezés-teljesítménnyel egybevetve láthatjuk. Megfigyelhető a jelentősen emelkedő tendencia, amely indoka egyértelmű, ha megemlítjük, hogy csak 1970-ről 1971-re a felhasznált iszapjavító

legfontosabb technológiai felismerésén alapszik. Ez a múltbeli felfogással szemben az, hogy a fúrás kockázatát és ezzel költségét nem a pórús- és közetnyomásnak öblítéssel való túlegyensúlyozásával lehet csökkenteni, hanem a tényleges tárolóréteg-pórusnyomások ellensúlyozásának megfelelő, azt csak éppen túlhaladó faj-súlyú hidraulikai rendszerrel. Az alapelv meg-tévesztően egyszerű, azonban úgy tűnik — ha-zánkban, de másutt is — alkalmazásának egyik kerékkötője a műszaki irányító apparátus kon-venzionális szemlélete. A legfontosabb tényező ugyanis nem a szükséges technikai eszközök birtoklása, hanem a különböző szakterületen dolgozó és képesítésű szakemberek (geológusok, geofizikusok, fúrás szakemberek) kollektív együttműködése, például adott esetben egy nagymélységű fúrás geoműszaki tervének kidol-gozásakor, illetve végrehajtásakor.

Azért kellett ezt hangsúlyozni, mert — ha eltekintünk attól, hogy ez a nagymélységű kutatás létkérdése (egyes szovjet szerzők szerint

A fúróberendezések számának, átlagos és összteljesítményének, valamint az átlagos fúrólukmélység alakulása az 1935-1975 években.



1. ábra

anyagoknál 42,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os, béléscsőnél 16,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os, termelési szerelvényeknél 63,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os áremelkedés történt. Mindez rendkívül nehéz helyzetet teremt, mert egy adott fúrás kapacitással, berendezésszámmal és annak kiszolgáló üzemágaival kötött, évről évre nagyjából azonos pénzügyi keretből kell gazdálkodni.

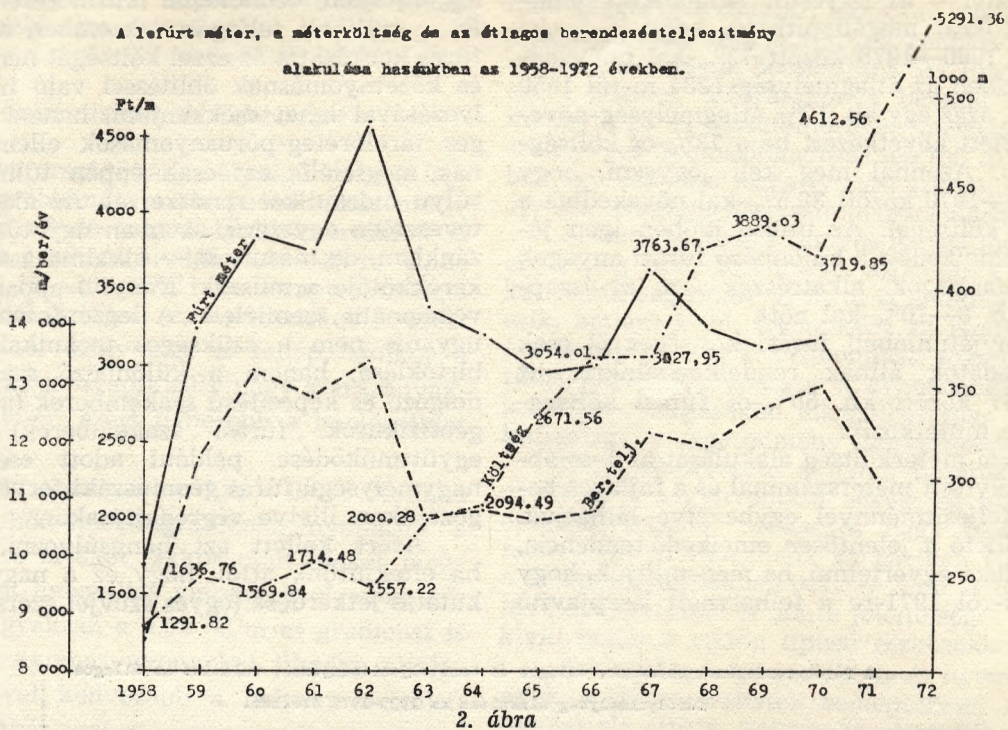
A nagymélységű fúrás tevékenység költségkihatásainak elemzésekor részletesen ki kell térni egy igen jelentős fúrástechnológiai vonatkozásra.

A nagymélységű kutatás fellendülésének időszakára esik az úgynevezett „kiegyensúlyozott” (vagy „ellenőrzött nyomású”, pontosabban „a szabályozott nyomású”) technológia bevezetése, üzemszerű alkalmazása, amely a közelmúlt

5000 m-nél nagyobb talpmélység nélkül biztonságosan vállalható) — a kiegyensúlyozott technológia gazdasági kihatása szinte felmérhetetlen. A tényadatok 6000 m-es fúrások esetében 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ot meghaladó költségcsökkenést bizonyítanak. Egy közismert, s a rotari fúrás lehetőségeit vizsgáló tanulmány szerint a rotari fúrással elérhető sebesség az elkövetkező egy-két év alatt a háromszorosára, a távolabbi jövőben (kb. 10 év) ötszörösére emelkedik.

A korábban hangsúlyozott „kollektív együttműködés” azért kulcskérdés, mert a kiegyensúlyozott fúrás technológiai alapja a tárolórétegek, kőzetek pórusnyomásának meghatározása, és az ebből levezethető rétegrepsz-tési nyomás gradiensvonalának megszerkesz-





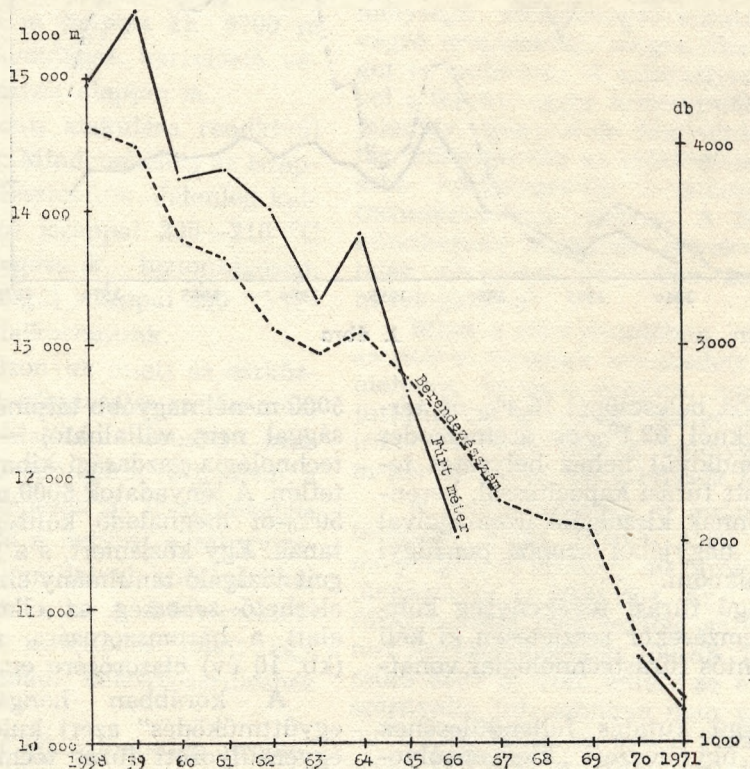
2. ábra

tése (ehhez szükséges a közös munka), ami azután fűrástechnológiai kritériumokat szab meg (hidraulika-meghatározás, műszerezés, kitérésvédelem stb.).

Ma a pénzügyi alapok determinálják a mélyfűrés-kutatást, és ezek létkérdést is jelentenek.

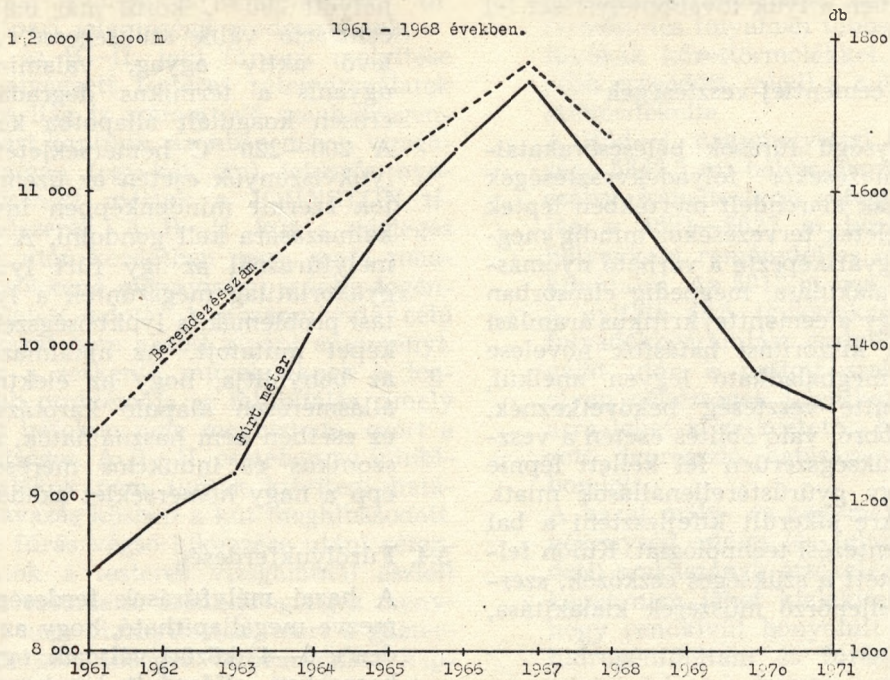
Általában az üzemben tartott fűróberendezések száma az elmúlt időszakban szinte drasztikusan csökkent (az USA-ban a 3. ábra, SzU-ban a 4. ábra szerint), pedig változatlanul alapigazság az, hogy „több fűrés — több szénhidrogén”; nem szükséges talán tovább hangsúlyozni a gazdasá-

A fűrt összes méter és az átlagos berendezésszám alakulása az USA-ban az 1958-1971. években.



3. ábra





4. ábra

gos tevékenység fontosságát. A témakör összefoglalásul az alábbi gondolatsorral zárható: Amennyire elengedhetetlen a kis- és közép-mélysztű kutatás gyakorlatában az előírások részletes rögzítése, az adott fűrésra vonatkozó „geo-műszaki terv” maradéktalan végrehajtása, a nagymélységű fűrésok ezzel ellentétben kiegyensúlyozott technológiával ilyen „sablon” alapján nem mélyíthetők. Előre rögzített biztonsági béléscsősaruval, hozzávetőleges pontossággal becsült „várható rétegnomáshoz” nem lehet igazodni. Azonban lényegesen többre van szükség. A fűrésai művelettel párhuzamosan elengedhetetlen a gradiensvonal pontos ismerete, amelyhez azután rögzíteni kell a sarumélységet, az alkalmazandó technológiát stb. Ismételjük: a kiegyensúlyozott fűrésstechnológia alapelve megtevesztően egyszerű, alkalmazása azonban csak kollektív munkával lehetséges.

#### 5. Műszaki fűrésstechnológiai problémák

A mélyfűrésai tevékenység során a lyuképités időszükségletét jelentősen befolyásoló tényezőkként a rétegnehezések jelentkeztek amelyek alapján véve három csoportba oszthatók:

- 5.1. Iszapelnyelések és egyéb folyadékvesztések;
- 5.2. A lyukfal-stabilitás megbomlása elsősorban márgaösszletekben;
- 5.3. Iszaptechnológiai problémák.

5.1. A rétegnehezések okozta többlet időszükséglet nagyságrendjének szemléltetésére elegendő azt az egyetlen adatot megemlíteni, hogy a leküzdésre, az ebből származó esetleges mentések felszámolására fordított

idő 1967 és 1971 között a mélyfűrésok összeidejének átlagosan 13—18%-a volt.

Az eddig lemélyített mély- és nagymélységű fűrésokban fellépett iszapvesztések alapján két csoportba oszthatók:

- A) Iszapvesztések repedezett márgarétegekben, ahol a nagynyomású rétegek egyensúlyba tartása miatt nehezített iszapok alkalmazása volt szükséges. Az előzőekben taglalt elméleti-technológiai kérdések alapján — amennyiben „behatolási előzőna” jellegű összletekre lehet gondolni — utólag a megoldás helyessége vitatható. A nagymélységű fűrésokban porózus víz- vagy olajtároló homokkövekben iszapvesztés nem volt.
- B) Iszapvesztések repedezett, vagy porózus mészkövekben, esetleg kavernákban. Ez utóbbi esetben az alkalmazott iszap fajsúlya közel állt az 1,0 kp/dm<sup>3</sup> értékhez, egyes esetekben vízzel való öblítés mellett lépett fel elnyelés.

A két típus között alapvető különbség az, hogy a márgarétegekben a vesztés csak részleges volt, az iszapfajsúly csökkentésére nem minden esetben került sor, a felszámoláshoz nem volt szükség tömedékelő anyagra, míg a kavernás és teljes folyadékvesztésű jelentő mészkőrepedés-rendszerekben a vesztés rendszerint nem volt felszámolható, és a besajtolat tömedékanyag sem biztosított eredményes elzárást, azaz a fűrésat visszatérő öblítés nélkül kellett folytatni. Egyes esetekben az ilyen jellegű teljes (katasztrofális) vesztés a fűrészsám megszorulásához vezetett, melynek



felszámolása nem mindig volt eredményes, számos esetben a lyuk továbbmélyítését fel kellett adni.

## 5.2. Jellegzetes cementtej-veszteségek

A nagymélységű fúrások beléscsörakatainak cementezésekor folyadékveszteségek általában csak alárendelt mértékben léptek fel. A műveletek tervezésekor mindig megfontolás tárgyát képezte a várható nyomásgradiensek alakulása, mégpedig elsősorban a célból, hogy a cementtej kritikus áramlási sebessége a kiszorítási hatások növelése érdekében meghaladható legyen anélkül, hogy cementtej-veszteség bekövetkezne. Gyakran jobbról való öblítés esetén a veszteségnek szükségszerűen fel kellett lépnie az igen nagy gyűrűstérelleállások miatt. Ilyen esetekre sikerült kifejleszteni a bal irányú cementezési technológiát. Külön feladatot jelentett a szükséges eszközök, szerzőszámok és ellenőrző műszerek kialakítása, beszerzése.

## 5.3. Iszaptechnológiai problémák

Az iszapjavítással kapcsolatos nehézségek elsősorban a folyási tulajdonságok (látszólagos és differenciális viszkozitás,  $n$  kitevő,  $K$  konzisztencia index, mozgási ellenállás), a vízleadás és az iszapfajsúly megfelelő szinten való tartásával kapcsolatosan, esetenként ozmotikus hatások miatt a sótartalommal függték össze. Számos probléma az öblítőiszapok agyagtartalmának szükségtelen feldúsulása miatt következett be, illetve a nehézségek okai az agyag túltelítettségre vezethetők vissza. A nagy lyukhőmérséklet ilyen esetekben kritikus helyzetet teremthet.

Az üzemi és terepi mérésekkel egyidőben lefolytatott laboratóriumi vizsgálatok igazolták, hogy az öblítőiszapoknak vízzel való hígítása, valamint az ezzel egyidőben történő eredeti fajsúlyra való visszanehezítés barittal mind reológiai, mind pedig a víztartóképeségi tulajdonságokat jelentősen javító eljárás. Természetesen a vízzel való hígítás, valamint az egyidejűleg szükségessé váló baritfelhasználás az iszapköltségeket minden esetben tetemesen megnöveli. Következésképp a jövőben az öblítőiszapok szárazanyag-tartalmának szabályozására igen nagy súlyt kell fektetni. Ez egyébként alapkritériuma az ellenőrzött nyomású fúrastechnológia alkalmazásának is amellet, hogy önmagában is nagy horderejű gazdaságossági kérdés.

Öblítéstechnikai szempontból a nagymélységű fúrások iszapparamétereinek kiértékelése és az üzemi tapasztalatok azt bizonyították, hogy széles körben alkalmazott gipszbázisú öblítőiszapok 200—220 °C hőmérsékletig még alkalmazhatók, azonban utalni kell arra, hogy 160 °C talphőmérséklet túllépése után a CMC-felhasználás je-

lentősen megnő, és a szokásos 0,2—0,3% helyett 200 °C körül már 0,8—1,5% koncentráció válik szükségessé. Az iszapban levő aktív agyag, valamint a CMC ugyanis a termikus degradálódás miatt erősen koagulált állapotba kerül, bomlik. A 200—220 °C hőmérsékletet meghaladó lyukviszonyok esetén az üzemi tapasztalatok szerint mindenképpen invertiszap alkalmazására kell gondolni. A Hód—I. jelű mélyfúrásnál az így fúrt lyukszakaszban gyakorlatilag megszűntek a lyukfalstabilitási problémák, a lyukbővségszelvény ideális képet mutatott. Az alkalmazás feltételét az bonyolítja, hogy az elektromos ellenállásmérésen alapuló karotázs módszerek ez esetben nem használhatók, a rádióaktív, szonikus és indukciós méréseket viszont épp a nagy hőmérséklet akadályozza.

## 5.4. Fúrólyukferdeség

A hazai mélyfúrások ferdeségadatait elemezve megállapítható, hogy az átlagos ferdeség 0—4° között változik, egyes lyukszakaszokban előfordult lényegesen nagyobb érték is, azonban ez általában szerszámmozgatás, beléscsövezés során nem vezetett műszaki balesetekhez.

A 12<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"-es szelvényben ilyen szempontból jól bevált a 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"-es súlyosbító alkalmazása, ez esetben 25—30 Mp fúróterhelés alkalmazható az elferdülés veszélye nélkül még akkor is, ha elmaradt a központosítók beépítése. A 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"-es lyukszakaszban használatos 7—6<sup>3</sup>/<sub>4</sub>"-es súlyosbítókat azonban minimálisan két helyen központosítani kell, de esetenként célszerű 4—5 súlyosbító-központosító használata. Jóllehet elvben ezek a stabilizálási megoldások nem elegendők a szerszám alsó szakaszának megfelelő merevítéséhez, azonban az esetenként fellépő erőteljes ferdeségek egyenletesek (nincs „kutyaláb”), így nehézségeket nem okoznak. A jövőben elsősorban görgős utánfúrók, fúró lengéscsillapítók, négyszögletes és spirális súlyosbítók használatát fokozni kell elsősorban azért, mert a költségsökkentés érdekében a fúróterhelés további növelése elengedhetetlen, ez pedig hosszú súlyosbító-rakatok alkalmazását teszi kötelezővé.

## 5.5. A mélyfúrások rétegvizsgálatának értékelése

A nagymélységű fúrások rétegvizsgálatainak is állandóan visszatérő problémája az extrém lyukhőmérséklet, esetenként a jelentős túlnyomás bonyolítja a helyzetet. 200 °C felett a tömitőelemek nem funkcionálnak megbízhatóan, ami a fúrócsővel végezhető vizsgálatok elsődleges problémája, de hasonló a helyzet a perforáló szerszámokkal, amelyeknél további nehézséget jelent a megfelelő robbanóanyag biztosítása. A rétegvizsgálatok minőségi igény szerinti kielégítése ezért rendkívül nehéz helyzetet teremt, súlyos feladat.



Mindezek ellenére számos hasznos információ már ezideig is rendelkezésre áll, vannak ipari jelentőségű eredményeink.

A B—I. és B—II. jelű fúrások mélyítése közben elvégzett testeres rétegvizsgálatok során iparilag is számottevő szénhidrogén-beáramlást kaptunk, azonban már a vizsgálat folyamán (egy-két óra) jelentős nyomáscsökkenést mértek a JOHNSTON típusú műszerek. A B—II. kút a végleges kiképzés után kezdetben nagy, majd rohamosan csökkenő mennyiségű szénhidrogén-gáz-termelést adott. A hozamnövelő célú rétegsavazás nem hozott kívánt eredményt. Ezeknek a serkentő műveleteknek a leg súlyosabb problémája az inhibítálás, amely az adott hőfokon nem megbízható, ezért a siker kétséges. A B—II. esetében az inhibítáló adalékok nem tudták kifejteni hatásvukát, savazás közben a kút meghibásodott. A B—I. fúrás végső kiképzése utáni rétegvizsgálatok a testeres vizsgálatnál észlelt nagyobb volumenű szénhidrogén-gáz mennyiséget nem bizonyították, mert a gáztermelés helyett bőséges vízbeáramlást kaptunk szénhidrogén-gázzal. Ilyen esetben rendszerint megfelelőképpen izolálhatatlan a folyadék- és gázfázis.

A B—III. kút miocén korú törmeléken zónájából napi 1 millió Nm<sup>3</sup> feletti CO<sub>2</sub> gáz termelésére képes. Kiképzése megfelel az igényeknek, kb. 600 000 m<sup>3</sup>/nap hozammal a budafai mező másodlagos termelési céljait szolgálja.

A B—IV. jelű fúrásban 21 perforálásos rétegvizsgálatra került sor, ezenkívül 2 testeres rétegvizsgálat is volt. Szénhidrogén-gáz csak nyomokban jelentkezett, illetve két réteg 12—17 000 Nm<sup>3</sup>/nap nem éghető gázkeveréket adott.

A B—VI. sz. kútban összesen 11 rétegvizsgálat történt, amelyek eredménye néhány esetben teljes beáramláshiány, néhány esetben éghető gáznymó volt. A kút szénhidrogéntermelés szempontjából meddő.

A L—I. mélyfúrásban, illetve kútban összesen 18 rétegvizsgálat közül a 3560—3403 m-es nyitott szakasz a termeltetés során 6—12 000 Nm<sup>3</sup>/nap éghető gázzal 24 m<sup>3</sup>/nap mennyiségű párlatnyomos rétegvizet adott. A 3750—3755 m-es lyukszakasz 14 mm-es fúvókával 21 400 Nm<sup>3</sup>/nap mennyiségű éghető gázbeáramlást eredményezett 760 m<sup>3</sup>/nap forró sósvízzel, amely a kifolyónál 120 °C hőmérsékletű volt, a sókoncentráció 21,2 g/l. A termelési talpnyomás kezdetben 719 at volt, azonban az idő függvényében csökkenő tendenciát mutatott, így feltételezhetően nem végtelen, hanem zárt tárolórendszerrel lehet szó.

A Makó—1. jelű mélyfúrás rétegvizsgálata tömítővel kiképzett kútban történt. A nyitott 4152,5—4156,0 m-es és előre perforált bélésű mögötti 4142,0—4152,3 m-es lyukszakasz hozammérése során egyértelmű eredményt nem sikerült kimutatni. A kút szénhidrogén-gázt és párlatot termelt kez-

detben. A nyomásmérések alapján a rétegnyomás extrapolálással 884 at-ra tehető. A termeltetés folyamán többször eldugultak a fúvókák közettörmelékkel. A jelenség később erősödött, végül a kutat a kőzetanyag tömmedékelt.

A Hód—I. nagymélységű fúrás (talpmélysége 5842,5 m) bélésű vezetetlen lyukszakaszában kábeltesteres rétegvizsgálatok alapján a 4001—5027 m közötti mélységben helyenként reményteljes rétegeket sikerült kimutatni. Az 5012 m-ben ültetett testerral a nyitott alsó lyukszakaszból gáznymos folyadékbeáramlást észleltek. A rétegvizsgálat után a nyitott szakasz elzárásakor olyan nehézségek jelentkeztek, amelyekből arra lehet következtetni, hogy az alkalmazott depresszió hatására a lyukfal meg bomlott.

A hazai mély- és nagymélységű fúrási tevékenység eddigi (és feltétlenül csak kezdeti) szakaszának értékelése alapján átfogó képet nem lehet kialakítani. Az bizonyos, hogy rendkívül bonyolult geológiai—szénhidrogénfeldtani és fúrástechnológiai feladatot jelent a kutatás, amelynek költségkihatása tetemes. Az eddig kutatott mélymedencék kétségkívül „behatolási előzóna” jelleget mutatnak, amely alapján a jövőre nézve a nagymélységű kutatási tevékenység reményteljesnek ítéhető.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

1. *Alliquander Ödön—Giliz Béla*: A kiegyensúlyozott fúrás elméleti alapjai és gyakorlati feltételei (MINDOK. 1971.)
2. *K. A. Anikiev*: Prognoz szverhviszokih plasztovüh davlenij i szoversensztvovanie glubokogo burenja na neft i gaz; NEDRA, (Leningrád) 1971.
3. *Patsch Ferenc—Németh Ferenc—Szabó György*: Fúrási költségek, fúrási tevékenység (OMBKE XIII. Vándorgyűlés, 1972.)
4. Ten Year Survey Reveals Drastic Cost Rise; Petroleum Engineer 1972. febr. p. 54.
5. Petroleum Facts and Figures 1967. API. (New York).
6. Itogi pervovo goda devjatoj pjatileti, Burenje, 1972. I. p. 3—4.
7. *C. F. Iglehart—F. A. Dix*: North American Drilling Activity in 1970. American Association of Petroleum Geologists 1971. juli. p. 918—942.

Д-р Хингл Иштван—Немет Ференц—Сабо Дёрдь:

### ПРОБЛЕМЫ И ОЦЕНКА ПРОХОДКИ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН

После общего геологического ознакомления и ознакомления с геологией углеводородов, автор излагает вопросы проходки глубоких скважин, говорит о затруднениях при глубоком бурении, особенно проблемы вызванные высокой температурой, сверхвысоким давлением и стойкостью стен скважин. Путем анализа затрат на глубокое бурение автор знакомит нас с основными факторами финансовых затруднений и констатирует, что это является всемирным явлением. В завершение дается анализ некоторых проблем технологии бурения с тем, чтобы облегчить задачи компетентных людей.



# A kiegyensúlyozott nyomású fúrás néhány problémája

Írta: Tóth Zoltán

Az a törekvés, hogy a fúróluk mélyítését a rétegnyomásra gyakorolt minimális többlet-nyomással kívánják megoldani, azzal magyarázható, hogy ezáltal

- értékes információkat nyerhetnek fúrás közben,
- csökken a szénhidrogéntárolók károsodásának veszélye,
- csökken a kitörésveszély,
- jelentősen nő a fúrás sebessége,
- olcsóbb a kút létesítési költsége.

A rétegnyomáshoz közelálló kúttalpi nyomású fúrás ugyanakkor gondos tervezést, a fúróluk — rétegnyomás egyensúlyi feltételeinek mindenkor biztosítását és így az egyensúly fennállásának, vagy hiányának gondos figyelmét, a rétegnyomás várható változásának (pozitív anomália) előrejelzését kívánja meg.

A kiegyensúlyozott nyomású fúrás módja a fúrási technológia magasabb szintű ismeretét tételezi fel, amely igényessége döntő súlyát a fúrást kivitelező személyzetre hárítja. A fúróluk mélyítésének teljes időtartama alatt a fúróluknyomás—rétegnyomás viszonyát a fúrási tényezők változásából, azok értékeléséből kell megállapítani.

A fúrás során kinyert információk legfontosabbika a szénhidrogén-tároló előrejelzése és mobilitásának megismerése. Ellentétben a hagyományos, folyadéköblítésű rotari fúrással, a kiegyensúlyozott fúrás módja nem „öli meg”, nem „fojtja el” a tároló réteget fúrás közben, hanem a nyomások kiegyensúlyozásával lehetőséget ad a rétegfolyadék, a rétegnyomás és a tárolóközet vezetőképességének (áteresztőképesség és az effektív rétegvastagság szorzata) a megismerésére. Ezzel lehetőséget teremt a tárolók eredeti tulajdonságainak megőrzésére, valamint a hatékony kitörésvédelemre.

A kiegyensúlyozott nyomású fúrás módja a fúrási technikával szemben is nagyobb követelményeket támaszt. A fúróberendezés és műszerzettsége, a fúróluk beléscsővezetési terve, a beléscsőszakaszok szilárdsági adatai, valamint a felszíni lyukelzáró szerelvények alapot kell biztosítsanak

- a fúrási műveletek hatékony kivitelezésére,
- a fúróluk-rétegnyomás egyensúlyának fenntartására,
- a megbomlott egyensúly észlelésére,
- az egyensúly helyreállításához szükséges adatok regisztrálására és feldolgozására,
- az egyensúly helyreállítására,
- a fúrás kitűzött céljának elérésére.

A kiegyensúlyozott nyomású fúrás módja a való felkészülést a hazai ipar évekkel ezelőtt (1965—66-ban) kezdte el. A korszerű beléscsővezetési család, a kitörésgátló és lefuvatató rendszer fejlesztése és egy széles körű ellenőrző-regisztráló

műszer-család létrehozására irányuló program összeállítása a Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem kezdeményezése. A technológia fejlesztése az OGIL feladata. Itt foglalkoznak az anomáliás rétegnyomás előrejelzés feltételeinek és mérési módszereinek kutatásával, a fúróluknyomás-szabályozás, valamint az egyensúly helyreállítás elméleti kutatásával az üzemi kísérletek előkészítésével.

Az elmúlt évben sikeresen lemélyült az első kísérleti fúrás, amely hivatva volt a kiegyensúlyozott fúrási technológia alkalmazhatóságát bizonyítani. A Szank—106. fúrás nyert tapasztalatokat bizonyítja, hogy a rétegekre ható túlnyomás mérséklésével nő a fúrási sebesség, csökken a fúrófelhasználás, viszonylag jól szabályozható a fúrási folyadék szilárdanyag-tartalma.

A kiegyensúlyozott fúrás módja használatára irányuló felkészülés 1973-ban tovább folytatódik, folytatja a technikai eszközök kifejlesztését, a technológia részkérdéseinek kidolgozását. A jelen cikkben néhány problémát vizsgálunk meg, ami a kiegyensúlyozott fúrási technológia fejlesztésével kapcsolatban merült fel.

## 1. A fúróluk nyomásviszonyai

Az üledékes kőzetek pórusaiban, repedésrendszerében lévő fluidum nyomása bonyolult összefüggésben van az üledékképződés folyamataival, annak kémiai-fizikai jellemzőivel, a fluidum anyagi minőségével és a tárolóban elfoglalt etázsmagasságával.

Hazánkban a negyedkori és a felső pliocén üledékekben a nyomásviszonyok hidrosztatikusak. A felsőpannonnál idősebb neocén üledékekben a mélységgel és a geológiai korról növekvő nyomások uralkodnak. Ismert az algyői alsópannon alapkonglomerátum 0,124—0,130 at/m nyomásgradiense. Szankon a miocén gáztároló nyomásgradiense 0,130—0,140 at/m. A legnagyobb túlnyomást Úllésen a törtónai konglomerátum gáztelepében (0,161 at/m) és a makói kutatási terület alsópannoniai gázcsapadéktelep tetőrészén (?) észleltük (0,215 at/m).

Az üledékes kőzetek egyik igen fontos tulajdonsága a repeszhatóság. A kőolaj- és földgáztermelés gyakorlatában a hidraulikus rétegrepezés a hozamnövelő eljárások egyike. A fúróluk mélyítése közben a rétegrepezés káros jelenség, mert a megnövelt szűrési felületen keresztül nő az 1 at nyomáskülönbségre eső folyadékvesztés. A fúrás közben előidézett rétegrepezés mindig folyadékvesztéssel jár, amit szélső esetben az öblítőkör megszüntetése, sőt negatív folyadékszint-beállítás követhet.

A fúróluk biztonságos lemélyítéséhez ismerni kell a rétegek teherbíró képességét és folyadékszűrési tulajdonságait.



Hazánkban mindmáig kevés figyelmet szenteltek a kőzetek repesztési nyomásának, vagy a repesztési nyomásgradiens megismerésének.

A repesztési nyomás függ a tektonikai viszonyoktól. A tektonikusan kilazult területeken a repedések létrejönnek olyan besajtoló nyomásokon, melyek kisebbek, mint a fedőteher nyomása. A tektonikusan komprimált területeken a repedés létrehozásához olyan besajtoló nyomás szükséges, amely egyenlő, vagy nagyobb a fedőteher teljes nyomásánál. A viszonylag nem deformált kőzetekben mechanikailag nem látszik lehetségesnek repedéseket létrehozni akkora összes besajtolási nyomással, amely kevesebb, mint a fedőrétegek terheléséből adódó nyomás.

Végeredményben a feladatunk a kőzetek, vagy kőzettömeg feszültségi állapotának vizsgálata, a feszültségi állapot és a kőzetszilárdság összefüggéseinek kimutatása.

A fedőkőzetek terheléséből keletkező feszültség [1] szerint

$$\begin{aligned} \sigma_z &= -\gamma_k \cdot L \\ \sigma_r = \sigma_\psi &= \lambda \cdot \sigma_z (\equiv \lambda \cdot \gamma_k \cdot L) \end{aligned} \quad (1)$$

ahol  $z$ ,  $r$  és  $\psi$  a hengeres koordináta-rendszer jellemzői

$z = 0$  felület megegyezik a kőzettömeg felszínével és a  $z$  tengely lefelé irányul

$\gamma_k$  — a kőzettömeg átlagfajsúlya

$\lambda$  — a kőzetsúly  $z$ -re merőleges összetevőjének arányossági tényezője, melynek értéktartománya

$$0 < \lambda < 1$$

A  $\gamma_i$  fajsúlyú folyadékkal feltöltött fúrólyuk egyensúlyi feltételeinek megfelelő koordinátafeszültségek kifejezhetők az alábbi összefüggésekkel

$$\begin{aligned} \sigma_r &= -\lambda \cdot \gamma_k \cdot L \left( 1 - \frac{r^2}{R^2} \right) - \gamma_i \cdot L \cdot \frac{r^2}{R^2} \\ \sigma_\psi &= -\lambda \cdot \gamma_k \cdot L \left( 1 + \frac{r^2}{R^2} \right) + \gamma_i \cdot L \cdot \frac{r^2}{R^2} \\ \sigma_z &= -\gamma_k \cdot L \\ \tau_{rz} &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

ahol  $\gamma_i$  — a fúrólyukat feltöltő folyadék fajsúlya

$r$  — a fúrólyuk sugara.

A (2) képletből látható, hogy a legveszélyesebb hely a kőzettömegben a fúrólyuk fala, ahol  $\sigma_r$  és  $\sigma_\psi$  feszültségek elérik maximális értéküket ( $r = R$ )

$$\begin{aligned} \sigma_r &= -\gamma_i \cdot L \\ \sigma_\psi &= L \cdot (\gamma_i - 2\lambda \cdot \gamma_k) \\ \sigma_z &= -\gamma_k \cdot L \\ \tau_{rz} &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

A kifejtett egyenletrendszerrel a mélyfúrások tervezésének egy sor kérdése oldható meg megfelelő pontossággal.

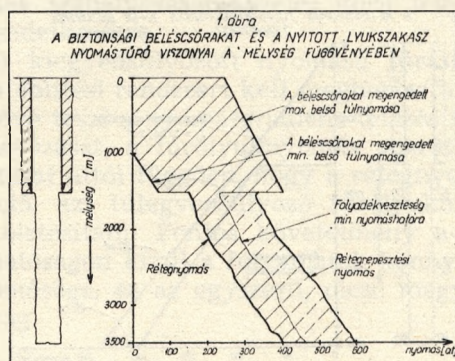
Az egyenletrendszer gyakorlati alkalmazásának alapfeltételei azonban még nem eléggé tisztázottak, ilyenek:

- A határfelület ismerete. A határfelület megszerkesztéséhez elegendő a húzás vagy nyomás egyenletének ismerete. A legtöbb kőzetre vonatkozóan ezek az adatok ismeretlenek.
- A  $\lambda$  kiválasztása. Az oldalirányú terhelés arányossági tényezője nagyságáról jelenleg vita folyik. A leginkább elfogadott nézet egyike a rugalmas súlyos tömeg vizsgálatából indul ki, amelyben nincs feszültség-átrendeződés.

Ez esetben  $\lambda = \frac{\nu}{1 - \nu}$ , ahol  $\nu$  — a Poisson szám.

A második nézet támogatói abból indulnak ki, hogy a kőzetek (geológiai periódusokkal mérhető) kora el kellett vezessen a feszültségek olyan átrendeződéséhez, ami a nyírófeszültség teljes eltűnését eredményezte. Így tehát  $\lambda = 1$ .

A kérdés gyakorlati megoldásához vezető egyik út a fúrólyukfal szilárdsági vizsgálata lehet hidraulikus rétegrepszteszkor. A hidraulikus rétegrepsztesztessel nyert adatok alapján meghatározható a biztonsági beléscsőszakot beépítési mélysége, illetve a saru alatti lyukszakasz terhelhetősége. Az 1. sz. ábrán a vonalkázott terü-



let adja a fúrólyukban alkalmazható hidraulikus nyomás alsó és felső határát. Látható az ábrából, hogy mennyire szűk lehet az a nyomás-intervallum, amelyen belül ellensúlyozni kell a rétegnyomást és meg kell előzni a folyadékvesztést, valamint a rétegek felrepsztesztését.

A fúrólyukat feltöltő öblítőiszap fajsúlyát általában — abból a megfontolásból választják meg, hogy az statikus és dinamikus viszonyok között is ellensúlyozni tudja a nyitott szakaszban lévő összes rétegek telepnyomását.

Tekintettel arra, hogy a biztonsági beléscsőszakot védelmében jelentős hosszúságú lyukszakasz mélyítése tervezhető, fel kell tételezni, hogy ezen belül hidrosztatikus, túlnyomásos, esetleg elégtelen nyomású rétegek települhetnek.

A rétegnyomással egyensúlyt tartó iszapfajsúly kiszámítása a telepnyomás és a települési mélység ismeretében az alábbi képlettel lehetséges



$$\gamma_i = \frac{10 \cdot P_r}{L} \quad [\text{kp/dm}^3] \quad (4)$$

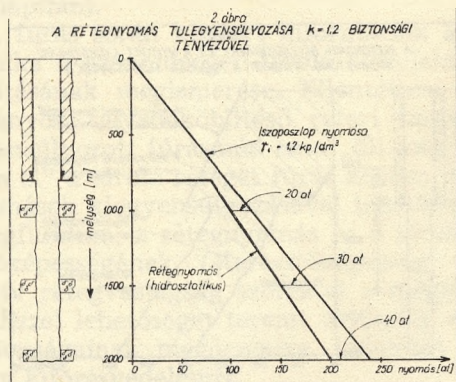
ahol  $\gamma_i$  — a telepnyomás ellensúlyozásához szükséges iszapfajsúly  $[\text{kp/dm}^3]$   
 $p_r$  — rétegnyomás (telepnyomás)  $[\text{at}]$   
 $L$  — a rétegtető függőleges távolsága a felszíntől  $[\text{m}]$

A rétegnyomás túlegyensúlyozásához szükséges fajsúlyt az eddigi gyakorlat biztonsági szorzótényező alkalmazásával számította ki. E szerint a rétegnyomás túlegyensúlyozásához szükséges fajsúlyt a

$$\gamma_{i,b} = k \cdot \gamma_i \quad [\text{kp/dm}^3]$$

összefüggés adja.

Ez a nézet nem veszi figyelembe, hogy a biztonsági szorzótényezővel növelt iszapfajsúly a mélység növekedésével növekvő értékű többletnyomást eredményez. A folyadékoszlop súlya valamely, meghatározott mélységen túl a szükségesnél nagyobb mértékű túlegyensúlyozást eredményez, ugyanakkor a sekély mélységben települő szénhidrogén-tárolók túlegyensúlyozása elégtelen, nem éri el a biztonság követelte minimális szintet. Hidrosztatikus nyomású rétegeket feltételezve az  $1,2 \text{ kp/dm}^3$  fajsúlyú iszap az 1000 m mélységben megnyitott gáztárolót 20 at többletnyomással ellensúlyozza, míg a 2000 m mélyen települő gázréteggel szemben a többletnyomás már 40 at lesz (2. ábra).



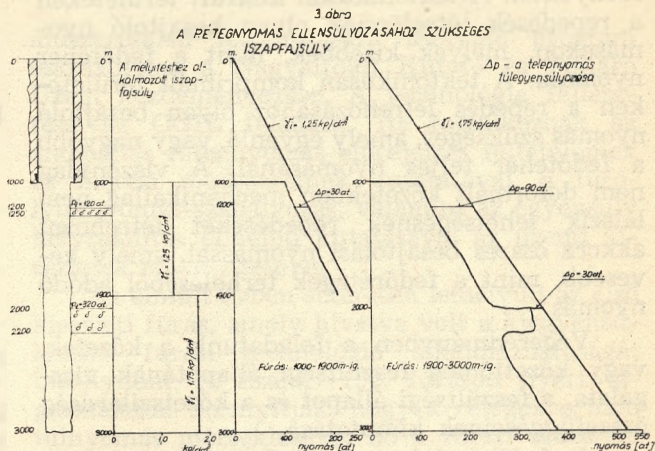
A helyes gyakorlat a rétegnyomás ellensúlyozásához szükséges többletnyomást — gondos mérlegeléssel — abszolút értékben határozza meg, és azt a rétegtető mélységében érvényesíti. Így a biztonsággal növelt fajsúly az  $L$  mélységbe települő és  $p_r$  telepnyomású réteg ellensúlyozásához

$$\gamma_{i,b} = \frac{10}{L} (p_r + p_b) \quad [\text{kp/dm}^3] \quad (5)$$

ahol  $p_b$  — a biztonsági többletnyomás  $[\text{at}]$

Az abszolút értékben meghatározott túlnyomást és így a szükséges iszapfajsúlyt a kút szerkezetnek megfelelő fúrási szakaszokra, ezen belül a CH-tartalmú rétegekre, külön-külön kell megállapítani. A nyitott lyukszakaszban alkalmazható minimális iszapfajsúlyt a legfelső CH-tartalmú réteg nyomására és a rétegtetőre vonatkozóan kell kiszámítani. A végmélységre vonatkoztatott szükséges és elégséges iszapfajsúlyt

a lyukszakaszban megnyitott maximális nyomásgradiensű réteg és a rétegtető települési mélysége határozza meg.



A 3. ábrán egy olyan esetet vázoltunk, amelyben az 1000—3000 m-ig terjedő lyukszakaszban egy hidrosztatikus és egy túlnyomású tárolót tervezünk megnyitni. Mindkét tárolót 30 at-ás többletnyomással terheljük, természetesen úgy, hogy a szükséges iszapfajsúlyt a várható rétegtető fölött 100—200 m-rel kezdjük használni.

A telepnyomás túlegyensúlyozásához szükséges többletnyomás ( $p_b$ ) értékét, abszolút nagyságát igen sok tényező befolyásolja. A nagyobb biztonság a  $p_b$  értékét növelni igyekszik. Ennek szab határt a rétegek iszapszűrési-elnyelési képessége és repeszthatósága. A biztonság túlzott növelése nélkül is növelni kell a többletnyomás abszolút értékét, ha gázos réteget kell megnyitni, ha a réteg települési mélysége csekély, ha a fúróluk átmérője kicsi, vagy az alkalmazott fúrószerszám túlméretes (szűk gyűrűstér).

Növelni kell a  $p_b$  értékét ismeretlen területen mélyülő fúrásoknál, ott, ahol a fúróberendezés személyzete nem rendelkezik kellő tapasztalattal, vagy ott, ahol a fúróberendezés műszerzettsége az egyensúly megbomlásának észlelésére nem alkalmas.

Csökkenteni lehet a  $p_b$  értékét, sőt negatív értékű  $p_b$ -t lehet számításba venni ott ahol tömött, állékony kőzeteket kell átfúrni, sőt ott is ahol a gáztartalmú rétegek áteresztőképessége elhanyagolhatóan kicsi (gáztartalmú márgák).

A túlegyensúlyozás mértékét tehát esetenként a ható tényezők számbavételével kell meghatározni. A túlegyensúlyozás mértékének sablonszerű használata csökkenti a fúrás biztonságát, csökkenti a fúrási sebességet és növeli a fúrás költségeit.

## 2. A lyuktalpnnyomás szabályozása

A kiegyensúlyozott nyomású fúrási rendszerben a fúróluk egyensúlyi feltételeit külön-külön teszik vizsgálat tárgyává fúrás közben és az öblítés leállítása után, a fúrócsere idejére.

Az 1. fejezetben tárgyalt iszapfajsúly-meghatározás és ezzel együtt a fúróluk biztonságát



szolgáló többletnyomást öblítés nélküli állapotban kell biztosítani.

Öblítés és előfűrés közben a lyuktalpra ható nyomást a pórusnyomáshoz közelítik. Rossz átteresztőképességű, tömött rétegsor esetében a nyomás lehet egyenlő, vagy kisebb a pórusnyomásnál. Ebben az esetben a fűrőlyuk talpára ható differenciális nyomás leszorító hatása csökken, megszűnik, sőt negatív talpnyomás—pórusnyomás viszony esetében kőzetjövészto hatás érvényesül.

A probléma abban jelentkezik, hogy a fűrés időrendben egymást követő és ismétlődő fázisaiban hogyan lehet biztosítani a pórusnyomás túlegyensúlyozását, majd a nyomástöbblet megszüntetését. Tovább bonyolítja a helyzetet a gyűrűstér áramlási vesztesége, amely fűrés közben a lyuktalpat terheli.

Az öblítés közbeni talpnyomás csökkentése elérhető iszapcserével. Ez esetben beépítés után, az előfűrés megkezdése előtt kisebb fajsúlyú iszapra cserélik ki a fűrőlyukat feltöltő folyadékot. A technikailag kivitelezhető módszer hátránya időigényességben és abban jelentkezik, hogy a különböző fajsúlyú iszapok az érintkezési határon összekeveredve egymás jellemzőit kölcsönösen lerontják. A kezelési költségeket jelentősen megnöveli az, hogy a szükséges iszapmennyiség kétszeresét kell elkészíteni és kondicionálni.

A lyuktalpnyomás szabályozásának másik lehetséges változata, olyan fajsúlynövelő és -csökkentő iszapkezelő-rendszert tételez fel, amivel megoldható a kiépítés előtti nehezítés egy öblítési ciklusban. Ebben az esetben granulált baritit nehezítenek és rendelkeznek olyan felszíni berendezéssel, ami biztosítja a fajsúly automatikus szabályozását. A kiépítés előtti utolsó öblítési ciklusban az iszap fajsúlyát granulált baritit bekeverésével oly mértékben emelik, hogy ezáltal biztosítható legyen a rétegnyomás túlegyensúlyozásához szükséges  $p_b$  statikus túlnyomás. A fűrés megelőző öblítés közben a granulált baritit kivonásával csökkentik az iszap fajsúlyát, majd fűrés közben a fajsúly szabályozásával a rétegnyomás—lyuktalpnyomás egyensúlyára törekednek.

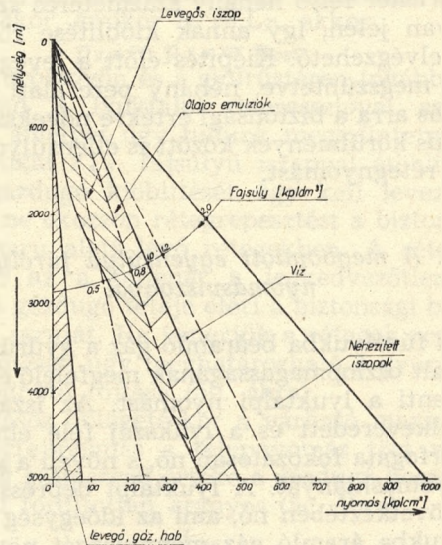
Dicséretes törekvések vannak kis szilárdanyag-tartalmú, szilárdanyagmentes és igen kedvező reológiai tulajdonságú iszapok kifejlesztésére. Tekintettel azonban arra, hogy ezek az iszaptípusok az áramlási veszteségek csökkentését szolgálják, önmagukban véve a nyomásegysúly kialakítására nem alkalmasak, mert az öblítés nélküli rétegnyomás túlegyensúlyozását és az öblítés közbeni egyensúly feltételeit, tehát a nyomásgradiens változtatását csak egyéb intézkedésekkel lehet biztosítani.

A folyadéköblítésű fűrés egyenes lefutású gradiens vonalat eredményez. Ez egy merev rendszer, melyben a statikus talpnyomást az iszap fajsúlyja határozza meg. Természetesen lehetőség van a talpnyomás széles körű szabályozására a folyadék fajsúlyának változtatásával. További lehetőséget nyit meg a fűrés folyadék habosítása és a légnemű közegek használata.

A habosított és a részlegesen, vagy teljesen elgázosított öblítőközeg nyomásgradiense nem állandó, hanem az általános gáztörvények által definiálható. A 4. ábra mutatja be a fűrésnél használható öblítőközegek mélység—fűrőlyuknyomás görbeseregét. Látható, hogy a fűrőlyuk-

4. ábra

FÜRŐLYUKNYOMÁS A MÉLYSÉG ÉS AZ ÖBLÍTŐ KÖZEG FÜGGVÉNYÉBEN



nyomás szabályozására széles körű fegyvertár áll rendelkezésre.

A kiegyensúlyozott nyomású fűrésnél olyan öblítési rendszert kell meghonosítani, ami lehetővé teszi a nyomásgradiens tetszés szerinti szabályozását, a fűrőlyuknyomás operatív változtatását attól függően, hogy a rétegnyomással egyenlő, azt túlegyensúlyozó fűrőlyuknyomást kell biztosítani. Fontos követelmény a szabályozhatóságon kívül a folyamatok könnyű áttekinthetősége, és az egyszerű, olcsó megvalósíthatóság.

### 3. A rugalmas és merev közegű fűrés folyadék kombinációja

Az előzőekben kimutattuk, hogy a rétegnyomás túlegyensúlyozásához  $\gamma_{i,b}$  fajsúlyú folyadékot kell alkalmazni. Fűrés közben olyan öblítési rendszert kell kialakítanunk, ami a rétegnyomással egyensúlyt tartó dinamikus talpnyomást biztosít, tehát

$$p_r = p_{st} - p_b - p_{h.e.} \text{ [at]} \text{ ahol}$$

$p_r$  — rétegnyomás [at]

$p_{st}$  — a  $\gamma_{i,b}$  fajsúlyú folyadék statikus talpnyomása [at]

$p_b$  — a statikusan vett biztonsági többletnyomás at

$p_{h.e.}$  — a gyűrűstér hidraulikus ellenállása [at].

A statikus és dinamikus talpnyomás különbségét biztosítandó vizsgáltuk a gyűrűstérben áramló folyadék részleges elgázosítását.



Megállapítottuk, hogy az iszapáram aerizálásával az öblítés közbeni talpnyomás a kívánt mértékben csökkenthető a statikus talpnyomáshoz viszonyítva.

Kimutattuk, hogy a kompresszor végnyomása függvényében a levegő táplálási mélységének ( $L_{lev}$ ) optimuma van. Nincs szükség a levegőt a teljes cirkulációs úton végigszállítani. Ezzel kettős célt lehet elérni. Egyrészt kisebb végnyomású kompresszorral elérhető a kívánt aerizációs fok, másrészt a levegősített iszap a gyűrűstér felső néhány százméteres szakaszában van jelen, így annak kiöblítése rövid idő alatt elvégzhető. Kiépítés előtt a levegőbetáplálást megszüntetve, néhány perc alatt a talpnyomás arra a biztonsági értékre növekszik, ami statikus körülmények között is ellensúlyozni képes a rétegnymást.

#### 4. A megbomlott egyensúlyú fűrőlyuk nyomásviszonyai

A fűrőlyukba beáramló gáz a gyűrűstérben elfoglalt oszlopmagasságának megfelelő értékkel csökkentti a lyuktalpi nyomást. Az iszapárammal elkeveredett és a lyukszáj felé elmozdult gáz térfogata fokozatosan nő, s növeli a gyűrűstér nyomáshiányát. A lyuktalpi depresszió ennek következtében nő, ami az időegység alatt a fűrőlyukba áramló gáz mennyiségét növeli. Ez a folyamat az időben gyorsulón játszódik le és mindaddig tart, amíg ki nem alakul egy dinamikus egyensúly a telepnyomás, valamint a fűrőlyuk talpán lévő nyomás között. Az egyensúlyt biztosító talpnyomást a fűrőlyukat feltöltő közegek oszlopnymása, az áramlási nyomásvesztések és a felszíni fojtás együttesen adják.

jes iszapmennyiséget. Ha ebben az esetben tovább folytatjuk a szivattyúzást, úgy gázoszlopban diszpergált fűrőiszappal van dolgunk vad gázkítörés közepette.

Az egyensúly megbomlásának észlelésekor célszerű a fűrőlyukat azonnal lezárni, és megállapítani, hogy mennyi iszap hiányzik a fűrőlyukból és milyen értékű a lyuktalpi nyomáshiány (depresszió).

Az 5. a. ábrán egy olyan fűrőlyukat ábrázolunk, amelyet  $L$  mélységig mélyítették  $\gamma_{i0}$  iszapfajsúllyal és az egyensúly megbomlása miatt a felszínen  $Q_{i0}$  térfogatú iszapszaporulatot észleltek.

A fűrőlyukat lezárva az 5. a. ábrán vázolt nyomásviszonyok uralkodnak a fűrőlyukban ( $p_{f,0}$ ;  $p_{gy,0}$ ;  $p_{v,0}$ ).

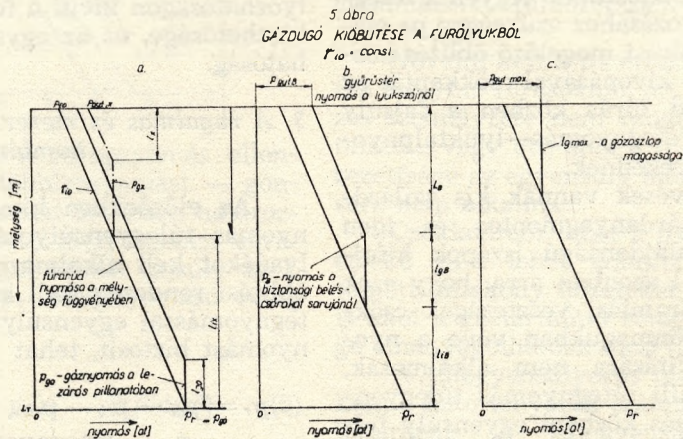
Feltételezve, hogy a fűrőcső ismert fajsúlyú ( $\gamma_{i0}$  gázmentes iszappal van feltöltve, a fűrőcsőnyomás ( $p_{f,0}$ ) megegyezik azzal a nyomáshiánnyal (depresszió), amivel a rétegből a gázbeáramlást előidéztük. A gáztelep nyomása egyenlő a zárt fűrőcsőnyomás és a fűrőcsőben lévő iszaposzlop nyomásának összegével.

$$p_r = p_{v,0} = p_{f,0} + \frac{i_0 L_T \cdot \gamma}{10 i_{i,0}} \quad [\text{at}] \quad (6)$$

A zárt fűrőcsőnyomást felfoghatjuk úgyis, hogy az egyenlő a fűrőcsőszakat hosszára vonatkoztatott iszapfajsúlyhiánnyal.

$$\Delta \gamma = 10 \cdot \frac{p_{f,0}}{L} \quad [\text{kp/dm}^3] \quad (7)$$

A gyűrűstér tetején zárt állapotban mért nyomás ( $p_{gy,t,0}$ ) eltér a fűrőcső nyomásától. Az



Ilyen dinamikus egyensúlyi helyzet csak a rossz vezetőképességű rétegeknél alakul ki, és azzal jellemezhető, hogy az iszapárammal a felszínre szállított gáz mennyisége stabilizálódik.

Jó áteresztőképességű rétegek esetében a dinamikus egyensúlyhoz tartozó gázmennyiség tízszere, sőt százszorosa lehet a fűrőlyukba táplált iszapfluxusnak és így az egyensúly kialakulása előtt kiszoríthatja a fűrőlyukból a tel-

eltérést az a gázmennyiség okozza, amely az iszappal elkeveredve a gyűrűstérből részlegesen kiszorította az iszapot. Az 5. a. ábrán ezt a gázmennyiséget egy tömegben koncentráltuk a fűrőlyuk talpán. Ez egyszerűsíti a fizikai jelenség vizsgálatát, ugyanakkor a ténylegesen várható lyukfejnyomást elhanyagolható mértékben módosítja.



A gáz által elfoglalt gyűrűstér hosszát kiszámíthatjuk a felszíni iszapszaporulat és a gyűrűstér felületének ismeretében

$$l_{g,0} = \frac{Q_{i,0}}{F_{gyt}} \quad [m] \quad (8)$$

ahol  $Q_{i,0}$  — iszapszaporulat a kút lezárásáig  $[m^3]$

$F_{gyt}$  — a gyűrűstér felülete  $[m^2]$

Az egyensúly megbornlását okozó közeget általában nem ismerjük. A kút lezárásakor észlelt felszíni nyomások és az eredeti iszapfajsúly ismeretében kiszámíthatjuk a lyuktalpra beáramlott közeg fajsúlyát ( $\gamma_x$ -et).

$$\gamma_x = \gamma_{i,0} - 10 \cdot \frac{p_{gyt,0} - p_{f,0}}{l_{g,0}} \quad [kp/dm^3] \quad (9)$$

Ha  $\gamma \rightarrow 0$ -hoz, úgy gázbeáramlás történt, ha  $0,5 < \gamma_x < 1,0$ , úgy rétegfolyadék áramlott a lyuktalpra.

A fúrólukba áramlott fluidum kiöblítését a zárt nyomások megállapítása után azonnal el kell kezdeni. Célszerű a kiöblítést azzal az iszappal elvégezni, ami rendelkezésünkre áll, tehát a fúrás közben használt  $\gamma_{i,0}$  fajsúlyú iszappal.

A gyűrűstér szükséges fojtását abból a megfontolásból számítjuk ki, hogy az a rétegnyo-

A gázdugó nyomását valamely ( $L_T - l_{i,x}$ ) mélységben kifejezhetjük a gyűrűstér fojtásán keresztül is

$$p_{gyt,x} = p_{f,0} + (p_{gyt,0} - p_{f,0}) \frac{p_r}{p_{g,x}} \quad (11)$$

A (11) egyenlet második tagja a gázdugó nyomásváltozásának a hatását adja a gyűrűstér szükséges fojtására.

A (10)-ből belátható, hogy a gázdugó teljes kiöblítésekor, amikor  $l_{i,x} = L_T$ , akkor

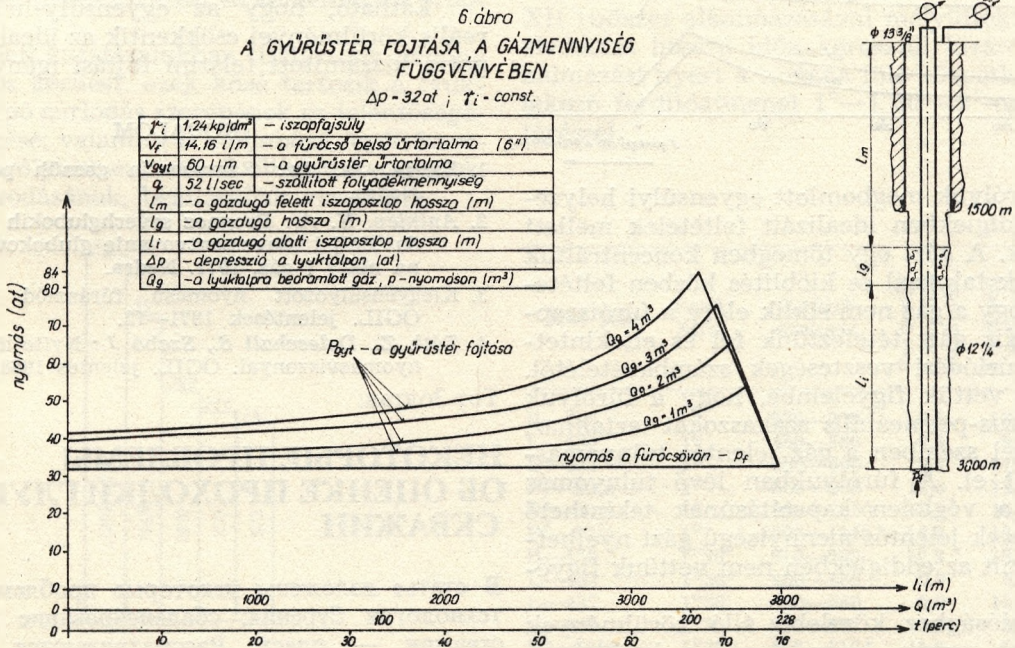
$$p_{g,x} = p_{f,0} = p_{gyt}$$

tehát a fúrócsövön és a gyűrűstéren továbbra is fennmarad a lyuktalpi depresszióval azonos nyomás, amelyet úgy tudunk megszüntetni, ha a fúrólukot  $\gamma_{i,b}$  fajsúlyú iszappal átöblítjük.

A gázdugó kiöblítését úgy kell levezetni, hogy az ne okozzon rétegrepszertészt a biztonsági beléscsősáru alatt lévő rétegekben. A rétegrepszertésre az a pillanat a legkedvezőtlenebb, amikor a gázdugó teteje eléri a biztonsági beléscsőszakat saruját. Ha ismerjük a rétegek ropeszrtési nyomását, úgy meghatározható a gyűrűstér megengedhető fojtása (5b. ábra).

Fojtásos öblögetéskor a várható maximális gyűrűstérfejnyomás a telepnyomás tört része, amelynek számszerű értéke a gázdugó hosszváltozásával fordítottan arányos (5c. ábra).

$$p_{gyt,max} = \frac{l_{g,0}}{l_{gmax}} \cdot p_r \quad [at] \quad (12)$$



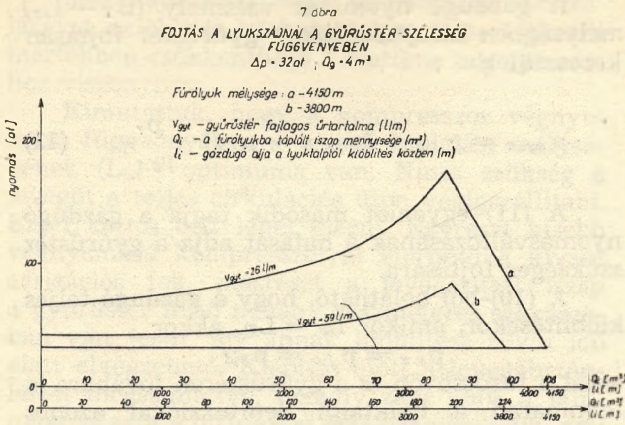
más értékéig egészítse ki a gyűrűstérben lévő fluidumok oszlopnnyomását.

A gázdugó talpánál uralkodó nyomás az 5.a. ábra alapján valamely ( $L_T - l_{i,x}$ ) mélységben

$$p_{g,x} = p_{g,0} + \frac{L_T \cdot \gamma_{i,0}}{10} - \frac{l_{i,x} \cdot \gamma_{i,0}}{10} \quad [at] \quad (10)$$

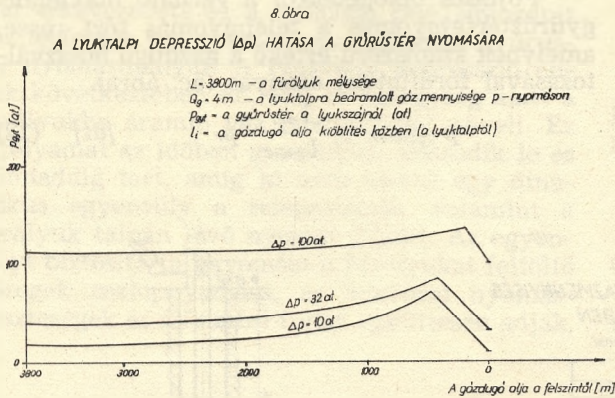
Más oldalról a gyűrűstér maximális fojtása annyival haladja meg a fúrócső kezdeti zárt nyomását, mint amennyi a gázoszlop miatt hiányzó iszaposzlop nyomása, tehát a gyűrűstérbe beáramlott gáz mennyiség hossza a várható kútfejnyomásokat alapvetően befolyásolja (6. ábra). A gyűrűstér szélessége (felülete) adott





gázmennyiség esetén fordított arányban befolyásolja a szükséges felszíni fojtás értékét (7. ábra).

A gázdugó kitágulásának mértéke függ a lyuktalpi depressziótól is. Minél nagyobb a depresszió, annál kisebb lesz a gázoszlop hosszváltozása a kiöblítés során és annál nagyobb a várható maximális gyűrűstérfojtás a felszínen (8. ábra).

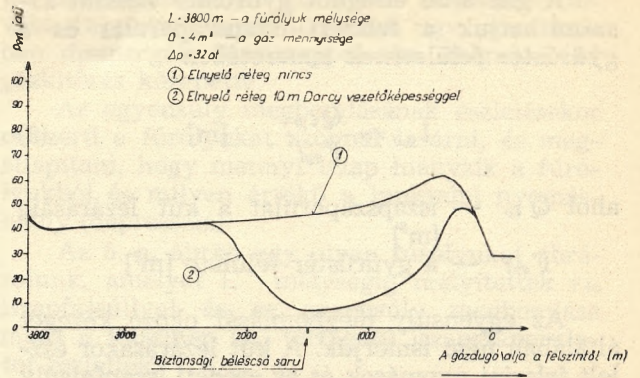


A fúróluk megbomlott egyensúlyi helyzetét az eddigiekben idealizált feltételek mellett vizsgáltuk. A gázt egy tömegben koncentráltuk a fúróluk talpánál és kiöblítés közben feltételeztük, hogy a gáz nem siklik előre a fúróiszapban. Ideális gázt tételeztünk fel és eltekintettünk a súrlódási veszteségek számbavételétől.

Nem vettünk figyelembe, hogy a fúróluk fala porózus-permeábilis szakaszokat tartalmaz, amelyekkel szemben a gáz jelentős túlnyomással haladt el. A fúrólukban lévő túlnyomás hatására a végtelen kapacitásúnak tekinthető vizes rétegek jelentős mennyiségű gázt nyelhetnek el, amit az eddigiekben nem vettünk figyelembe.

A valósághoz közelebb álló körülmények figyelembe veszik, hogy a gáz a lyuktalpon iszapárammal találkozik és abban elkeveredik, részlegesen oldatba megy és abszorbeálódik, így csökken térfogata és nyomása hőmérsékletfüggő és összenyomhatósága is eltér az ideális gázokétól. A gyűrűstér áramlási vesztesége csökkenti a gáztérfogatot és mérsékli a szükséges felszíni fojtás értékét.

A 9. ábrán a gázdugó kiöblítésekor várható tényleges nyomásokat szemléltetjük.



Itt figyelembe vettük a reális gázok viselkedését az egyesített gáztörvény alapján, a gáz keveredését a fúróiszappal, az áramlási nyomvesztések hatását, valamint a porózus-permeábilis rétegek által elnyelt gázmennyiséget is. A diagrammon a gázos iszap alja van a mélység függvényében ábrázolva. A 2. számú görbén 20 m vastag 0,5 Darcy átteresztőképességű vizes réteget vettünk figyelembe. A görbén két negatív nyomásgradiensű szakasz jelölhető ki. Az 1850 m mélységtől jelentkező nyomásesés a gázkiszűrődés következménye. Ha a nyitott lyukszakasz nem tartalmaz porózus kőzetet, úgy a nyomásdiagram az 1. sz. görbe mentén változik. A második negatív nyomásgradiensű szakasz a gázos iszap kiáramlását jellemzi az atmoszférába. Ennek a szakasznak a kezdő pontja (400 m), a fojtási nyomás maximuma a gázos iszap felszínre jutását és az elgázosodott iszaposzlop hosszát jelzi.

Látható, hogy az egyensúly-helyreállítás reális körülményei csökkentik az idealizált állapotra kiszámított felszíni fojtási igényt.

## IRODALOM

1. Eszrin, Ju. Ja.: Razrusenija gornüh porod. 1968. Nedra.
2. Anikiev, K. A.: Prognoz szverhglubokih plasztovüh davlenij i szovershtovanie glubokovo burenja na nefty i gáz. 1971. Nedra.
3. Kiegészülözött nyomású fúrásmód fejlesztése. OGIL. jelentések 1971—72.
4. Tóth Z., Doleschall S., Szabó J.: Nyitottfalú gázkút nyomásviszonyai. OGIL. jelentés 1968.

Тот Золтан:

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБ ОЦЕНКЕ ПРОХОДКИ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН

В статье изложены некоторые проблемы новой технологии бурения: сбалансирование давлений скважин — пласт. Рассматриваются вопросы пластового давления, давления разрыва пласта и выбор удельного веса промывочного раствора. Изложен новый метод регулирования противо-давления столба промывочной жидкости на вскрываемые пласты во время промывки и бурения. Балансирование давлений распространяется на случай постушения газа из пласта и дается общая методика для восстановления равновесия скважина — пласт.



# Irányított ferdefúrások szerszámösszeállítása

Írta: Balla Imre

Az irányított ferdefúrások hazai alkalmazása a Szovjetunióból szerzett eszközök és tapasztalatok segítségével indult meg. Ma már jelentős az irányított ferdefúrással mélyített fúrások száma, melyek olyan mezőrszkekről biztosítják a kitermelést, ahová más módszerrel kutat telepíteni nem lehetett.

Az irányított-ferdefúrási tevékenység szükségessé tette, hogy részletesen foglalkozzunk a ferditőátmenetes ferdítés hatékonyságának vizsgálatával az adott geológiai és műszaki feltételeknek megfelelően a tervezés és kivitelezés számára.

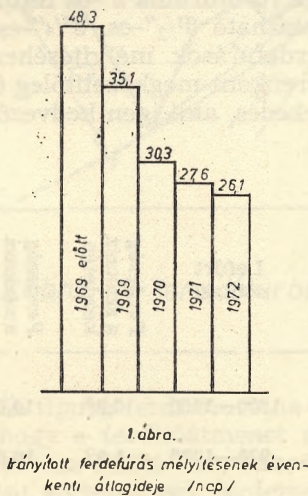
A fúrólyuk stabilizált szakaszának mélyítésére kialakítást nyert a stabilizátorturbina és a tájolást nem igénylő ferdeségnövelő-turbina. Tanulmányoztuk és meghatároztuk a „sima” szerszámmal történő ferdeségcsökkentés folyamatát, meghatározva annak intenzitását.

Üzemi bevezetésre került az OT típusú speciális ferditőturbina, melyet jelenleg a legalkalmasabb ferditőszerszámnak tekinthetünk.

Tisztáztuk a rotari fúrásoknál alkalmazható különböző szerszámösszeállítások hatékonyságát ferdeségnövelési, stabilizálási és ferdeségcsökkentési feladatok végrehajtására.

Az irányított ferdefúrással mélyülő kutak minőségi kiképzése érdekében foglalkoztunk az ilyen kutak béléscsővezetési és cementezési problémáival.

Elméleti kutatásainkban tisztáztunk néhány igen fontos kérdést: ezek közé tartozik a lyukfalra fellépő súrlódás szerepének és jelentőségének elemzése, valamint a különböző ferditőszerszámok fúrólyukban történő elhelyezkedésének, önelcsavarodásának, beállításának vizsgálata.



Bokorfúrások bevezetésével foglalkoztunk az ide kapcsolódó különleges elvi és gyakorlati problémákkal. Létrehoztunk az irányított ferdefúrások tervezésének és kivitelezésének megkönnyítésére és meggyorsítására, valamint pon-

tosítására különböző segédeszközöket (lyukprofiltervezőt, beállítást meghatározó eszközt, szerkesztőt, univerzális jelölővillát stb.).

A műszaki és technológiai fejlesztés és a szakemberek nevelése eredményeként, azok segítségével, sikerült elérni az irányított ferdefúrások időfelhasználásának nagymértékű csökkenését, melyet az 1. ábra szemléltet.

Az 1972. évben az időfelhasználás csökkenése kb. háromnegyed millió Ft megtakarítást jelent egy-egy ferdefúrás esetében, amihez hozzászámítjuk az egyéb kisegítő műveletek csökkentését is, úgy az eredmény közel egymillió Ft kutanként.

Jelen összeállításunkban természetesen nem térhetünk ki teljességgel több éves, a témában kifejtett munkánk tapasztalataira. Az alábbiakban ezekből néhányat szeretnénk ismertetni, melyeket az irányított ferdefúrással foglalkozó szakemberek a továbbiakban célszerűen felhasználhatnak munkájuk folyamán.

## 1. A 6<sup>5/8</sup>''-es turbinák alkalmazásának tapasztalatai

A hazai irányított ferdefúrások nagyrészt a 8<sup>1/2</sup>''-es szelvényben 6<sup>5/8</sup>''-es turbina és 5''-es XH rudazat alkalmazásával mélyültek. Ferditőelemként hosszú időn keresztül kizárólagos alkalmazást nyert a turbina fölé közvetlenül csatlakozó ferditőátmenet 1°—1°30'—2°-os irányeltéréssel.

1. táblázat

Kút jele	Ferd. átm.	Lefúrt szakasz	Ferdeség a szakasz kezdetén	Ferdeség a szakasz végén	Ferdeség növekedés 10 m-re
B-453	1°	870—900	18,5	16,5	-0,14
L-434	1°	450—560	6,9	9,2	+0,21
L-437	1°	560—690	10,7	11,5	+0,06
Pf-50/a	1°	860—905	12,0	12,7	+0,16
Pf-50/a	1°	1000—1050	15,2	15,5	+0,06
Pf-50/a	1°	1095—1145	14,0	13,9	-0,02
B-456	1°30'	510—560	10,3	13,5	+0,64
L-437	1°30'	400—480	0,9	5,9	0,63
L-437	1°30'	480—560	5,9	10,7	0,60
L-437	1°30'	920—970	6,2	8,7	0,50
Pf-50/a	1°30'	650—710	1,0	6,3	0,88
Pf-50/a	1°30'	765—805	11,8	14,9	0,78
Pf-50/a	1°30'	910—950	13,2	15,5	0,57
Víz-26	1°30'	800—900	0,0	6,2	0,62
Víz-26	1°30'	1260—1310	14,0	17,2	0,46
B-455	2°	580—630	14,2	18,0	0,76
B-455	2°	840—920	14,0	20,5	0,81
L-334	2°	400—450	0,7	6,9	1,24
L-436	2°	370—520	4,6	15,9	0,75
L-498	2°	500—570	1,0	9,8	1,25
L-439	2°	310—400	1,5	10,8	1,03
Víz-26	2°	910—950	8,0	11,9	0,97



Az 1. sz. táblázat néhány olyan jellemző ferdítési eredményt tartalmaz, amikor a ferdítőátmenet teljes mértékben ferdeségnövelésre dolgozott (azimutváltoztatás nélkül).

A táblázatból megállapítható, hogy laza, puha rétegekben az 1°-os ferdítőátmenet ferdeségnövelésre általában nem alkalmas, használata esetleg csak a ferdeség megtartását eredményezi. Az 1°30'-es ferdítőátmenet már alkalmas a ferdeség növelésére, s 10 m-enként 0,5—0,9°-os ferdeségnövelést biztosít. A 2°-os ferdítőátmenet igen hatásos ferdítőelem, amely 10 m-enként 0,75—1,25° ferdeségnövelést ad.

Az 1. táblázatból jól látható, hogy a ferdítőátmenet ferdeségnövelő hatása fordítva arányos a meglévő lyukferdeséggel.

A ferdeátmenet-nélküli szerszámösszetétel a ferde lyukszakasz mélyítése közben általában a ferdeség csökkentését eredményezi.

Turbinás fúrási módszert alkalmazva a ferdeségsökkentés szakaszában (ferdítő nélküli „sima” szerszámösszeállítással) a 2. táblázatban bemutatott eredményeket kaptuk.

2. táblázat

Kút jele	Lefúrt szakasz	Ferdeség a szakasz kezdetén	Ferdeség a szakasz végén	Ferde-ségesés 10 m-en
B—453	990—1040	16,8	15	0,36
	1040—1220	15	10	0,28
	1220—1400	10	6,5	0,19
B—455	630—700	18	15	0,43
	700—780	15	12,5	0,28
	930—1020	19,6	14,9	0,52
	1160—1320	15,7	10,2	0,34
	1320—1400	10,2	8,9	0,16
L—343	720—810	20	15	0,55
L—436	660—730	15,3	13,3	0,29
Pf—50/2J3	1055—1095	15,3	14	0,32
	1145—1185	13,9	12,1	0,45
Víz—26	1460—1570	16,8	14,7	0,19

A táblázat adatai szerint a 100 m-re eső ferdeségsökkenés a következőképpen alakult:

15—20°-os lyukferdeség mellett 3—5°

10—15°-os lyukferdeség mellett kb. 3°

10° alatt kb. 2°

A táblázatból kitűnik, hogy a sok ferdeségsökkenést befolyásoló tényező közül legjelentősebb a lyuk ferdesége és a kőzetkeménység.

A természetes ferdeségsökkenés különösen kisebb ferdeség és nagyobb kőzetkeménység mellett sok esetben nem biztosít megfelelő ferdeségesítést, ilyenkor kényszeríteni kell a ferdeség intenzívebb csökkenését ferdítőátmenet alkalmazásával.

3. táblázat

Kút jele	Ferdítő-átmenet	Lefúrt szakasz	Ferdeség a szakasz kezdetén	Ferdeség a szakasz végén	Ferdeség-csökkenés 10 m-en
L—439	1,5°	760—800	11,0	6,9	1,02
Pf—50/a	1,0°	1535—1570	8,4	6,3	0,6
Pf—50/a	1,5°	1570—1610	6,3	1,3	1,25

A 3. sz. táblázat tájékoztatást ad a ferdítőátmenet hatásosságáról e feladat végrehajtásában.

Mint látható a ferdeátmenetek hatásossága ferdeségsökkenés esetén lényegesen nagyobb, mint ferdeségnövelésnél.

Összehasonlítva az 1., 2., 3. sz. táblázatokat, igen érdekes és fontos összefüggés állapítható meg a ferdítőelemek ferdeségnövelő  $\Delta \alpha_n$ , ferdeségsökkentő  $\Delta \alpha_{cs}$  hatásossága és a természetes ferdeségsökkenés  $\Delta \alpha$  között. Ha a ferdítőátmenet ferdeségnövelő hatásosságát bizonyos meghatározott körülmények között úgy fogjuk fel, hogy az két alapértékből tevődik össze, úgy mint  $\Delta \alpha$  a ferdítőátmenet méreteiből adódó ferdeségváltoztató képességből, és a természetes ferdeségsökkenésből, akkor:

$$\Delta \alpha_i = \Delta \alpha - \Delta \alpha_{cs}$$

Az előbbi gondolatot folytatva a ferdítőátmenet ferdeségsökkentő hatásossága:

$$\Delta \alpha_{cs} = \Delta \alpha + \Delta \alpha_{cs}$$

E két egyenletről következik az összefüggés a három érték között, miszerint:

$$\Delta \alpha_n = \Delta \alpha_{cs} - 2 \Delta \alpha_{cs}$$

A ferdítőátmenetek hatásosságának ez utóbbi definíciója erősen leegyszerűsített és így csak megközelítőleg írhatja le a jelenséget, mégis igen jelentős, mert nagymértékben elősegíti a ferdítés folyamán kapott adatok alaposabb tanulmányozását, kiértékelését kisebb adatmennyiség esetén is. A fentebb elmondottak alapján érthető, hogy a ferdeségnövelésre alkalmatlan 1°-os ferdítőátmenet kiváló ferdeségsökkentő lehet, továbbá, hogy a 2°-os ferdítőátmenetet ferdeségsökkentésre használni kockázatos az esetleg túl intenzív ferdeségváltozás miatt.

## 2. A 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>''-es turbina alkalmazása

Az algyői irányított ferdefúrások mélyítésénél szélesebb körű alkalmazást nyert a 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>''-es fúróturbina — ferdítőátmenettel.

A 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>''-es fúróturbina 2°-os ferdítőátmenettel jól alkalmazható 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>''-es, 8<sup>3</sup>/<sub>4</sub>''-es szelvényű irányított ferdefúrások mélyítéséhez. Hatásossága 10 méterenként megközelítőleg 0,9—1,2°-os ferdeségnövekedés, ami igen kedvezőnek mondható.

4. táblázat

Kút jele	Ferde-átmenet	Lefúrt szakasz	Ferdeség a szakasz kezdetén	Ferdeség a szakasz végén	Ferdeség-növekedés 10 m
Algyő—316	1,5°	1300—1460	0,0°	10,0°	0°37'
Algyő—227	2°	930—1005	1,0°	16,6°	1°17'
Algyő—351	2°	799—860	1,0°	8,4°	1°13'
Algyő—366	2°	918—1043	10,8°	22,3°	0°55'
Algyő—385	2°	755—842	0,0°	8,0°	1°12'
Algyő—385	2°	915—1052	16,0°	28,0°	0°52'



A táblázatból jól látható, hogy a fúrólyuk ferdeségének növekedésével jelentősen csökken a ferditőszerszám ferdeségnövelő hatásossága. Az adott körülmények között, 20° körüli lyukferdeség mellett a 2°-os ferditőátmenettel elérhető 10 méterenkénti ferdeségnövekedés 1° alá esik.

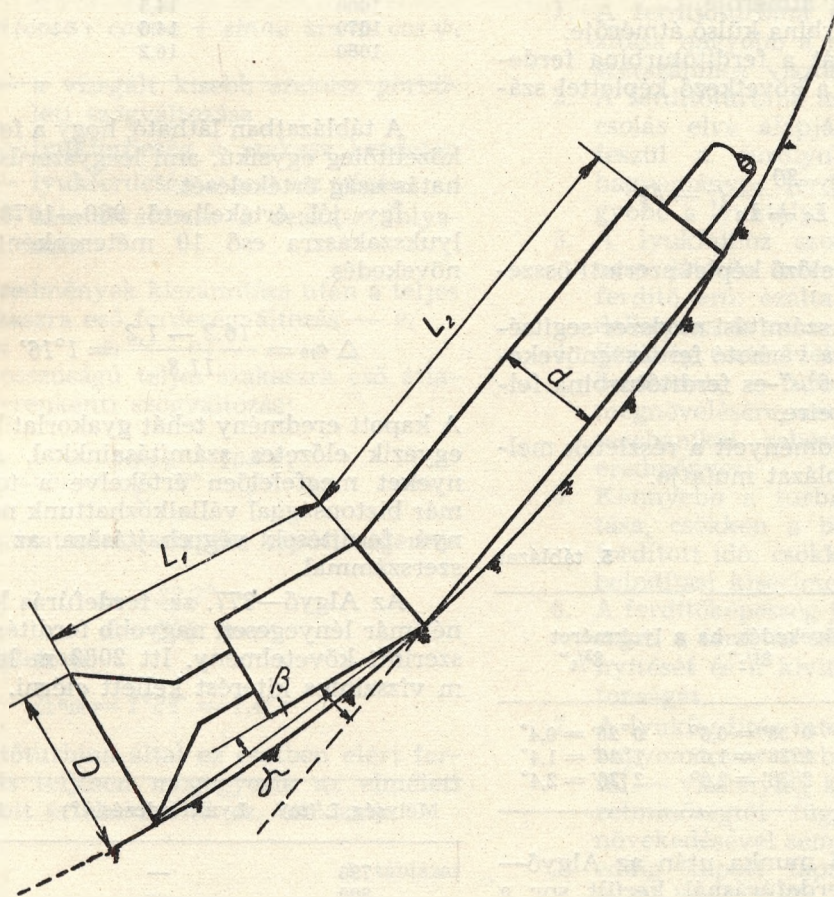
### 3. Az OTSz típusú ferditőturbina sikeres hazai alkalmazása

Az irányított ferdefúrások műszaki fejlesztése kapcsán a VNIIBT—OGIL—NFKÜ együttműködés révén OTSz típusú speciális ferditőturbinákat szereztünk be.

lyukferdítés döntő mértékben a lyuktalpi aszimmetrikus kőzetbontás eredményeként jön létre. Ez lényegi eltérés a lyukferdítés elvi mechanizmusában a hagyományos lyukferdítéshez viszonyítva.

Az OTSz ferditőturbinát a nagy merevségi mutatóval rendelkező ferditők kategóriájába soroljuk. Ebből kiindulva a ferdeségnövelés alaképletét a  $\Delta \alpha_{10}$  tizméterenkénti ferdeségnövekedésre vonatkozóan az alábbiak szerint írhatjuk fel:

$$\Delta \alpha_{10} = \frac{10 \alpha_t}{L_1 + L_2}$$



2. ábra. A ferditőturbina ferditőképességének számítási sémája.

Az OTSz típusú ferditőturbina alapvető újszerűsége, hogy a ferditőátmenet nem a kb. 8 m hosszú turbina fölött van, hanem a turbina ház részeként szerepel egy ferdemenetű közdarab formájában a turbina alsó vége fölött mintegy 2 m távolságban. Így a ferditőelem lényegesen közelebb kerül a fúróhoz, illetve a fúrás folyamán a lyuktalphoz (2. ábra).

A ferditőturbina méretezése, az alsó és felső tagok hossza úgy van megválasztva, hogy a

ahol:  $\alpha_t$  a turbina teljes hosszával egyenlő lyukszakaszra eső ferdeségnövekedés, fokban.

$L_1$  — a turbina alsó tagjának hossza m-ben,

$L_2$  — a turbina felső tagjának hossza, m-ben.

Ugyanakkor a vizsgált lyukszakasz és a ferditőszerszám méreteiből és elhelyezkedéséből következő geometriai összefüggések szerint a



ferdítő  $L_1 + L_2$  hosszának megfelelő szakaszra eső ferdeségnövekedés:

$$\alpha_t = 2(\gamma - \beta)$$

ahol:  $\gamma$  — a ferdítőturbina, illetve a ferdítőátmenet tengelyének hajlásszöge, fokban,

$\beta$  — a ferdítőturbina alsó tengelye és a fúrólyuk közötti szög, fokban.

Gyakorlatilag kielégítő megközelítéssel elfogadjuk:

$$\beta = \text{arc tg} \frac{D - d}{2 L_1}$$

A képletben:

D — a fúrólyuk átmérője,

d — a ferdítőturbina külső átmérője.

Végeredményben tehát a ferdítőturbina ferdeségnövelő képességét a következő képlettel számíthatjuk:

$$\Delta \alpha_{10} = \frac{20}{L_1 + L_2} (\gamma - \beta)$$

melyhez  $\beta$  értékét az előző képlet szerinti összefüggésből vesszük.

A fentebb vázolt számítási módszer segítségével meghatároztuk a várható ferdeségnövekedési ütemet az OTSz 6<sup>5/8</sup>''-es ferdítőturbina felhasználási körülményeire.

A számítások eredményeit a részletek mellőzésével az 5. sz. táblázat mutatja.

5. táblázat

Ferdítő szöge (fok)	Ferdéségnövekedés, ha a lyukméret		
	8 <sup>3/8</sup> ''	8 <sup>1/2</sup> ''	8 <sup>3/4</sup> ''
1	0°42' = 0,7°	0°38' = 0,6°	0°26' = 0,4°
1,5	1°42' = 1,7°	1°38' = 1,6°	1°26' = 1,4°
2	2°42' = 2,7°	2°38' = 2,6°	2°26' = 2,4°

Alapos előkészítő munka után az Algyő—365. sz. irányított ferdefúrásnál került sor a ferdítőturbina első alkalmazására. A terv szerint a célrétegek 1936 m mélységében 187 m lyuktalpi vízszintes kitérést kellett elérni 312,5° irányban. Ehhez négyrészes lyukprofil mellett a lyuktengely maximális ferdesége 12°-ra lett tervezve.

Az irányított ferdítés 1,5°-os ferdítőturbinaival 8<sup>3/4</sup>''-es fúróval 950 m-től kezdődött és 1078 m-ig tartott. Sikeresült két ferdítőmenetben a lyuktengely irányának olyan beállítását elérni, mely a továbbfúrás folyamán már felderítőszer számmal történő beavatkozás nélkül biztosította a célbajutást.

A ferdítés szakaszának ferdeségmérési adatai a 6. sz. táblázatban találhatók. A táblázattal kapcsolatban megjegyezzük, hogy a feltüntetett

értékek, úgy a ferdeség, mint az azimut vonatkozásában átlagolt értékek, melynél az utólagos ellenőrző mérés értékeit is figyelembe vettük.

6. táblázat

Mélység L (m)	Ferdeség (OC°)	Azimut (φ°)
950	0,9	—
960	1,2	—
970	2,5	—
980	3,6	300
990	5,0	306
1000	5,5	312
1010	7,7	316
1020	8,7	314
1030	8,6	308
1040	11,0	312
1050	12,0	311
1060	14,5	310
1070	14,6	310
1080	16,2	312

A táblázatban látható, hogy a ferdülés megközelítőleg egysíkú, ami leegyszerűsíti a ferdítő hatásosság értékelését.

Így jól értékelhető 960—1078 m közötti lyukszakaszra eső 10 méterenkénti ferdeségnövekedés.

$$\Delta \alpha_{10} = \frac{16,2 - 1,2}{11,8} = 1°16' \approx 1,3°$$

A kapott eredmény tehát gyakorlatilag jól meg egyezik előzetes számításainkkal. Az eredményeket megfelelően értékelve a továbbiakban már biztonsággal vállalkozhattunk nagyobb arányú ferdítések végrehajtására az új ferdítőszerszámmal.

Az Algyő—377. sz. ferdefúrás kivitelezésénél már lényegesen nagyobb ferdítés volt a terv szerinti követelmény. Itt 2083 m lefúrásig 441 m vízszintes kitérést kellett elérni. A tervezett

7. táblázat

Mélység, L (m)	Lyukferdeség (°)	Azimut (°)
790	—	—
800	—	—
810	2,5	115
820	3,6	113
830	5,6	116
840	6,5	112
850	7,4	113
860	8,5	113
870	10,5	113
880	11,0	108
890	13,5	100
900	15,0	100
910	16,5	99
920	18,0	97
930	20,0	97
940	20,5	98
950	21,0	101
960	20,5	104
970	20,5	107
980	21,0	113
990	22,0	119
1000	23,0	118



maximális lyukferdeség  $23^\circ$  volt. A tervezett értéket az OTSz  $6^5/8''$ -es  $1,5^\circ$ -os ferditőturbínával három ferditő menet után sikerült elérni a 790—995 m közötti lyukszakaszon (fúróméret:  $8^3/4''$ ). A lyuktengely alakulását a 7. sz. táblázat mutatja.

A táblázatban látható, hogy a ferdités lyukszakaszában viszonylag nagyobb ferdeségek mellett említésre méltó azimutváltozás van. Így ez esetben nem lehet a ferdeségnövekedés intenzitását a szakaszkezdet és végéhez tartozó ferdeségekből kiindulva meghatározni, hanem figyelembe kell venni a vizsgált szakaszon bekövetkezett azimutváltozást.

A teljes vizsgált szakaszhoz több kisebb szakaszra bontva az egyes szakaszokra eső görbületi szögváltozásokat kell kiszámítanunk az idevonatkozó képlet szerint:

$$\rho_i = \arccos(\cos a_{i1} \cos a_{i2} + \sin a_{i1} \sin a_{i2} \cos \psi_i)$$

ahol  $\rho_i$  — a vizsgált kisebb szakasz görbületi szögváltozása

$a_{i1}$  — lyukferdeség a szakasz kezdetén

$a_{i2}$  — lyukferdeség a szakasz végén

$\Delta\psi_i$  — azimutváltozás a szakasz folyamán

A részeredmények kiszámítása után a teljes vizsgált szakaszra eső ferdeségváltozás —  $\rho_i$

$$\rho_i = \sum \rho_i$$

Az L hosszúságú teljes szakaszra eső átlagolt 10 méterenkénti szögváltozás:

$$\Delta\alpha_{10} = \frac{10 \rho_i}{L} = \frac{10 \sum \rho_i}{L}$$

Az előző táblázat adatai alapján kapott végeredmény:

$$\rho_i = 28,7^\circ$$

$$L = 205 \text{ m}$$

Ennek megfelelően:

$$\Delta\alpha_{10} = 1^\circ 24' = 1,4^\circ$$

A ferditőturbina által ez esetben elért ferdeségváltozás teljesen megegyezik az elméleti úton számított értékekkel (3. sz. táblázat).

8. táblázat

Mélység L (m)	Lyukferdeség $\alpha$ ( $^\circ$ )	Azimut $\varphi$ ( $^\circ$ )
150	1,0	300
160	2,0	275
170	4,0	238
180	5,0	231
190	6,0	225
200	7,5	223
210	9,5	223
220	11,0	218
230	12,0	218
240	15,0	218
250	16,5	216
260	18,0	213
270	20,5	206
280	23,0	205
290	24,2	202
300	25,5	202

Érdekes még megvizsgálni a DK—294-en történt irányított lyukferdités eredményét, amit a 8. táblázat szemléltet (ez esetben a fúrás  $8^3/4''$ -es méretű fúróval,  $1,5^\circ$ -os ferditőturbínával történt).

A táblázatból az előző séma szerint számított 10 m-re eső görbületi szögváltozás:

$$\Delta\alpha_{10} = \frac{24,0}{14,2} = 1^\circ 41' = 1,7^\circ$$

Ez esetben is szinte meglepő pontossággal kaptuk a gyakorlati eredményekből előzetes számításaink igazolását.

Az eddigi tapasztalatainkat összegezve az OTSz típusú ferditőturbínáról pozitív véleményünk alakult ki, melyeket röviden az alábbiakban foglalunk össze:

1. A ferditőturbina ferdeségnövelő intenzitása nagyobb a hagyományos ferditőszerszámhoz viszonyítva.
2. A ferditőturbina aszimmetrikus közetroncsolás elve alapján működik, kevésbé feszül a fúrólyuk falának, mint a hagyományos ferditőszerszám, így nagyobb a lyuktalpi hasznos teljesítmény.
3. A lyukfalhoz szorító erő ez esetben nem játszik szerepet, mint a legfőbb ferditő erő; ezáltal csökken a fúró oldalkopása és nő az élettartama.
4. Szükség esetén lehetőség van a turbina hosszának, a turbinalépcsők számának megnövelésére, ami végső fokon a fúrás mechanikai sebességének növekedését eredményezi.
5. Könnyebb a turbina lyuktalpi beindítása, csökken a beindítási kísérletekre fordított idő, csökken az eredménytelen beindítási kísérletek száma.
6. A ferditőképesség jól számítható, ez elősegíti a ferdités tervezésének megkönnyítését és a kivitelezés sikerének biztonságát.
7. A lyukferdités intenzitása — eltérően a hagyományos turbinás ferditőeszköztől — viszonylag kevésbé változik a közetminőségtől függően és a ferdeség növekedésével sem csökken, mint azt az eddig kapott tapasztalati eredmények is jól bizonyítják.

#### 4. Alátétes turbinák alkalmazása

Az irányított ferdefúrások kivitelezésénél egyik jól ismert ferditőszerszám a külpontos tömszelencéjű turbina. Ennek lényeges sajátossága, hogy a tömszelence egyik oldala lemezfelhegesztés útján olyan kialakítást nyer (ezen az oldalon a turbina tengelyétől a lemez külső felületéig mért távolság nagyobb is lehet a fúró sugárméreténél), hogy az a fúrót az ellenkező oldalon a lyukfalhoz szorítja. A szerszám mintegy kétkarú emelő dolgozik, melynek alátámasztása a tömszelence alátétjénél van. Ferde lyukszakaszban az alátét fölötti szerszámszakasz önsúlyának egy része olyan forgatónyomatéket



hoz létre, mely akkor is a lyukfalhoz szorítja a fúrót, ha az alátét vastagságával megnövelt turbinasugár nem haladja meg a fúró sugárméretét. Ha az alátámasztó elem vastagságát megfelelően méretezzük, azt a turbinaházon a fúrótól megfelelő távolságra elhelyezve olyan szerszámot kapunk, mely ferde lyukszakaszba beépítve további ferdeségnövekedést hozhat létre a meglévő ferdeség irányában. Mivel pedig az alátámasztás a turbinán nemcsak egyoldalon, hanem körben van, a szerszám tájolást nem igényel; bármely helyzetben rendeltetésének megfelelő hatást fejt ki. A 3. ábrán látható az előző elgondolás alapján kialakított turbina, melynek sajátossága a turbinaházon elhelyezett gyűrű az alátámasztás biztosítására.

Az ábrán látható, a lyukfallyal három helyen történik érintkezés: a fúrónál az A pontban, a

ahol:  $l$  — a turbina és a fúró együttes hossza  
 $l_1$  — az alátét távolsága a fúrófelülettől

$$P = q_0 \sin \alpha_k \frac{l(l - 2l_1)}{2l_1}$$

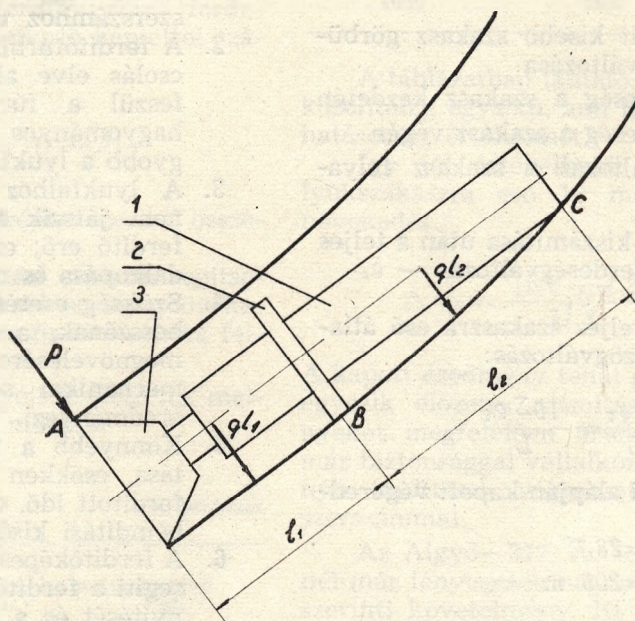
Ilyen nagyságú az a ferdítő erő, amit biztosítani tudunk a további ferdeségnövelésre.

A képletből látható, hogy a ferdítőerő nő a lyukferdeség növekedésével. A ferdítő erő annál nagyobb, minél kisebb az  $l_1$  távolság, vagyis minél közelebb kerül az alátámasztás a fúróhoz. Végül a képletből látható, hogy ez a szerszám csak valamilyen meglévő ferdeség mellett tudja kifejteni hatását. Függőleges helyzetben:

$$\alpha_k = 0 \text{ és ekkor } P = 0$$

tehát a ferdítő hatás nem érvényesül.

Az alátétes turbinával elérhető ferdeségnövelés értékét meghatározhatjuk, ha megvizs-



3. ábra. A ferdítőerő vázlata alátétes fúróturbinánál  
 1. fúróturбина; 2. alátét; 3. fúró

gyűrűnél a B pontban és a turbina felső végénél a C pontban. Olyan helyzetet vizsgálunk, mikor a C pontban éppen csak érintkezés van, de a turbina még nem támaszkodik a lyukfalra, így itt erőhatás nincs. A falreakciót az A pontban jelöljük P-vel, mely megegyezik a ferdítőerővel (a B pontnál lévő falreakció jelen esetben lényegtelen számunkra). A turbinát és a fúrót tekintjük úgy, hogy súlyeloszlásuk egyenletes, és méterenként  $q_0 \frac{kp}{m}$  nagyságú (folyadékban mért súly) melyből a lyuktengelyre merőleges összetevő  $\alpha_k$  lyukferdeség esetén

$$q = q_0 \cdot \sin \alpha_k$$

gáljuk a szerszám elhelyezkedését olyan görbe lyukszakaszban, amilyent a szerszám maga is képes kialakítani (4. ábra).

Feltételezzük, hogy a lyuktengely, illetve az alsó lyukfalon lévő A, B és C pontokon átmenő görbe szabályos körívet alkot. A fúró, alátét és a turbina felső vége az A, B és C pontokban érintkeznek az alsó lyukfallyal.

Az ábrán:

$AA' = R$  — a fúró sugármérete

$CC' = r$  — a turbina sugara

$BB' = b$  — az alátámasztó gyűrűk, vagy lemezek vastagsága.

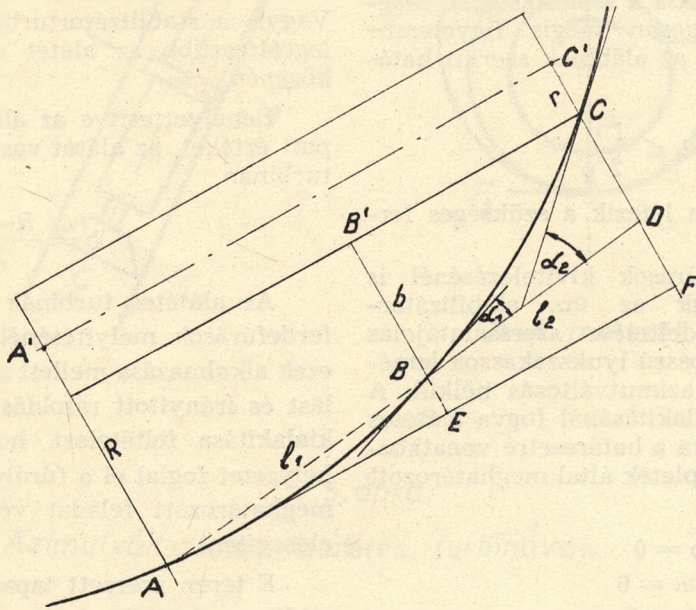
Az AF egyenes párhuzamos az A'C' turbinatengellyel. Az F, D, C és C' pontokon át-



menő egyenes merőleges az AF egyenesre. Az AD egyenest úgy vettük fel, hogy az áthaladjon a B ponton (a lyukfal és az alátét érintkezési pontján). Az alátétasztás távolsága a fúrótól  $l$

kedés értéke függ a turbina hosszától, az alátét vastagságától és az alátét fúró fölötti távolságától.

Ha rövid turbinát alkalmaznánk, megnöve-



4. ábra. Alátétes turbina elhelyezkedése az általa kialakított görbe lyukszakaszban.

és a turbina felső végétől  $l_2$ , míg a turbina teljes hossza:

$$l = l_1 + l_2$$

Az AC görbe egy méterre eső szögváltozást jelöljük  $\Delta\alpha_1$ -el.

Továbbá:  $\alpha_1$  — a körív B pontjához húzott érintő és a BD egyenes által bezárt szög,

$\alpha_2$  — a körív C pontjához húzott érintő és a BD egyenes által bezárt szög.

Mivel  $\alpha_1$  és  $\alpha_2$  gyakorlatilag igen kis szögértéket képviselnek és figyelembevéve az összefüggést, miszerint

$$\alpha_1 = \frac{l_1}{2} \Delta\alpha_1 \quad \text{és} \quad \alpha_2 = \left( \frac{l_1}{2} + l_2 \right) \Delta\alpha_1$$

A kiindulási adatokból — a számítások részletezését itt mellőzve — kapjuk:

$$\Delta\alpha_1 = \frac{2}{(l_1 + l_2) l_2} \left[ R - r - \frac{l}{l_1} (R - r - b) \right] \text{ rad/m}$$

A gyakorlatban a fokokban mért 10 m-kénti ferdeségváltozással szokás számolni, ezért a végleges képletet az alábbi formában írhatjuk fel:

$$\Delta\alpha_{10} = \left[ \frac{1146}{l \cdot l_2} R - r - \frac{l}{l_1} (R - r - b) \right] \text{ fok/10 m}$$

A képletből látható, hogy adott fúró- és turbinaátmérő mellett az elérhető ferdeségnöve-

kedne a turbina ferdítőképessége. Ez a megoldás mégsem célszerű, mert ezzel egyúttal csökken a turbina teljesítménye. A lemeztávolság, (b) növelése a ferdítőképességet növeli, ezért b értékét célszerű minél nagyobbra venni. Ennek azonban határt szab a beépíthetőség. A turbina b lemeztávolsággal megnövelt sugara nem lehet a fúró sugárméreténél nagyobb, azaz

$$l - \frac{l_1}{l} (R - r) < b < R - r;$$

Ez önmagában még nem elegendő feltétel, mivel a turbinát nemcsak függőleges, hanem bizonyos görbülettel rendelkező lyukszakaszon is át kell lyuttatni a beépítés folyamán. Így a beépíthetőség mérlegelésével előre meg kell határozni, hogy milyen lyukgörbület mellett lehetséges annak beépítése. A ferdítőképességet meghatározó képletben látható az alátétasztás fúrótól való távolságának szerepe. Minél nagyobb  $l_1$  értéke, annál nagyobb a szerszámmal elérhető ferdeségnövelés, de  $l_1$  növekedésével, a ferdítő erő csökken, oly mértékben, hogy ha

$$l_1 = \frac{1}{2} l \quad \text{akkor: } p = 0$$

tehát a szerszám önsúlyából eredő forgatónyomaték nem képes ferdítőerőt létrehozni. Ha pedig az  $l_1$  távolságot tovább növeljük, akkor a p negatív előjelű lesz és a ferdeségcsökkentés irányában fog hatni. Meg kell azonban jegyezni, hogy az említett képlet a turbina fölötti szer-



szám hatását nem veszi figyelembe a forgatónyomaték, ill. a ferdtő erő létrehozásánál. A valóságban egy rövid szakasz a turbina fölött, még elősegíti a ferdtőerő növelését; ennek azonban pontos számítása rendkívülien bonyolult lenne. Elhanyagolása a számításoknál megengedhető, de utólagosan mégis figyelembe vesszük, ha  $l_1$  hosszát az alábbiak szerint határozzuk meg:

$$0 < l_1 \leq \frac{l}{2};$$

mely esetben feltétlen létezik a szükséges ferdtő erő.

Irányított ferdefúrások kivitelezésénél is sikeresen alkalmazzuk az ún. stabilizátorturbinát. Ennek rendeltetése szerszámtájolás nélkül végrehajtani hosszú lyukszakaszok lemélyítését ferdeség- és azimutváltozás nélkül. A stabilizátorturbina kialakításánál fogva alátétes ferdtőturbina csak arra a határesetre vonatkoztatva, mikor az alapképletek által meghatározott értékek:

$$p = 0$$

$$\text{Mikor } \Delta a_{10} = 0$$

$$a_k \neq 0_1$$

tehát valamilyen középferdeséggel rendelkező lyukszakasz esetén  $P$  egyenlő 0-val, ha

$$l_1 = \frac{1}{2} l$$

Vagyis a stabilizátorturbina kialakítása esetén legcélszerűbb az alátét elhelyezése a turbina közepén.

Behelyettesítve az alátét elhelyezésére kapott értéket, az alátét vastagsága a stabilizátorturbinán

$$b = \frac{R - r}{2}$$

Az alátétes turbinák használata irányított ferdefúrások mélyítésénél igen célszerű, mivel ezek alkalmazása mellett nem kell szerszámtájolást és irányított rátoldást végezni, a szerszám kialakítása feltételezi, hogy az mindig olyan helyzetet foglal el a fúrólyukban, mely az előre meghatározott feladat végrehajtását igyekszik elősegíteni.

E téren szerzett tapasztalatainkról a 9. sz. táblázat ad tájékoztatást.

9. táblázat

Fúrás jele	Mélységszakasz	Ferdeség a szakasz kezdetén	Ferdeség a szakasz végén	100 m-re eső ferdeségváltozás	Megjegyzés
Algyő—227	1216—1407	12°30'	13°20'	+0°26'	Normál turbina stabilizálásra méretezve
Algyő—280	1367—1540	14°40'	15°00'	+0°12'	
Algyő—300	1470—1670	28°33'	28°21'	-1°07'	
Algyő—300	1670—1800	26°21'	24°51'	-1°08'	
Algyő—320	1450—1610	15°00'	15°00'	+0°04'	
Algyő—336	1043—1350	23°48'	21°18'	-0°51'	Rövid turbina ferdeségnövelésre méretezve
Algyő—227	1462—1577	13°30'	16°10'	+2°20'	
Algyő—300	1113—1201	29°51'	32°51'	+4°06'	

A táblázatból látható, hogy az alátétes turbinák gyakorlatilag a várakozásnak megfelelően működnek. Az esetenkénti egészen enyhe ferdeségesítés egyrészt a fúrólyuk bővülésével, másrészt az alátétek üzem közbeni megkopásával magyarázhatók. Ennek elkerülésére célszerű az alátét vastagságát néhány milliméterrel túlméretezni (a megkopott szerszámot használaton kívül kell helyezni).

Az alátétes fúroturbina megfelelő méretezés esetén egyértelműen alkalmasnak mutatkozik ferdeségnövelésre, amint ezt a táblázatban látható eredmény is bizonyítja. Igen kedvező az a tény, hogy a ferdtőképesség — ellentétben a ferdtőátmenetes szerszámösszeállítással — nagyobb lyukferdeség esetén sem csökken.

A megfelelően kialakított alátétes turbinát továbbá felhasználhatjuk a lyukferdeség irányának megváltoztatására is. Ez az elgondolás abból indul ki, hogy a ferde lyukban elhelyezkedő turbina az alátámasztási helyen bizonyos nyomással helyezkedik az alsó lyukfalra. Így ezen a helyen fellép egy lyuktengelyre merőleges, lefelé ható  $P$  erő, melynek hatása az 5. ábrán látható.

Az ábra a profilnézet mellett feltünteti a turbina és a turbinán elhelyezett alátámasztás (gyűrű), valamint a fúrólyuk keresztmetszetét az AA szelvényben. A lyukfal alsó részén  $P$  nyomóerő a szerszám súlyának egy részéből adódik. A további számítások egyszerűsítése érdekében megengedhető, hogy ez esetben elhanyagoljuk a turbina fölötti szerszám (súlyosbító, vagy fúrórud) hatásának figyelembevételét. Ez a jelenség elvi lényegét nem változtatja meg. Továbbá legyen még feltétel, hogy az adott esetben az alátámasztás helye a turbina hosszának közepén (a súlyponti keresztmetszetenél) van. Ekkor a turbina súlyának lyuktengelyre merőleges összetevője teljes egészében az alátámasztási helyen hat.

Az így keletkező erő nagysága:

$$p = Q \sin \alpha_k$$

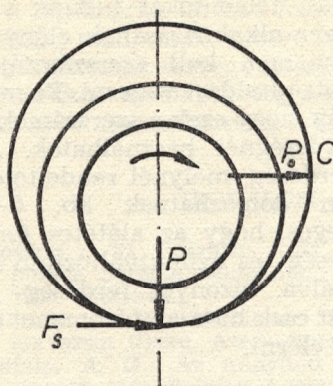
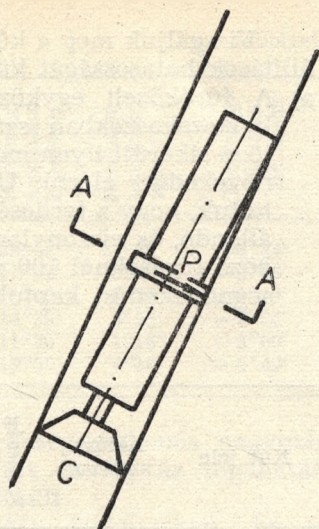
ahol:  $Q$  — a turbina súlya iszapban,  $kp$

$\alpha_k$  — a lyukferdeség értéke a turbinánál.

A lyukfal reakciójaként természetesen ugyanilyen nagyságú erő jelentkezik az alsó lyukfalon, mint ellenerő.

Ilyen körülmények között, ha a lyukfalra támaszkodó turbinát lassan forgatjuk (jobbra),





A-A metszet

5. ábra.

*Azimuthváltoztatás alátétes turbinával.*

a lyukfalon fellép még egy erő, az  $F_s$  súrlódási erő, amely merőleges a lyuktengelyre. A súrlódási erő nagysága:

$$F_s = \mu \cdot P$$

ahol:

$\mu$  — a súrlódási együttható a turbinaalátét és a lyukfal felülete között.

Az  $F_s$  erő jelenlétében a szerszámot ha forgatjuk a fúrónál egy  $P_o$  oldalirő lép fel, minek hatása alatt a fúró a C pontban a lyukfalhoz nyomódik és azt igyekszik faragni. Ennek következtében a lyukferdeség iránya valamilyen mértékben meg fog változni, ami azt jelenti tehát, hogy az említett működési elv alapján azimuthkiigazítást tudunk végezni (az adott esetben jobbra).

Mivel a  $P_o$  erő nem más, mint az  $F_s$  erő átadása a C pontra a turbinán és a fúrón keresztül, így:

$$P_o = F_s$$

azaz:

$$P_c = \mu Q \sin \alpha_k$$

A képletből látható, hogy az oldalirányú lyukfalfaragó erő  $Q$  és  $\alpha_k$  adott értékei mellett a súrlódási tényezőt keresztül befolyásolható. A megfelelő súrlódási felületet célszerű úgy kialakítani, hogy a súrlódási együttható megnövekedése csak a forgató mozgással szemben jelentkezzen; tengelyirányú mozgásra vonatkoztatva lehetőleg minimális értéken maradjon. Különböző irányban különböző súrlódási együtthatójú felületet az alátámasztó gyűrű, vagy lemezek turbinatengellyel párhuzamos hornyolásával biztosíthatjuk.

A szerszámforgatás segítségével jobbra történő azimuthkiigazítás mellett (bár a szerszámot balra forgatni nem szabad) adódik lehetőség hasonló elv alapján balra történő azimuthkiigazításra is. Ehhez a turbinában fellépő reaktív for-

gatónyomaték biztosít lehetőséget. Az alátámasztási felületnél akkor is fellép a súrlódási erő, ha nem forgatjuk (jobbra) a szerszámot, hanem hagyjuk, hogy a turbina reaktív forgatónyomatéka  $M_r$  érvényesüljön az alátámasztásnál (ez nyitott forgatóasztal mellett lehetséges). Ekkor az alsó lyukfalon fellépő  $F_s$  súrlódási erő balra irányul, ez adódik át a fúrónál a lyukfal bal oldalára.

Mivel e pontnál a fúró ugyancsak

$$P_o = F_s$$

erővel nyomódik a lyukfalhoz, ami a lyukfalfaragó erőt jelenti, ezáltal igyekszik a fúrólyuk azimuthját megváltoztatni.

Ez esetben viszont a lyuktengely azimuthját balra történő megváltozását kiváltó erő a következőképpen alakul, kielégítve a kettős feltételt:

$$\mu Q \sin \alpha_k \geq F_s \leq \frac{M_r}{r_b}$$

ahol:

$r_b$  — az alátét külső palástja szerinti sugárméret.

Az így kapott erő azonban még elég jelentékeny ahhoz, hogy a gyakorlatban ki lehessen használni az azimuth megváltoztatására, de itt is követelmény, hogy a súrlódási együtthatót a már említett módon meg kell növelni.

Az alátétes turbinával történő azimuthkiigazítást eddig mint a tiszta azimuthváltoztatás esetét vizsgáltuk a lyukferdeség változatlan értéken tartása mellett. Megvalósítható természetesen az egyidejű ferdeségnövelés és az azimuthváltoztatás is.

Ennek feltétele az alátámasztás megfelelő méretezése, megfelelő helyen történő elhelyezése, valamint a megfelelő súrlódási felület kialakítása az alátétek külső felületén.



Az alátétes turbinával tehát különböző jellegű lyukirányítási feladatokat tudunk végrehajtani. A módszer alkalmazásának előnye abban rejlik, hogy nem kell szerszámtárolást, valamint irányított rátoldást végezni. Ez mellett viszont hiányosság, hogy ezek a szerszámok csak bizonyos lyukferdeségnél használhatók. Az a minimális lyukferdeség, melynél rendeltetésüknek megfelelően dolgozhatnak kb. 6—10°. Ugyancsak lényeges, hogy az alátétes ferdítőszerszámok ferdeség- és azimutváltoztató hatásosságát kihasználva, bizonyos ferdeség- vagy azimutváltoztatást csak hosszab fúrómenet eredményeként lehet elérni.

### 5. Rotari fúrési módszer alkalmazása

Az utóbbi években viszonylag nagyobb mértékben alkalmaztuk az irányított ferdefúrásoknál a rotari fúrési módszert a ferde lyukszakaszokban is, ahol alapvetően négy különböző szerszámösszeállítással dolgoztunk:

- Egy központosítóval a fúró közelében (az összeállításban alulról felfelé): fúró (utána esetleg közdarab), súlyosbító-központosító, súlyosbítók.
- Két központosítóval: fúró (utána esetleg közdarab), súlyosbító-központosító, egy vagy két súlyosbítórúd, súlyosbító-központosító, súlyosbítók.
- Központosítók nélkül: fúró, súlyosbítók.
- Egy központosítóval a fúrótól távolabb: fúró, egy vagy két súlyosbítóval, központosító, súlyosbítók.

Vizsgáljuk meg a különböző szerszámösszeállítások hatásosságát külön-külön.

- A fúróközeli egyközpontosítással mélyített lyukszakaszokban számításunknak megfelelően sikerült ilyen módon bizonyos ferdeségnövekedést elérni. Ugyanakkor azt tapasztaltuk, hogy a ferdeségnövekedés üteme nem állandó, és viszonylag nem nagy. Így különböző fúrásoknál 100 m-ként az alábbi ferdeségnövekedést kaptuk.

10. táblázat

Kút jele	Lefúrt szakasz	Ferdeség a szakasz kezdetén	Ferdeség a szakasz végén	Ferdeség-változás 100 m-en
Algyő—117	1703—1810	23°00'	22°00'	—0°56'
Algyő—218	1229—1430	18°45'	22°45'	+2°00'
Algyő—310	1082—1450	13°07'	18°22'	+1°23'
Algyő—311	997—1250	14°30'	20°37'	+2°24'
Algyő—328	1224—1990	12°30'	3°36'	—1°02'
Algyő—369	1224—1524	12°48'	16°30'	+1°14'
Algyő—377	1620—1900	15°00'	18°30'	+1°15'
Algyő—381	1206—4160	15°30'	21°00'	+1°26'

Az adatok természetesen még nem teszik lehetővé általános érvényű következtetések levonását, viszont egyértelmű, hogy az említett módszerrel bizonyos nagyságú ferdeségnövekedést tudunk elérni.

- A két központosítóval ellátott szerszámösszeállítást a lyukferdeség és iránystabilizálására kívántuk alkalmazni.

11. táblázat

Kút jele	Mélységszakasz	Ferdeség a szakasz kezdetén	Ferdeség a szakasz végén	Ferdeségváltozás 100 m-en	Megjegyzés	
Algyő—311	1250—1630	20°37'	16°30'	—1°05'	A központosítók között 1 db súlyosbító a fúró fölött rövid súlyosbító, a központosítók között 1 db súlyosbító	
Algyő—332	1120—1376	28°06'	20°18'	—2°11'		
Algyő—377	1368—1620	21°00'	15°00'	—2°23'		
Algyő—365	1078—1410	14°36'	18°00'	+1°01'		
Algyő—377	995—1210	22°30'	25°30'	+1°24'		
Algyő—385	1052—1451	28°00'	28°06'	+0°02'		
Algyő—332	970—1120	24°00'	28°06'	+2°44'		A központosítók között 2 db súlyosbító
Algyő—332	1376—1623	20°18'	21°00'	+0°17'		

A 11. táblázatban látható, hogy a kétközpontosítós szerszámösszeállítást három különböző variációban alkalmaztuk.

Az első esetben az alsó központosítót közvetlenül a fúróhoz csatlakoztattuk és a két központosító között egy db súlyosbítórudat alkalmaztunk.

Második esetben, mikor az előzőhöz viszonyítva a fúró és az első központosító közé egy rövid súlyosbítót iktattunk közbe, eredményül enyhe ferdeségnövekedést kaptunk.

A harmadik esetben, mely az elsőtől annyiban tért el, hogy a központosítók között 2 db súlyosbítót alkalmaztunk, ismét enyhe ferdeség-

növekedést kaptunk. (Célszerűnek ígérkezik a második és harmadik eset kombinációja, a nagyobb ferdeségnövelés céljából.)

Az adataink szerint tehát ez a szerszámösszeállítás stabilizálást, vagy különböző ferdeségváltozást eredményez, attól függően, hogy a központosítók milyen távolságban vannak elhelyezve a fúrótól.

- A rotari fúrással ferdeség csökkentésére a központosító nélküli „sima” szerszámösszeállítást alkalmaztunk. Ennek eredményét mutatja a 12. táblázat.

Az Algyő—117. és az Algyő—389-en tapasztalt intenzívebb ferdeségcsökkenés magya-



12. táblázat

Kút jele	Mélység- szakasz	Ferdeség a szakasz kezdetén	Ferdeség a szakasz végén	Ferdeség- váltózás 100 m-en
Algyő—117	1967—2075	29°42'	23°30'	—5°34'
Algyő—302	1600—1820	11°52'	5°25'	—2°56'
Algyő—310	1669—1980	11°00'	1°22'	—3°18'
Algyő—369	1524—1980	14°30'	3°24'	—2°24'
Algyő—381	1710—2048	11°30'	1°18'	—3°00'
Algyő—389	1500—1827	19°30'	4°10'	—4°42'

rázata, hogy itt a ferdeségcsökkenés nagyobb ferdeségi értékről indult és így az ingahatás nagyobb erővel élvényesült.

d) A ferdeségcsökkenés szakaszában, ha a „sima” szerszámösszeállítás nem hozza meg a kívánt eredményt, alkalmazható a fúrótól távoli elhelyezkedésben egy központosító, melynek segítségével az ingahatás és ezzel a ferdeség csökkenésének üteme fokozható (13. táblázat).

13. táblázat

Kút jele	Lefúrt szakasz	Ferdeség a szakasz kezdetén	Ferdeség a szakasz végén	Ferdeség- váltózás 100 m-en
Algyő—117	2075—2170	23°18'	15°18'	—8°06'
Algyő—337	1900—2050	7°18'	3°00'	—2°52'

Az ingahatás fokozott jelentkezése szembe-tűnőbb, ha figyelembe vesszük az Algyő—117-en a „sima” szerszámmal elért ferdeségcsökke-nést (12. táblázat).

Az elmondottakból látható, hogy a rotari fúrési módszer alkalmazásával is tudunk ferde-ségnövelési stabilizálási, vagy ferdeségcsökken-tési feladatokat megoldani. Jelentős továbbá, hogy az irányítás itt is „automatikusan” törté-nik, külön tájolás és egyéb körülményes munka-folyamatok végrehajtása nélkül. Az ilyen mód-szerek alkalmazása egyszerű és olcsó, így ked-vezően befolyásolják az irányított ferdefúrások műszaki, gazdasági mutatóit.

Az irányított ferdefúrások mélyítésénél nyert tapasztalatainkat elemezve (a különböző szerszámösszeállítások hatékonyságára vonatko-zóan) helyszűke miatt itt csak a legfontosabb adatok kerülhettek ismertetésre. Mellőzni kel-lett olyan fontos részleteket, mint az egyes pél-dákhoz tartozó konkrét fúrési rezsím paraméte-reinek, geológiai körülményeknek stb. oksági kapcsolata az eredményekkel. Az ismertetés

célja azonban nem a teljes, részletes leírás, ha-nem a témakörbe tartozó feladatok alkalmazott megoldási módjainak, illetve az e téren szerzett tapasztalatoknak összegyűjtése az irányított fer-defúrásokkal távolabbi vagy közelebbi kapcsolatban lévő szakemberek számára.

## IRODALOM

1. Bronzov, A. Sz., Vaszil'ev, J. Sz., Setler, G. A.: „Turbinnoe burenie naklonnüh szkvazsin”. (Nedra. 1965. Moszkva.)
2. Gulizade, M. P.: Turbinnoe burenie naklonnüh szkvazsin (Baku, Azerneftnes, 1959.)
3. Kalinin, A. G.: Az irányított ferdefúrások terén szerzett tapasztalatok a Szovjetunióban. (Kőolaj és Földgáz 1968. 11.)
4. Kalinin, A. G.: Iszkvivenie burovüh szkvazsin. (Gosztoptehizdat, Moszkva, 1963.)
5. Balla I.: Az irányított ferdefúrások hazai tapaszta-latai. (A Kőolaj- és Földgázbányászat Tudomá-nyos Műszaki Közleményei 1965.)
6. Balla I.: Irányított ferdefúrások kivitelezése és esz-közei; bokorfúrások. (Mérnöki Továbbképző In-tézet. 1966.)
7. Balla I.: Alátétes fúróturbinák irányított ferdefúra-sokhoz. (Kőolaj és Földgáz 1968. 3.)
8. Balla I.: Azimutváltoztatás irányított ferdefúrások-nál alátétes turbinával. (A Kőolaj- és Földgáz-bányászat Tudományos Műszaki Közleményei. 1968.)
9. Balla I.: Irányított ferdefúrési technológia fejlesz-tése. (OGIL-témajelentés 1969, 1970.)

Имре Балла:

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПОНОВКИ ОТКЛОНЯЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ БУРЕНИИ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

Наклонно-направленный способ бурения все больше становится необходимой частью практики бурения глубоких скважин.

В отдельных областях отечественной нефте-газо-разведки и добычи перед выполнением программы строения скважин часто возникают трудности, (рациональное и экономическое) решение которых возможно только применением наклонно-направленного способа бурения.

Настоящая статья содержит небольшую, но важную часть все растающих полученных нами теоретических и — главным образом — практических опытов. Ознакомление с полученными практическими разновидностями различных отклоняющих инструментов и компоновок сможет помочь специалистам, занимающимся с этой темой, как при оценке возможностей так и в практическом решении задач.



# Mélyfúrások optimalizálási lehetőségei

Írták: Dr. Hingl József—Tóth Béla

Az utóbbi 10—15 évben a konvencionális rotari jet-fúrás sebessége csupán az öblítés és fúróterhelés még ésszerű fokozásával nagymértékben növekedtek. Ezt bizonyítják nemcsak a világirodalmi adatok (1, 2, 3), hanem a magyarországi viszonyokat elemző tanulmányok is (4, 5).

Az algyői fúrási adatokat elemezve, az előzőekkel szemben az tapasztalható, hogy az elmúlt 2—3 évben a fúrási sebességek oly intenzív növekedésével már alig, vagy egyáltalán nem lehet számolni (4). Természetesen nehéz összehasonlítást tenni különböző évek fúrási eredményei között, hiszen évről évre változnak olyan objektív és szubjektív tényezők, melyek még azonos aktív és „passzív” fúrási tényezőket feltételezve is, fokozottan befolyásolhatják a fúrás mechanikai sebességeinek és költségeinek alakulását. Ennek ellenére tény, hogy szükségessé válik a fúrás további gyorsabb és olcsóbb mélyítését szolgáló eszközök kidolgozása a Magyarországon mélyítendő mélyfúrások vonatkozásában is. Világviszonylatban már sok egyszerű eredmény született (6, 7), és úgy véljük, hogy ezt a lemaradást pótolni kell.

Az ugrásszerű fúrási sebességnövekedés után a fejlődés finomodó újabb iránya a maximális fúrási mechanikai sebesség felől az optimális fúrási sebesség irányába, tehát nemcsak a gyorsabb, de a gyorsabb és olcsóbb fúrási feltételek tudományos alapon történő kidolgozása felé tart. A már feltárt fúrási területek további optimalizálási lehetőségein túlmenően, óriási jelentősége van a fúrási rendszer optimalizációjának új mezők feltárásakor. Néhány „paraméter-kút” lemélyítése és elemzése árán költség- és fúrási időmegtakarítások nyerhetők (8). A legtöbb optimális fúrási módszer az aktív tényezők (fordulatszám, terhelés) optimalizációját hajtja végre, és ennek megfelelő, tökéleteshez közelítő lyuktalptisztítást és más befolyásoló tényezők kedvező alakulását feltételezi (6, 9).

Eckel (10) a fúróterhelés—fúrófordulatszám optimalizációját azzal próbálja tökéletesebbé tenni, hogy a fúrási egyenletek programozása során javasolja az öblítőfolyadék jellemzőinek figyelembevételét is.

Más irányzatok képviselői pedig már nem elégszenek meg a fúróterhelés—fúrófordulatszám—fúrófogkopás összehangolásával, hanem mintegy 30 tényezőt vesznek figyelembe, és ezúton próbálják a forgóasztalos rotari fúrás összköltségét csökkenteni (11). Ez azonban már bonyolulttá, majdnem áttekinthetlenné teszi az optimalizálást célzó műveleteket és még ennek ellenére is bekövetkezhetnek olyan váratlan objektív események, melyek a 30 tényező között nyilván nem is szerepelhetnek, arról nem is beszélve, hogy az egyes paraméterek üzemi körülmények közötti kimérése — meggyőzően — nem biztosított.

Ezt követően az adott terhelés mellett keresik azokat a forgatási fordulatszámértékeket, melyek a fúrás méterköltségét a minimumra csökkentik (12, 13). Ez persze azt is jelenti, hogy az optimális fúróterhelés értéke azonos az effektív térfogati közetroncsoláshoz szükséges fúróterhelés értékével, ez valójában nem biztos, és kutatási adatok, publikációk még egyáltalán nem erősítették meg.

A másik irányvonal képviselői, már inkább merítenek a realitások adta lehetőségekből. Üzemi fúrási kísérleteket végeznek azzal a céllal, hogy adott szerkezetre vonatkoztatva megállapítsák a fúrási sebesség, fúrófogkopás, görgőcsapágykopás és a fúrási paraméterek között létező empirikus összefüggéseket (8).

Az összefüggések alapján, melyek tulajdonképpen a fúrási folyamat adott szerkezetre vonatkoztatott megközelítő matematikai modelljei, különböző eljárásokkal optimalizálható a fúrási művelet (14, 15).

Véleményünk szerint a járhatóbb utat a második irány jelenti, s jelen munkánk során ennek alkalmazási lehetőségét kívánjuk bizonyítani.

Az ilyen jellegű optimalizálási feladatok két részből állnak; a fúrási egyenletek hiteles meghatározásából és az egyenletekben szereplő fúrási paraméterek optimális kiválasztásából.

## 1. Fúrási sebesség egyenletének meghatározása

Görgős fúrókkal történő közetroncsolás esetén az egy fog által kivájt egységnyi közettér-fogat számszerű mennyisége a következő összefüggéssel fejezhető ki.

$$V_e = k \cdot \left( \frac{p_k}{K} \right)^a \cdot t_k^b \quad (1)$$

ahol

- $V_e$  — egységnyi közettér-fogat ( $\text{mm}^3$ )
- $k$  — közet fúrhatósági mutatója ( $\text{mm}^3/\text{s}$ )
- $p_k$  — a közetre a fúrófogon keresztül ható fajlagos nyomás ( $\text{kp}/\text{mm}^2$ )
- $K$  — közet keménységét jellemző mutató ( $\text{kp}/\text{mm}^2$ )
- $t_k$  — a fog és közet egymásrahatásának ideje (s)
- $a$  — fúróterhelés hatékonyságának mutatója
- $b$  — fúrófog kopásidejének (fordulatszám) mutatója

Az (1) egyenletben a  $p_k$  értékét egyszerűen meg lehet határozni:

$$p_k = \frac{P}{f_k(t)} \quad (2)$$



ahol

- P — fúróterhelés (kp)
- $f_k(t)$  — fúrófog—kőzet érintkezési felület, mely az idő (fúrófogkopás) függvénye ( $\text{mm}^2$ )

Az (1) egyenletben a fúrófog és kőzet egymáshatásának idejét analitikusan, szinte lehetetlen meghatározni, egyrészt a görgősfúrók bonyolult geometriája, másrészt a kőzetroncsolási mechanizmus nehezen ellenőrizhető lefolyása miatt.

Minőségi arány kifejezésére azonban alkalmasnak látszik Fjodorov képlete (16):

$$t_k = \frac{60 \cdot d}{D \cdot n_f \cdot Z} \quad (3)$$

ahol

- d — görgő átmérője a külső kerület mentén (mm)
- D — a fúró átmérője (mm)
- $n_f$  — fúró fordulatszáma fordulat/min.
- Z — egy fúrófogkoszorúra számított átlagos fogszám

ezenek túl ismernünk kell a fúrófogak felütési számát másodpercenként, ez megközelítőleg a következő összefüggéssel fejezhető ki:

$$i = \frac{n_f}{60} \cdot Z_0 \cdot \frac{D}{d} (1 - s) \quad (4)$$

ahol

- i — másodpercenkénti fúrófogfelütések száma
- $Z_0$  — az egy fúrón lévő összes fúrófogak száma
- s — görgős fúró csúszási mutatója (slip)

Így a fúró által egységnyi idő alatt szét-roncsolt kőzettérfogat (1), (2), (3) és (4) egyenletek figyelembevételével:

$$V_{k\acute{c}z} = i \cdot V_0 \quad (5)$$

Az egységnyi fúrólyukfelületre eső egységnyi idő alatt elroncsolt kőzettérfogat egyenlő a fúrás mechanikai sebességével és ennek figyelembevételével a szükséges átalakítások után adódik:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{V_{k\acute{c}z}}{F_{f\acute{u}r\acute{o}lyuk}} = \frac{i \cdot V_0}{F_f} = C_1 \cdot k \cdot K^{-a} \cdot P^a \cdot n_f^{1-b} \cdot \left[ f_k(t) \right]^a \quad (6)$$

ahol

$$C_1 = \left( \frac{60 \cdot d}{D \cdot Z} \right)^b \cdot \frac{Z_0}{15 \cdot \pi \cdot D \cdot d} (1 - s) \quad (7)$$

mely érték a görgős fúró geometriájától függő állandó szám.

$D_1 = c \cdot k \cdot K^{-a}$  — szorzat, melyet egy  $D_1$  tényezővel jelölve, a kőzetek fúrhatósági jellemzőit, az öb-

lítőiszap reológiai paramétereit, az öblítés mennyiségét, jethatást stb. vesz figyelembe. Értékét üzemi megfigyelések során lehet meghatározni.

$f_k(t)$  — fúrófogkopás által befolyásolt érintkezési felület.

Ezek után a (6) egyenlet a következőképpen alakul:

$$\frac{dh}{dt} = C_1 \cdot D_1 \cdot P^a \cdot n_f^{1-b} \left[ f_k(t) \right]^a \quad (8)$$

A (8) egyenletben szereplő három paraméter  $D_1$ ,  $a$  és  $b$  értékeit adott kőzetcsoportokra, öblítés mennyiségre, iszaptulajdonságokra, fúvóka-kombinációkra stb. vonatkozóan üzemi mérésekkel, pl. a VNIIBT módszertani ajánlása alapján határozható meg.

Megállapítható, hogy a fúrás mechanikai sebességének meghatározásához ismerni kell minden időpillanatban az  $f_k(t)$  értékét, ami más azonos körülményeket feltételezve, a fúrófogkopás függvénye. Ennek érdekében feltételezve, hogy a kőzetek abrazivitásának, koptató hatásának foka

$$\mu = \frac{\Delta V_{ac\acute{e}l}}{\Delta V_{k\acute{o}z\acute{e}t} \cdot A} \quad (9)$$

viszony jellemzi, mely egységnyi munkára és kőzetroncsolásra (térfogatra) eső fúrófogacélkopás térfogatát adja meg.

Akkor a (9) egyenletből  $V_{ac\acute{e}l}(t) = V_{k\acute{o}z\acute{e}l}(t) \cdot A$  (10)

és a  $V_{k\acute{o}z\acute{e}l}(t)$  helyére behelyettesítve az (5) egyenletet, valamint figyelembe véve, hogy

$$A = M_f \cdot \psi = \rho \cdot P \cdot D \cdot \frac{\pi}{30} \cdot n_f \cdot t \quad (11)$$

a fúrófogból elkopott acél térfogata

$$V_{ac\acute{e}l}(t) = D_2 \cdot G_2 \cdot n_f^{2-b} \cdot P^{a+1} \cdot \int_0^t [f_k(t)]^a dt \quad (12)$$

ahol

$D_2 = \mu \cdot \rho \cdot k \cdot K^{-a}$  — szorzat, mely  $D_1$  értékén túlmenően még figyelembe veszi a kőzetek koptató hatását, ellenállási nyomatekát, mely a szerszám forgatásánál lép fel. Meghatározása ugyancsak kísérleti úton történhet.



$G_2$  — a fúró geometriájából meghatározott érték, mely egyenlő

$$G_2 = G_1 \cdot \frac{D^3 \cdot \pi^2}{120}$$

A (12) egyenletből még ki kell küszöbölni az  $f_s(t)$  értékét, mely a fúró geometriai méreteivel a következőképpen fejezhető ki:

$$f_s(t) = \frac{Z_e}{Z_o} \sqrt{f_o^2 + 4 \cdot l \cdot Z_o \cdot \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \cdot V_{acc}(t)} \quad (13)$$

A (13) egyenletet behelyettesítve a (12) egyenletbe, megállapítható a fúrófog kopásának volumene.

Ismervén a  $V_{acc}(t)$  értékét, most már a (8) egyenletből meghatározhatjuk az egyes fúróra eső előrehaladás értékét:

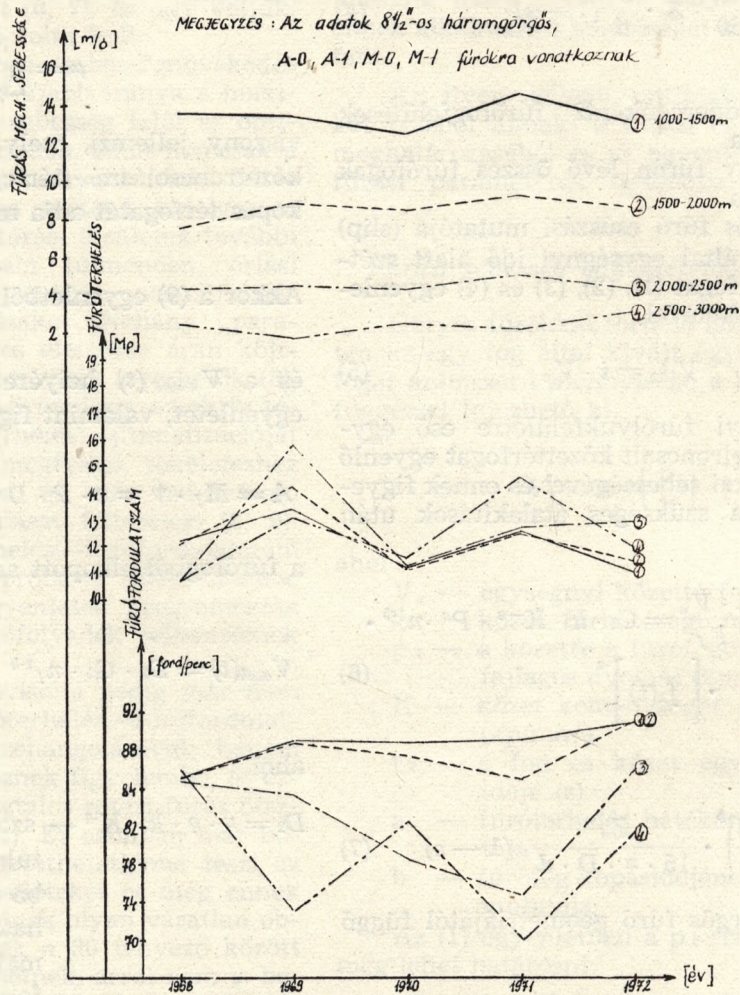
$$h = C_1 \cdot D_1 \cdot \left(\frac{Z_o}{Z_e}\right)^a \cdot P^a \cdot n_f^{1-b} \cdot$$

$$\int_0^T \left[ f_o^2 + 4 \cdot l \cdot Z_o \cdot \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \cdot V_{acc}(t) \right]^a dt \quad (14)$$

- $M_f$  — fúró ellenállási nyomatéka (kp/mm)
- $\psi$  — fúró elfordulási szöge  $t$  idő alatt (radián)
- $e$  — súrlódási tényező, mely a szerszám forgatásakor lép fel
- $Z_e$  — a talppal egyidejűleg érintkező fúrófogak száma
- $f_o$  — összfogak számának kezdeti homlokl felülete (mm<sup>2</sup>)
- $l$  — fúrófogak átlaghossza (mm)
- $\gamma$  — fúrófogak csúcshöze (fok)
- $T$  — fúrómenet ideje (s)

Az algyői mezőben mélyített kutak adatait elemezve megállapítható, hogy a 3 görgős fúrók (A0, A1, A2, M0, M1, M2 stb.) kiépítésének kritériumát nem a fúrófogak nagymértékű kopása, hanem a görgők csapágyazásának elhasználódása szabja meg. Ezért a (13) egyenlet integrálásában az egy fúrómenet idejét ( $T$ ) a csapágyazás elhasználódása befolyásolja. Amerikai kutatók szerint a csapágyazás elhasználódási sebessége kifejezhető a következő empirikus képlettel (6):

$$\frac{dB}{dt} = \frac{n \cdot P^a}{r} \quad (15)$$



1. ábra  
A fúrás mechanikai sebességének, a fúró terhelésének, a fúró fordulatszámának alakulása 1958-1972 között az algyői mezőben.



ahol az  $\alpha$  értéke  $\sim 1,5$  (6), és a fúrást meghatározó különböző körülményektől, az alkalmazott fúrók típusától, méretétől stb. függ. Az  $r$  értékét üzemi mérések alapján lehet meghatározni.

A (15) egyenletből kifejezve a  $T$  értékét:

$$T = r \cdot \sum_{i=1}^j \frac{1}{n_i \cdot P_i^\alpha} \Delta B_i \quad (16)$$

A  $B$  értéke változhat 0—1-ig, és  $B_1 = 0$ ;  $B_{j+1} = 1$ .

A (16) egyenletben feltételezzük, hogy a fordulatszám és a fúróterhelés diszkrétén változik, a fúrómenet során „ $j$ ” számú csapágykopási helyzetet választottunk ki, és egy  $i$  helyzetnek megfelelő csapágykopás  $B_i = B_{i+1} - B_i$  során a fordulatszám egyenlő  $n_i$ -vel, valamint a fúróterhelés  $P_i$ -vel.

Abban az esetben, ha a fúrómenet során  $n$  és  $P$  állandó, akkor a (16) egyenlet a következőképpen alakul:

$$T = \frac{r}{n \cdot P^\alpha} \quad (17)$$

Most már a (16) egyenletet behelyettesítve a (14) egyenletbe, az eredmény az egy fúróra eső előrehaladás értékét, többek közt a fordulatszám, fúróterhelés, fúrófogkopás, görgőscsapágy elhasználódása stb. függvényében:

$$h = \sum_{j=1}^i C_1 \cdot D_1 \left( \frac{Z_d}{Z_d^0} \right)^a \cdot P^a \cdot n_f^{1-b} \cdot \left[ \frac{r \sum_{i=1}^j \Delta B_i}{n_i \cdot P_i^\alpha} \right] \cdot \int_0^t \left[ f_0^2 + 4 \cdot l \cdot Z_d \cdot \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \cdot V_{acc}(t) \right]^a dt \quad (18)$$

## 2. Optimális fúrási lehetőség Monte-Carlo-módszer alkalmazásával

Az optimalizált fúrási rendszernek célja az olcsóbb fúrólyukmélyítés. Egy fúrómenet során a méterköltségek értéke a következő képlettel számítható ki (már figyelembe véve az algyői viszonyokat, és feltételezve, hogy a fúrómenet során műszaki baleset, vagy más olyan ok, mely a fúró idő előtti kiépítését tenné szükségessé, nem következik be).

ahol

$$MC = C_f \cdot \frac{1}{h} + C_b \cdot \frac{r}{h} \sum_{i=1}^j \frac{\Delta B_i}{n_i \cdot P_i^\alpha} + C_b \cdot p_{kb} \cdot \frac{h_0}{h} + C_b \cdot p_{tb} \quad (19)$$

$MC$  — egy fúrómenet méterköltisége (Ft/m)  
 $C_f$  — fúró értéke (Ft)

$C_b$  — berendezés óránkénti költsége (Ft/óra)

$P_{kb}$  — ki-, beépítési paraméter — függvény, mely egységnyi hossz. ki-, ill. beépítési idejét jellemzi (ó/m)

$h_0$  — fúrás megkezdésének mélysége (m).

A (19) egyenletbe a  $h$  értékét a (18) egyenletből helyettesítjük be.

Ahhoz, hogy a méterköltés (MC) a minimális legyen, olyan optimális fúróterhelés—fúrófordulatszám—idő hármast kell megtalálni, mely ezt biztosítani tudja. Minden valószínűség szerint az a megoldási mód lesz a legalkalmasabb, melynél bármelyik indulási helyzet ( $n$ — $P$ — $t$ ) az optimális irányban fog deformálódni. Ezt a célt szolgálja a Monte-Carlo-módszer.

A Monte-Carlo-módszer matematikai feladatok numerikus megoldása, diszkrét, vagy folytonos eloszlású „sztochasztikus változók” modellezésének segítségével, melynek kidolgozása 1949-re tehető (17).

Feladatunk megoldásánál az  $n_i$ — $P_i$  diszkrét eloszlásúak, tehát a sztochasztikus változó

$$\xi = \left( \begin{matrix} n_1 P_1; n_2 P_2 \dots n_j P_j \\ p_1; p_2 \dots p_j \end{matrix} \right) \text{ alakú lesz.}$$

Ennek matematikai várható értéke ( $M\xi$ ):

$$M\xi = \sum_{i=1}^j n_i P_i p_i$$

ahol

$n_i P_i$  — sztochasztikus változó létező diszkrét értékpárja

$p_i$  — sztochasztikus változó valószínűségei

de  $\sum p_i = 1$

A diszkrét eloszlású sztochasztikus változó variáciája ( $D\xi$ )

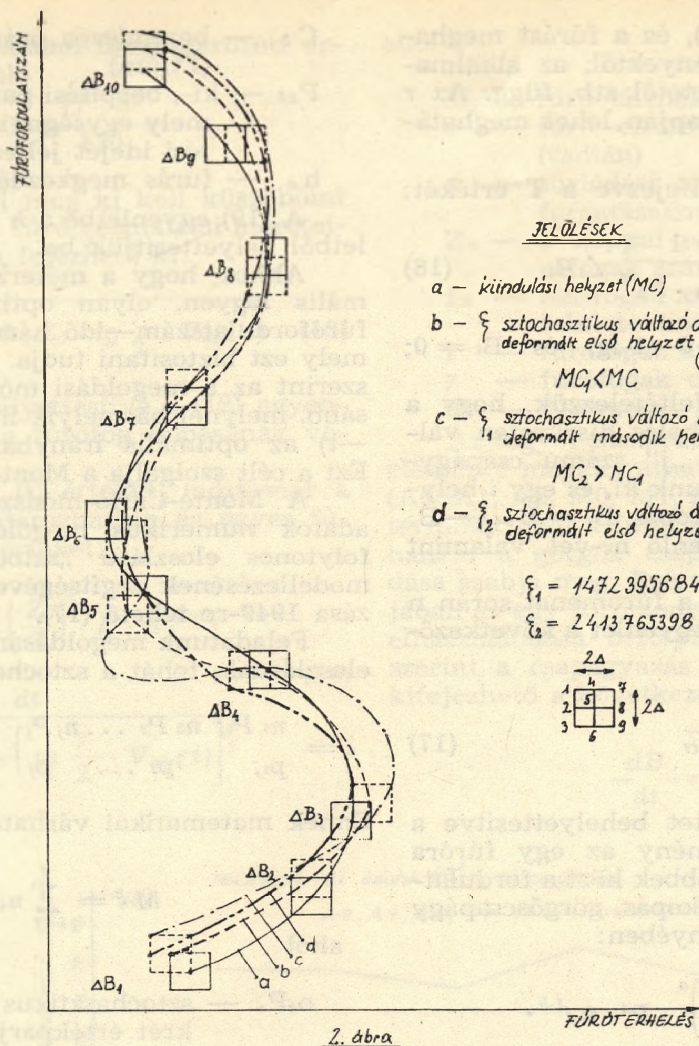
$$D\xi = M(\xi^2) - (M\xi)^2$$

A feladatok jellegétől függően az egyenletes eloszlású sztochasztikus változókat transzformálják egy előre megadott  $p_1, p_2, \dots, p_j$  valószínűségek szerint. A vizsgált esetben erre nem kerül sor, mivel lehetetlen előre megmondani, hogy egy ismeretlen kezdeti irányból, vagy pontból kiindulva, a sztochasztikus változót milyen valószínűség szerint kombinálva lehet eljutni a célgörbéhez.

A feladat megoldásának lényege abban áll, hogy az  $n$ — $P$  síkon egy tetszőleges kiindulási görbét (vagy pontot) felvéve (2. ábra). Tulajdonképpen ez nem folytonos görbe, hanem diszkrét pontok rendszere. Minden pont megfelel egy csapágyelhasználódási helyzet  $\Delta B_i$  által megszabott  $n_i, P_i$  diszkrét párnak. Miután a csapágyelhasználódás foka eléri a  $\Delta B_{i+1}$  helyzetet, akkor a fúrófordulatszám és fúróterhelés értéke diszkrétén átmegy az  $n_{i+1}, P_{i+1}$  új helyzetbe.

Minden diszkrét pontra elhelyezhető egy  $2\Delta$  oldallapú négyzet, melynek középpontja maga a diszkrét pont.



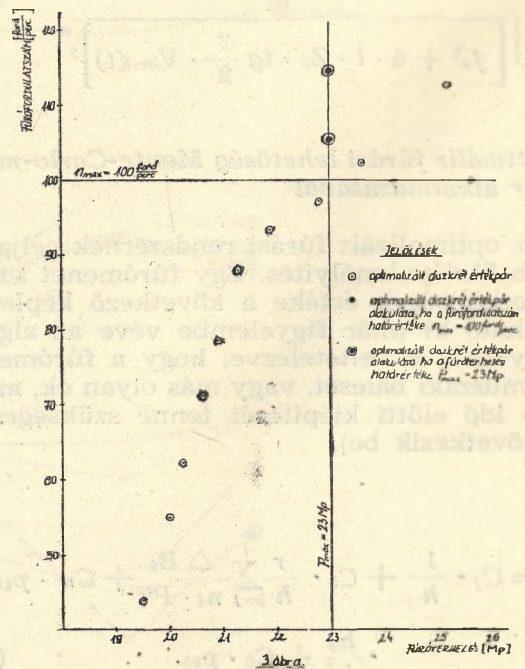


2. ábra

Mélyfúrás optimalizációját célzó MONTE-CARLO módszer elvi felépítése

A középponton keresztül húzunk két felező egyenest, húzva a mellékelt ábra szerint (2. ábra). A kapott metszéspontok: 1—9-ig. Ezt minden diszkrét pontra külön el kell végezni. Az ilyenformán 4 kisebb négyzetre osztott nagyobb négyzet adja a fúróterhelés és fúrófordulatszám variációs lehetőségeit. A kis négyzetekkel vízszintes irányban variálva lehet a  $P_i + \Delta$  és  $P_i - \Delta$ , függőlegesen pedig  $n_i + \Delta$  és  $n_i - \Delta$  variációkat létrehozni. Tehát a 9 szám közül egy-egy szám konkrét variációt jelent egy adott diszkrét pontra vonatkoztatva. Hogy melyik diszkrét pontra, azt az dönti el, hogy a 8 jegyű (ha 8 diszkrét pont van), vagy mondjuk 10 jegyű (ha 10 diszkrét pont van) sztochasztikus változóban helyileg hol található a variációkat jelentő szám 1—9-ig.

A Monte-Carlo-módszer alkalmazását a fúrás optimalizálására vonatkozóan a számítógépek gyors fejlődése teszi lehetővé. A számítógép a program alapján kiszámolja a felvett kiindulási diszkrét pontokra (pl. 10 db-ra) vonatkozóan a fúrás méterköltségének (MC) értékét. Az értéket rögzíti. Ezt követően kiválaszt egy sztochasztikus változót, pl.  $\xi_1 = 1472.395684$ , és erre vonatkozóan variálja az  $n$  és  $P$  értékeket (lásd 2. ábra). Az új helyzetnek megfelelően



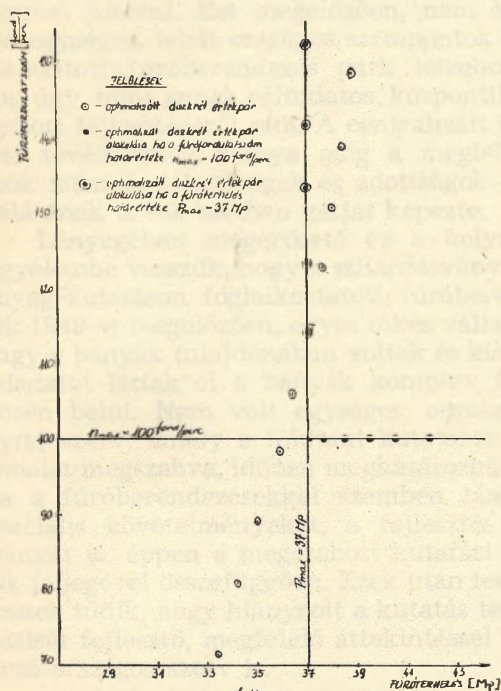
3. ábra  
Optimalizált cégárba háromgörgös 6% ÖWV típusú kúpra R. Reed szenn (ΔB-10; görgőcsapágyhasználatára mérve)



kiszámolja az  $MC_1$  értékét. Ha az  $MC_1 < MC$ , akkor ugyanezzel a sztochasztikus változóval tovább számolva végzi a kiindulási diszkrét-pontrendszer-deformálást, míg a  $j$ -dik lépésnél adódhat, hogy  $MC_j > MC_{j-1}$ . Ez azt jelenti, hogy a további mozgás kiindulási helyzete az  $MC_{j-1}$  helyzetnek megfelelő diszkrét pontok rendszere. Ebben a helyzetben kiválaszva az  $\xi_2$  sztochasztikus változót, és hasonló elvek alapján addig kell variálni az  $n$  és  $P$  értékeket, míg az  $MC$  értéke gyakorlatilag már nem csökkenthető. Így kialakul az a célgörbe, ami megadja a csapágykopás függvényében (az idő függvényében) a fúrófordulatszám és fúróterhelés diszkrét változásainak értékét a minimális méterköltségek szempontjából.

A 3. ábra egy olyan optimalizációs célgörbét mutat be, melyet R. Reed szerkesztett Monte-Carlo-módszer alkalmazásával. Mint az ábrából kiderül, a fúró csapágykopásának intenzitásával növelni kell mind a fúróterhelés, mind a fúrófordulatszám-értékeket. A jelen példában R. Reed  $10 \Delta B_i$  értékkel számol.

Érdekesen alakul az optimalizálási célgörbe, ha a fúró kiépítését a fúrófogkopás szabja meg



4. ábra  
Optimalizált célgörbe háromgörgős  $22\frac{1}{2}^\circ$  OSC-3 típusú fúróra R. Reed szerint  
(a V = 40 fúrófogkopásra méretezve)

(4. ábra). Ilyen esetekben ugyanis állandóan nő az érintkezési felület a fúrófog és kőzet között, ezért azt lehetne várni, hogy a további effektív közetroncsolás biztosítása céljából növelni kell a fúróterhelést az állandó fajlagos nyomás (az érintkező felület és kőzet között) fenntartásának biztosítására.

Ismeretes, hogy a teljesen elkopott fúrófogak érintkezési felülete az új fúró kezdeti fe-

lületének többszöröse. Ez azt is jelenti, hogy az állandó fajlagos nyomás fenntartása céljából a kezdeti fúróterhelést a fúrómenet vége felé többszörösére kellene növelni.

Ez azonban egyáltalán nem derül ki a 4. ábrából, ami azt is jelentheti, hogy a fenti elképzelés hamis.

Az optimalizált célgörbék vizsgálatából az is kitűnik, hogy a fúrás méterköltségének, fúrási idejének csökkentése szempontjából fontos szerepet játszhat a fúrófordulatszám célszerű növelése, és az optimális fúrófordulatszám adott diszkrét helyzetben elérheti a 150–200 ford/percet is. Tény azonban, hogy ilyen nagy fúrófordulatszámok biztosítása a magyarországi fúróberendezések esetében (rotari fúrással) majdnem lehetetlen.

Ezért előre vetheti árnyékát olyan fúroturbinák alkalmazása, melyeknek a fordulatszám a szükségnek megfelelően változtatható, meredek nyomategyenesekkel rendelkeznek, valamint kombinálhatók jettfúrókkal is (AGT, BGT). Ezeknek a fúroturbináknak a fordulatszám a fékező lapátok beépítési számától függően változtatható, mintegy 40–500 ford/min. határok között. A BGT-turbinák további előnye még, hogy a jettfúró fúvókáin létrejövő nyomásesés nem adódik hozzá az öblítő- és turbina nyomáseséséhez.

Megállapítható, a rotari fúrás közel sem érte el tökéletesedése csúcsát, s a növekvő mélységek ellenére a fúrási sebesség növelésének és a költségek csökkentésének, tehát az optimalizálásának bőséges lehetősége van.

Ennek érdekében szükséges a fúrási egyenletek alaki helyességének ipari alátámasztása, paramétereinek üzemi kimérése, a fúrási művelet optimalizálását célzó program kidolgozása, mely a Monte-Carlo-módszert alkalmazva, az optimális fúróterhelési—fúrófordulatszám megközelítését teszi lehetővé.

#### IRODALOM

1. Sacov, N. J.: Burénie nefjannüh i gázovüh szkvá-zsin. Moszkva, Gosztoptehtizdat, 1961.
2. Brantly, J.: Rotary drilling handbook. 6 th ed. New York, Palmers Publ. 1963.
3. Stone, V. C.: High speed rotary drilling technique in Southern Louisiana, API Drilling and Production Practice 1961, p. 9–56.
4. Fúrási napijelentések. 1963–1973, Üllés—Szeged.
5. Alliquander Ö.: Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
6. Galle, E. M., Woods H. B.: Best constant weight and rotary speed for rotary rock bits. API Drilling and Producing Practice 1963. 48–47.
7. Denn, M. M.: Optimization by variational methods. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York 1963.
8. Metodika provodki oporno-technologicseszkih szkvá-zsin. VNIIBT Moszkva 1971.
9. Reed, R. A.: A Monte-Carlo approach to optimál drilling. SPE 35 134.



10. *Eckel, J. R.*: Microbit studies of effect of fluid properties and hydraulics on drilling rate. JPT 1967. 541—546.
11. *McGhee, E.*: How Gulf attacking drilling costs. OGJ. 1963. 41.
12. *Mechanicseszkje szvojsztva gornüh porod pri vdávlivánii i ih prakticseszkje iszpolzovánie.* Moszkva VNIIOENG 1966.
13. *Sreiner, L. A. és mások*: Metodicseszkoe poszobie po iszpolzovániju rezultátov iszpütánij mechanicseszkjih szvojsztv gornüh porod vdávliváníem tampa. Moszkva 1967.
14. *Ignatiádi, A. J., Bicuta, V. K.*: O karaktere izno-sza vooruzsénia dolota vo vrémeni Neft i Gáz 1971, 3.
15. *Gulizáde, M. P. és mások*: Szamonasztraívájuszja model optimálnogo upravljénija proceszom rotor-nogo burénija. Neft i Gáz 1972. 5.
16. *Fjodorov, V. C.*: Proektirovánie rezsimov burénija. Goszoptehizdat, 1958.
17. *Szobol, I. M.*: Metod Monte Karlo. Moszkva, Nauka, 1972.

Д-р Хингл Йожеф—Тот Бела:

## ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМАЛИЗАЦИИ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН

Одним из основных вопросов быстрого и дешевого бурения глубоких скважин является выбор оптимального режима бурения. Для оптимализации необходимо определить дифференциальные уравнения бурения и выбор трех оптимальных показателей — нагрузка на буровые штанги-число оборотов-время — с помощью метода Монте-Карло. Дифференциальное уравнение скважин определяется теоретическим путем, а определение отдельных параметров проводится путем промышленных измерений. На месторождении Алдэ критерий поднятия буров с термя шариками представляет износ шариковых подшипников буров. Это оказывает значительное влияние на величину решения дифференциальных уравнений и на форму оптимальной кривой.



# A hazai szilárdásványinyersanyag-kutatás fúróberendezéseinek fejlődése napjainkig és a fejlesztés további perspektívái

Irtók: Horn János—Szirmay András

## Visszapillantás

A hazai szilárdásványinyersanyag-kutatás gépi felszereltségének, a kutatás technikai színvonalának, vagyis a hazai magfúró berendezéspark műszaki fejlődési vonalának történeti elemzése nem ad alkalmat hosszabb távú visszapillantásra. Bár a magyar földtani kutatás maga, nagy és a régmúltba nyúló történelemmel rendelkezik, a hazai fúrásos (magfúrásos) kutatás eszközeinek kialakulása és alkalmazása, különösen pedig azok céltudatos fejlődése alig negyedszázada öltött említésre méltó, a maival egybevethető formákat és méreteket.

1949, vagyis a magyar bányászat államosítása az a határhely, melynél idősebb momentumokat a magyar magfúró berendezéspark kialakulása szempontjából „történelem előtti”-nek lehet tekinteni, és amelytől számítva célszerű a gépi eszközök és felszerelések fejlődését figyelemmel kísérni. Ezt megelőzően, nem lehetett szó egységes, tehát országos szempontok szerint kialakított fúróberendezéspark létrehozásáról épp úgy, mint annak céltudatos, központilag irányított fejlesztéséről sem. A centralizált fejlesztési tevékenység hiánya még a meglehetősen szűk műszaki lehetőségek és adottságok kihasználásának is sok esetben gátját képezte.

Lényegében megérthető ez a helyzet, ha figyelembe vesszük, hogy a szilárdásványinyersanyag-kutatáson foglalkoztatott fúróberendezések 1949-et megelőzően, egyes tőkés vállalkozók, vagy a bányák tulajdonában voltak és kiszolgált feladatot láttak el a bányák komplex feladatkörén belül. Nem volt egységes, országos irányító szerv, amely a földtani kutatások irányvonalát megszabva, időben meghatározhatta volna a fúróberendezésekkel szemben támasztott speciális követelményeket, a fejlesztés kívánt irányát is, éppen a megszabott kutatási feladatok jellegével összefüggően. Ezek után természetesnek tűnik, hogy hiányzott a kutatás technikai bázisát fejlesztő, megfelelő áttekintéssel rendelkező országos szerv is.

Az 1949. évi államosítás előtt a magfúró berendezéspark nagyrészt házi gyártású, helyi szokások szerint kialakított, különböző típusú fúrógépekből állt. Túlnyomórészt ütte működő, valamint legfeljebb 300 m mélységkapacitású, Craelius-rendszerű magfúró berendezéseket alkalmaztak.

Az elmondottakból látható, hogy a magyar kutató mélyfúróipar az államosítást követően, rendkívüli nehézségekkel találta szembe magát, alapvetően a rendelkezésre álló, korszerűtlen technikai bázis, másrészt a szakemberhiány tekintetében. Ugyanakkor, az első ötéves terv ugrásszerűen megnövekedett kutatási feladatai

szükségessé tették a fúrású géppark és a szerzők gyors fejlesztését, a fúrású technológia tökéletesítését, mindezekon keresztül pedig a termelékenység és a minőség jelentős növelését. Ezzel az igénnyel párhuzamosan került előtérbe a centralizált fejlesztési elvek kidolgozása és megvalósítása, illetve egy ilyen feladatkörrel megbízott, központi szerv létrehozása. Ez adott keretet annak a tevékenységnek, amely egyrészt az államosított kutató mélyfúróipar öröklött technikai bázisából létrehozva biztosította az iparági méretekből való funkcionálás műszaki feltételeit, másrészt koncentrált és szisztematikus fejlesztési tevékenységben öltött testet, a további időszakban.

## Az örökség

Az egységes hazai kutató mélyfúróipar tehát gépi felszereléseit tekintve, a több helyről öröklött, jórészt korszerűtlen gépegységekkel kellett, hogy az első lépéseit megtegye. A sokféle és lehasznált fúróberendezés üzemben-, karbantartása nagy gondot okozott. Az igen sokféle géptípus tartalék alkatrészei csak nehezen voltak biztosíthatók. (A helyzet jellemzésére elég megemlíteni, hogy az államosított kutató mélyfúróipar kezdetben 33 fúróberendezés-típus, 37-féle meghajtómotort és 23-féle öblítőszivattyút tartott üzemben a legváltozatosabb összeépítésben.)

Ilyen körülmények között érthető, hogy az első időszak törekvései a berendezéspark ésszerű megrostálására, a típusok darabszámának csökkentésére, egyszerűsítésekre irányultak. Az 1950—1957-es időszakra jellemző, hogy folyamatosan szakítottak több korszerűtlen fúrású módszerrel, így pl. a költséges és viszonyaink között kevéssé termelékeny, ütte működő fúrású módszerrel. A kutatófúrásnál mindinkább előtérbe kerültek a korszerű, iszapöblítéssel dolgozó rotari és magfúrású, illetve a kettő kombinációját megvalósító fúrású eljárások. Természetesen — figyelemmel a korlátozott lehetőségekre — tovább kellett használni az öröklött berendezéspark nem egy olyan fúróberendezés típusát, amely korszerűségét, üzemképességét, termelékenységét tekintve — eredeti formájában vagy modernizálva — így, vagy úgy, de megfelelt a követelményeknek. Nem egy ilyen berendezéstípus, több mint egy évtizeddel élte túl az államosítást, sőt — egyéb lehetőség híján — pótlásukra, gyártásukra is berendezkedtek. Ezek a típusok — a maguk kategóriájában — hosszú ideig meghatározói voltak a hazai kutató fúrógéppark arculatának.

Tipikusan ilyen jellegű fúróberendezéstípus volt a hazai gyártású, Craelius-rendszerű



M—50 és az MY—40 típusjelű fúrógép. Utóbbiak a 300 m-es mélységkategóriában — de azon belül kisebb tényleges mélységekben alkalmazva — még a hatvanas években is használatban voltak.

Az M—50 típusú fúrógép Craelius-rendszerű volt, melynél a forgómozgást a vízszintes tengelyről a függőleges orsóra heliocentrikus fogaskerékpár vitte át; a dob szalagfékkel volt ellátva.

A fúrógép előtéttel egészült ki, mindkét végén szíjtárcsával, „Ortlinghaus” tengelykapcsolóval, továbbá egy 5 + 1 fokozatú sebességváltóval. A berendezéseknek csigakerekes utánbocsátó-szerkezete volt.

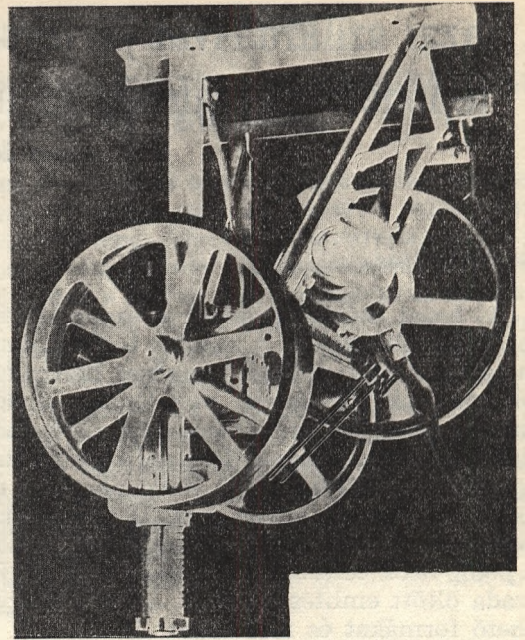
Maximális vonóerő	2500 kp
Orsófordulatok	62—112—198 338—536 ford/min

Névleges mélységkapacitás 500 m  
Telepítés:

Fúrótorony,	
TL—14 típ. csőnégyláb	
Max. toronyterhelés	15 Mp
Névleges horogterhelés	10 Mp

Szivattyú,	
Wirth I/1	
Max.	245 l/min
Max.	40 at

Az MY—40 típusú fúrógép szintén Craelius-rendszerű volt, viszonylag egyszerű felépítéssel, szögvas vázú konstrukció. A hajtás ékelt és laza szíjtárcsa segítségével volt megoldva. A vízszintes tengelyről a függőleges orsóra kúpkerekpár vitte át a fordulatot, ill. forgatónyomatékot, egy segédtengely közbeiktatásával.



1. ábra. MY—40 típusú magfúrógép

A dob meghajtását ékhoronyos dörzstárcsa biztosította, a hajtás bekapcsolása és bontása a dobtengely excentrikus ágyazása és elmozdítathatósága révén volt megoldva.

Fékmegoldása, tuskós dörzsfék volt.

A fúrógép telepítésekor egy háromtárcsás előtéttel egészült ki.

Maximális vonóerő	1500 kp
Orsófordulatok	46,5—85,5—149,5 —255—400 ford/min.



2. ábra: TL—23 típusú háromláb



Névleges mélységkapacitás 300 m

Telepítés:

Fúrótorony,

TL—23 tip. rácsos, háromláb

Max. toronyterhelés 6 Mp

Névleges horogterhelés 3 Mp

Szivattyú,

K—2 tip.

Max. 184 l/min

Max. 20 at

Mint látható, az ismertett típusok — melyek mai szemmel, a legöregebb hazai magfúró berendezés típusnak tekinthetők — meglehetősen vegyes telepítésűek és az összetelepített egységek jellemző paraméterei nem is voltak mindig a kívánatos összhangban.

A berendezések — különösen az MY—40 típus — hosszú időn keresztül voltak alkalmazásban, melyet egyéb körülményeken kívül, a berendezés viszonylag egyszerű és könnyű szerkezete, ugyancsak egyszerű kezelése is indokolt.

### A fejlődés útjai

A most már centralizált fejlesztési tevékenységgel szemben elsősorban olyan igények léptek fel, hogy a fúróberendezés-park ütőképességének eddig 300 m-rel határolt mélységét oldják fel a nagyobb mélységek felé. A kutatási igények mélységbeli eltolódása tehát nagyobb mélységkapacitású fúrógépeket igényelt.

Miközben a fejlesztők ennek megoldásán fáradoztak, két újabb problémával találták szemben magukat, méghozzá egy kézenfekvő és egy speciális problémával. A kézenfekvő kérdés az volt, hogy az új konstrukciók iránti igényeket saját tervezésű és gyártású vagy pedig külföldről importált fúróberendezésekkel oldják-e meg? Legyen szabad közbevetőleg és előlegben egy gyors megállapítást tenni: a gyakorlat mindkét úton továbbvitte a kérdést.

A speciális probléma nem is annyira választási lehetőséget kínált, mint inkább meglévő, helyzeti sajátosságot juttatott kifejezésre, amelyet a hazai berendezéskialakítások mikéntjének magyarázatául, nem árt felidézni:

Az államosítást követő időszakban a földtani kutató iparág magába olvasztotta a kút-fúró ipart is. Ezt a feladatában és jellegében ugyancsak eltérő két tevékenységet közös fejlesztési apparátus szolgálta ki, centralizált műszaki irányítás mellett. Ez a helyzet visszahatott a fúróberendezések kifejlesztése során mind a kút-fúrás, mind pedig a kutató magfúrás hazai technológiájára. Írásunk tárgyát tekintve, csak az utóbbira térünk ki magyarázattal.

Maga ez a tény, hogy kimondottan kút-fúrású igények alapján konstruált fúróberendezéseket is használtak a kutató magfúrásokhoz, rávilágít a probléma lényegére. Ezeknek a rotari rendszerű fúróberendezéseknek magfúróként való alkalmazása mellett, az adott helyzetben több érv is szólt. A hazai gyártásból fakadó előnyön túlmenően, olyan szempontok is közbeszóltak, mint egyes hiányzó mélységkategóriák lefedése — más híján — egy meglévő rotari berendezéstípussal (pl. U—5 típus), vagy a por-

tabilitásból fakadó értelemszerű előnyök hasznosítása (pl. R—200 típus).

Igy állt elő az a helyzet, hogy kutató magfúró berendezéseket egyaránt alkalmaztak és alkalmaznak ma is. Bizonyos technológiai visszahatások következtében, ez az önmagában ellentmondásos helyzet további magyarázatot kap. Ugyanis a földtani kutatáson használt eredeti magfúrógépeket is, az esetek többségében nem klasszikus magfúrású technológiával, hanem egy sajátos, kevert szisztema szerint alkalmazzák.

Ennek alapvető oka az uralkodó szerszám-sor sajátos kialakulásában keresendő. Hazánkban is — mint szinte minden európai országban — a svéd Craelius cég által kifejlesztett szerszám-méretsor honosodott meg.

A kutató mélyfúróipar hőskorának magfúrása nem került szembe a mai idők minőségi (magkihozatali) követelményeivel, így a kis-, esetleg közepes mélységű fúrások viszonyai között megfelelték a Craelius-méretsor alapján, hazai gyártásban előállított, egyszerű magcsövek is. A meglévő, jórészt elavult, Craelius-típusú magfúrógépek többé kevésbé a klasszikus magfúrású rendszer szerint, felülről nyomott rúddal dolgoztak. Lehetővé tette ezt az egyszerű magcsövek nem túl nagy ajakvastagsága, az előbbiekben említett, viszonylag kicsi szerszámátmé-  
rők és mélységek. Ennek ellenére, gyakrabban előfordultak fúrású, vagy minőségi nehézségek, de a fúrástechnika akkori helyzete és felfogása szerint ezek szükségszerű velejárók voltak és kiküszöbölésükre kevésbé fordítottak figyelmet.

Az ötvenes évek végétől alakult ki egy olyan tendencia, amely fokozott igények formájában jelentkezett a fúrású gyakorlattal szemben. Ez közvetlen rekonstrukciós hatást gyakorolt a fúrástechnológiára: az új igényeket új módon kellett kielégíteni. Egyrészt a magkihozattal szembeni igények nőttek meg, illetőleg addig magképtelenek vagy csökkent magképességűnek tartott kőzetekből is jó magkihozattal kívántak meg, másrészt a laboratóriumi, technológiai vizsgálatok elősegítése érdekében a kizozott maganyag mennyiségének növelése lépett előtérbe új igényként. Ez utóbbi követelmény csak a magátmérő növelésével volt elérhető. A kutató magfúrás gyakorlatának oldaláról nézve, a nagyobb magkihozatali százalék iránti igény a fejlődés elkerülhetetlen útja volt. A világviszonylatban megszokottat messze meghaladó magátmérők iránti igény azonban a magfúrású technológia szinte megoldhatatlan ellentmondásait hozta létre és komoly kivitelezési, gazdaságossági problémákat okozott.

Érdekes módon azonban, mindkét tényező bizonyos vonatkozásban azonos következményekkel jelentkezett a magfúrású technológiában. A nagyobb magkihozatali igény kielégítésére korszerű, kettősfalú magcsöveket kellett alkalmazni. A nagyobb magátmérő eléréséhez nagyobb átmérőjű magcsöveket kellett készíteni. Mindkét intézkedés a magcső ajakvastagságának jelentős növekedését eredményezte. (A magyar szerszabványok egyenességi előírásai következtében, a hazai gyártású kettős falú magcsövek



ajakvastagsága mintegy 60%-kal nagyobb, mint az azonos szerkezetű, eredeti, Craelius-szabvány szerinti magcsövek.)

Az így módon általánossá váló nagyobb ajakvastagságok mellett a hagyományos, nyomott rudazatos magfúrás nem volt gazdaságosan alkalmazható, egyrészt ezeknek a szerszámoknak rosszabb behatoló képessége, másrészt a nagyobb fúrólukban előálló rudazatkihajlás miatt.

Szükségszerűen merült fel tehát a hagyományos magfúrási metodika ötvözése a rotari fúrás előnyeivel, mely végül is a megfelelő méretű súlyosbító alkalmazásában öltött testet. Tehát tipikus magfúró gépekkel is, legtöbbször félig rotari-szisztémával, súlyosbított szerszámmal végzik a magfúrást. Időközben a nagy átmérők iránti igények mérséklődtek, szerszámai feledésbe merültek, megmaradtak viszont a jó magkihozatalt biztosító kettősfalú magcsövek, melyekhez azonban súlyosbító alkalmazása szükséges. Különösen érvényes ez a hagyományos gyémántfúrési gyakorlatban, ahol a terhelésigény és a szerszám vezetése (stabilizálása) a technológia kulcskérdése.

Így adódott tehát elő a fúrógép-szerkesztésben az a speciális probléma, hogy az ötvenes években szinte egyetlen fúróberendezés-típus sem születhetett meg hazánkban anélkül, hogy tervezőjének ne kellett volna figyelembe venni azt, hogy a berendezést teljes szelvényű és magfúrással egyaránt alkalmazni fogják. Ez a helyzet pedig már a gépszerkesztés szintjén szükségszerűen közelítette egymáshoz a hazai kútfúrás és kutató magfúrás egyébként meglehetősen távol álló átmérőviszonyait, és megszokottá tette a rotari szisztémát a magfúrásban, amit az akkoriban szokásos „szakaszos magfúrás” (hosszú, teljes szelvényű szakaszok közbeiktatása) is indokolt.

Az elmondottak ismerete szükséges annak megértéséhez, hogy a hazai magfúró berendezéspark összetétele miért volt olyan sokrétű — és az még ma is — mind a típusok számszerűsége, mind pedig jellege szempontjából.

A jövőre vonatkozóan annyit lehet még megjegyezni, hogy ez a sajátos fejlesztési tendencia — melynek további lehetőségei immár behatárolódtak — bizonyos fokig gátját képezi és fogja képezni az alapjaiban modern és további fejlődésében előre mutató fúrési technológiák bevezetésének, elfogadtatásának és elterjesztésének. Ennek a helyzetnek gazdasági, tehát objektív és megszokásbeli, vagyis szubjektív komponensei egyaránt vannak.

### A fejlesztés első eredményei

Mivel a magyar kutató mélyfúróipar, története során a fúróberendezések széles skáláját alkalmazta, nem lehet arra az álláspontra helyezkedni a magfúrással alkalmazott géppark fejlődésének bemutatása során, hogy kizárólag a tényleges magfúrógépeket tesszük vizsgálatunk tárgyává. A hazai földtani kutatás technikai fejlődése csak azokkal az egyéb rendeltetésű fúró-

berendezésekkel együtt értékelhető teljes egészében, amelyek az elmúlt évtizedekben a kutató magfúrások nem kis hányadát mélyítették. Ezen megfontolásból kifolyólag szót ejtünk ezekről a fúróberendezésekről is.

Ugyanakkor nem vesszük figyelembe azokat a fúróberendezéseket, amelyek kis darabszámuknál fogva nem tekinthetőek jellemzőnek (pl. R—30, EP—10, URB—2A), amelyek alkalmazása nem elsősorban külszíni tevékenységhez kapcsolódik (pl. GP—1), vagy amelyek magfúrási tevékenységet nem folytattak (pl. FA—12).

Vizsgálódásunk vezérfonala maga a fejlődés, ezért a fúróberendezések felsorolásában valamelyes időrendiséget igyekszünk tartani, értve ezalatt az adott fúrógéptípus hazai használatbavételének hozzávetőleges időszakát.

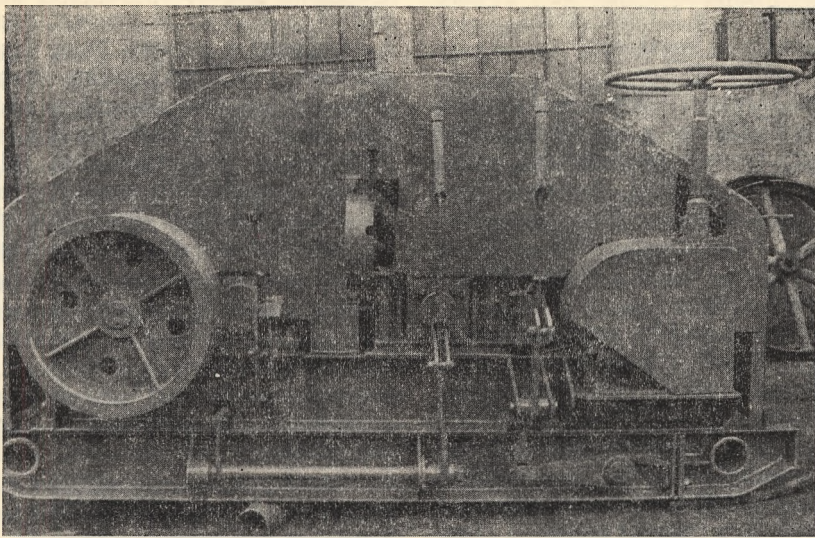
Az U—5 típusú fúróberendezés a saját erőből végzett fejlesztés tipikus példája. Ugyanakkor jellemző arra, hogy az államosított mélyfúró iparágnak szüksége volt egy hazai keretek között előállítható, 500 m mélységkapacitású fúróberendezés-típusra, amely a kútfúrás és a magfúrás hazai követelményeinek egyaránt megfelel. Az U—5 típusú berendezés tehát alapvető célját tekintve kútfúró berendezés volt, mint ilyen rotari rendszerű típus, de a maga mélységkategóriájában a magfúrási tevékenységre gyakran alkalmazott típus is olyannyira, hogy utolsó egységei még ma is használatosak a kutató magfúróiparban.



3. ábra: TA—9 típusú fúróárbóc

Tulajdonképpen nem is fúróberendezésről, hanem berendezéscsaládról kellene beszélni, mivel az 1950-ben konstruált alaptípust, több





4. ábra: K—58 típusú vitla

alkalommal korszerűsítették, míg mai formáját elérte, miközben a telepítés neve nem változott. A főbb gépegyeségek az évek során újabb és újabb változatban jelentek meg, mindig többet nyújtva valamilyen tekintetben az előbbinél. Csak a változás folytonosságának érzékeltetésére írjuk le a gépegyeségek egymást követő típusait:

Fúrótorony: TA—6 és TA—9 típusok.

Emelőmű: U—5, U—51, U—58, U—59, U—61 és K—58 típusok.

Forgatóasztal: U—5, U—51 és K—58 típusok.

Szivattyú: I/1, I/2, DI—456 típusok.

Az ily módon meglehetősen széles körű fejlesztés szinte korlátlan számú telepítésváltozatot eredményezett, ami meglehetősen hátrányos volt. A berendezéstípus rendkívül nagy számban való alkalmazása magyarázza, hogy miért nem lehetett a korszerűsítést eleve alapjaiban végrehajtani és miért kellett ehelyett a még meglévő gépegyeségek egy-egy bizonyos szempontból javított típusait létrehozni. Az előfor-

dult telepítési változatok közül a legutolsó — mely ma is él — jellemzői az alábbiak:

*Torony:* TA—9 tip. egygerincű, rácsos árbóc.

Max. árbócterhelés: 15 Mp

Névleges horogterhelés 10 Mp

Magasság 19 m

*Emelőmű:* K—58 tip. egydobos, két sebességű.

Max. vonóerő 4350 kp

Max. meghajtóteljesítmény 54 LE

Dobfordulatok 40 és 97,3 ford/min

Max. kötélsebesség 1,95 m/s

*Forgatóasztal:* K—58 tip.

Átvihető max. nyomaték 44,5 mkp

Meghajtás ékszíj, vagy laposszíj

Max. fordulat 135 ford/min

Max. átbocsátás  $\varnothing$  270 mm

Forgatóék  $2\frac{3}{8}$ " és  $2\frac{7}{8}$ "

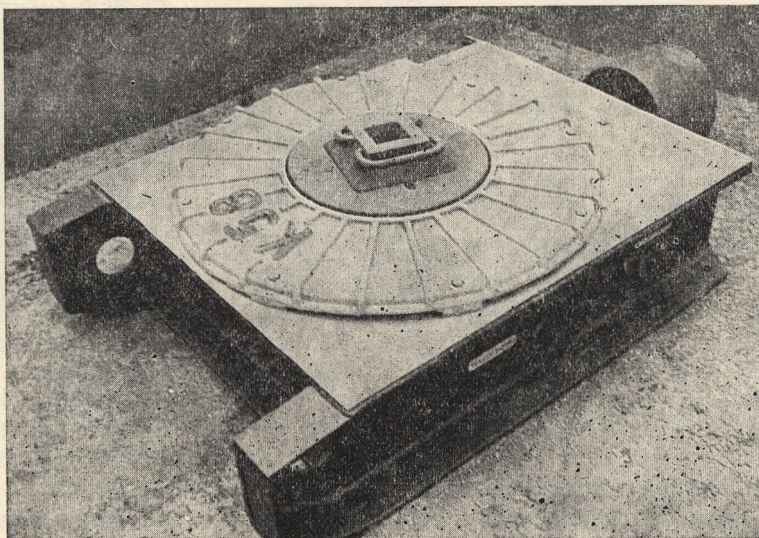
*Szivattyú:* DI—456 tip. kéthengeres dugattyús szivattyú.

Szállítótelj. 205—454 l/min

Nyomás 54—26 at

*Motor:* 2 db DT—413 Csepel dieselmotor

Teljesítmény motoronként 45 LE



5. ábra: K—58 típusú forgóasztal



(egy motor a vitla és a forgatóasztal, egy pedig a szivattyú hajtására)

Az U—5 típusú fúróberendezés hosszú ideig hézagpótló szerepet töltött be a magfúróiparban annak ellenére, hogy eredeti rendeltetése, rotari jellege nem erre predesztinálta. A teherviselő elemeknek a bányarendészet előírásai szerinti megerősítése után, magfúrásra 600—650 m mélységig is alkalmazták, miután teljesítménytartaléka ezt lehetővé tette.

Ma már azonban minden szempontból a korszerűtlenség ítéletét kell kimondanunk a berendezés fölött. Terjedelmes és nehézkes telepítése, nagy helyigénye, körülményes szállítása önmagában is indok erre, nem beszélve a magfúrási technológia specialitásait ki nem elégítő, rendeltetésbeli, konstrukcionális jellemzőiről. A berendezést már több éve nem gyártják, a meglévő egységeket azonban — a célszerűség határai között — tovább alkalmazzák.

A nagyobb mélységű földtani kutatás kivitelezésére kezdetben szovjet gyártmányú, BA—40 és BU—40 típusú fúróberendezéseket alkalmaztak. Mindkét típus rotari jellegű, ennek megfelelően rendkívül nehézkes, terjedelmes felépítésű, jóllehet saját jellegkörére vonatkoztatva, ez nem áll. Mindenesetre, magfúrásos kutatásra alkalmazva, az adott mélységkapacitásra erősen túlméretezett volt. Az adott körülmények között viszont nem adódott más lehetőség.

A BA—40 típus mélységkapacitása 800 m, a BU—40 típusé 1200 m, előbbi félportabilis, utóbbi stabil telepítésű. Alapvető paramétereik egyébként meglehetősen hasonlítanak.

A kettő közül a BU—40 típust ismertetjük:

Névleges horogterhelés	40 Mp
Max. horogterhelés	60 Mp
Árbóc magasság	38 m
Mélységkapacitás	
114 mm befejező átmérővel	1200 m
141 mm befejező átmérővel	1000 m
168 mm befejező átmérővel	800 m
Meghajtás 2 db Diesel-motorral.	
Teljesítmény	2 x 300 LE = 600 LE
Emelőmű névleges vonóereje	8 Mp
kötélesség	2,2—8,3 m/s
teljesítményigénye	200 LE
Szivattyú (2db)	
Max. folyadék szállítás	
	2 x 1350 = 2700 l/min
Max. nyomás	150 at
Teljesítményigénye	2 x 150 = 300 LE
Forgatóasztal max. nyílása	450 mm
fordulatszáma	78—150—210—295 ford/min
teljesítményigénye	250 LE

A BA—40 és BU—40 fúróberendezéseket viszonylag nem hosszú idő után felváltották a magfúrás szempontjából lényegesen célszerűbb ZIF-fúrógépek.

A G—100 típusú fúróberendezés portabilis kivitelű, gépkocsira szerelt, önjáró fúrókocsi, hazai gyártású, rotari konstrukció, mely eredetileg elsősorban geofizikai célú fúrási feladatok

ellátásra készült. A portabilitása miatt — ebben a minőségben az első hazai konstrukció volt! — azonban rendkívül széles körben elterjedt, így a kutató magfúróiparnak is kedvelt berendezése lett. Elsősorban kismélységű, nagy darabszámú fúrólyukak kivitelezésénél (pl. földtani térképezés) mutatkoztak meg előnyei. Néhány területen viszont hátrányként jelentkezett viszonylag kis teherbírása, és szivattyúkapacitása.

A berendezést Csepel D—420 teherkocsi alvázára szerelték, a gépi egységeket a gépkocsi motorja hajtja meg. Emelőműve egydobos, szalagfékes, macskafejjel ellátott. A forgatóasztal a meghosszabbított járműalvázra van szerelve és közvetlenül csatlakozik a négyfokozatú sebességváltóhoz.

Árbóca rácsos szerkezetű, mely szállítási helyzetben a gépkocsira dönthető.

Névleges fúrási mélység	100 m
Árbóc magassága	10 m
teherbírása	3 Mp
Emelőmű-vonóerő	1,5 Mp
Kötélesség (közepes)	0,5 m/s
Forgatóasztal	
max. áteresztőképessége	205 mm
fordulatszáma	83—119—142—195 ford/p

Szivattyú K—2 típ.	
max. folyadék szállítás	184 l/min
max. nyomás	20 at

Motor, Csepel D—413 típ.	
max. teljesítmény	45 LE

A G—100 típusú fúróberendezéseket ma már nem alkalmazzák a magfúróiparban. A típus gyártását évekkel ezelőtt beszüntették és korszerűsített, nagyobb mélységkapacitású változatát hozták ki.

Az SZBU—150 típusú, önjáró fúrókocsi nagyrészt azonos feladatkört töltött be, mint a G—100-as fúrókocsi. A szovjet importból beszerzett berendezés többletet nyújtott, azonban ezekhez képest nagyobb — 150 m-es — mélységkapacitása és a magfúrási technológia követelményeihez való jobb alkalmazkodás tekintetében.

Az önjáró egység ZIL—157 típ. tehergépkocsi.

Árbóc teherbírása	4 Mp
Emelőmű vonóereje	2 Mp
Forgatóegység fordulatai	
	70—110—180—280—440 ford/min

Szivattyú ZIF 200/40 típ.	
Max. szállítóteljesítmény	200 l/min
Max. nyomás	40 at

A meglévő SZBU—150 típusú fúróberendezések a legutóbbi évekig dolgoztak, azonban lejárt típusról lévén szó, gyártását beszüntették, pótlása nem volt lehetséges. Konstrukcióját tekintve, ma már ez nem is lenne célszerű, jóllehet a maga mélységkategóriájában, a magfúrás viszonyait tekintve, maradéktalan helyettesítője ma sem született.

Nagyjából az eddig elmondottak képezték az államosított mélyfúróipar első lépéseit az egységes és centralizált gépfejlesztési tevékeny-



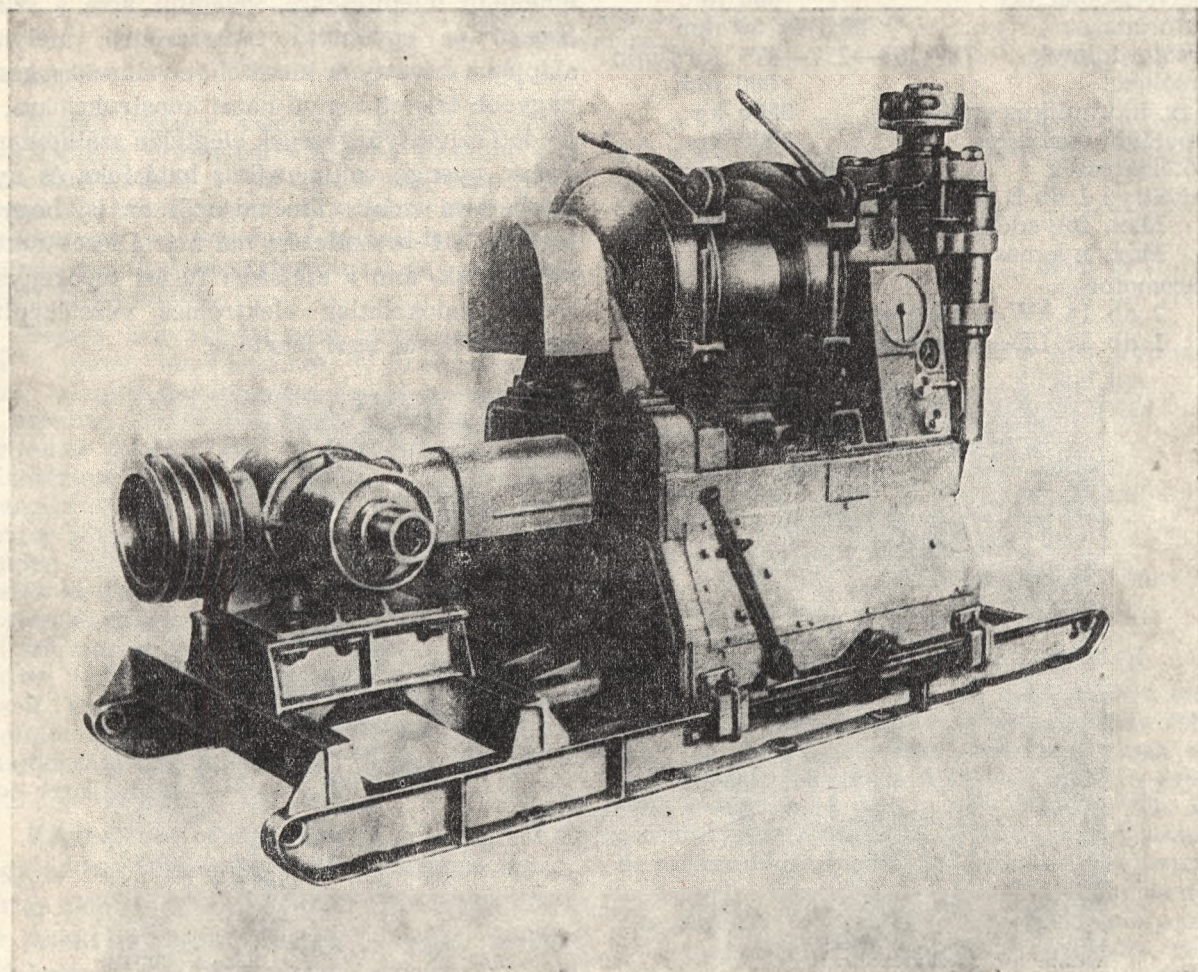
ség területén, a kor követelményeinek megfelelő és gazdaságosan üzemeltethető fúrógéppark létrehozása érdekében. Akár saját erőből végrehajtott modernizálásról volt szó (U—5 és G—100 típus), akár az akkor fejlettebb technika importálása került előtérbe (BA—40, BU—40, SZBU—150 típus), a cél mindenképp azonos volt, a hazai kutató magfúróipar országos szintű, szilárd technikai bázisának létrehozása. Nem lehet felróni, ha ilyen jellegű próbálkozások közepette nem minden konstrukció váltotta be a hozzá fűzött reményeket (sokszor nagyobb reményekről sem volt szó, mindössze az adott körülmények és a megújuló igények harca nem tett lehetővé más megoldást). Az ilyen típusokat a lehetőségek legkisebb bővülése esetén automatikusan kivonták a forgalomból. Nem szabad ugyanakkor megfeledkezni ennek az időszaknak értékelése során arról sem, hogy olyan berendezéstípusok is születtek saját erőből, saját szellemi termékként, melyek ezért vagy azért nem illettek ugyan a sorba, alapvetően nem rendeltetészerű konstrukciók voltak, mégis a hazai kutató fúrógéppark gerincét képezték a legutóbbi időkig épp úgy, mint egy-egy jól bevált, importált fúróberendezés-típus.

#### *Jelentős lépés . . .*

A hazai kutató fúrógéppark fejlesztése történetének mérföldköve volt a szovjet gyárt-

mányú ZIF fúrógépcsalád megjelenése Magyarországon. Bevezetésükre az ötvenes évek végén került sor, de a hatvanas évek elejéig tartott általános elterjedésük. Rövid idő alatt ez a fúrógéptípus lett a hazai kutató fúrógéppark bázisa és meghatározója, a hazai földtani kutatás máig is legismertebb konstrukciója. A ZIF magfúrógépcsalád 300-as, 650-es és 1200-as tagból áll. Felépítésénél és rendeltetésénél fogva (Craeliusszerű, forgatóorsós, magfúrásra rendelt konstrukció), a ZIF fúrógépcsalád megjelenése ugrásszerű előrelépést jelentett a hazai iparban. Ezt elsősorban az határozta meg, hogy a nálunk akkor ismert és alkalmazott magfúrás technológiák magasabb szintű megvalósítása, illetőleg a ZIF fúrógépek újszerű sajátosságai folytán korszerűbb technológiák bevezetése vált lehetővé. Ugyanakkor egyedülálló és hízagpótló szerepet játszott a ZIF 1200-as típus bevezetése, miután ilyen nagymélységű magfúrások kivitelezésére alkalmas magfúró berendezés addig nem volt hazánkban. Bizonyos mértékig ez vonatkoztatható a 650-es típusra is. Nem kisebb jelentősége volt annak sem, hogy a ZIF fúrógépcsalád bevezetése, nagy lépést jelentett az olyannyira kívánt és szükséges berendezéstípus felé, magával hozva az ezzel járó összes technikai, szervezési és gazdasági előnyöket.

A ZIF fúrógépek ma is a hazai kutató fúrógéppark alapvető típusai. Nem változtat az eddigi megállapítások értékén az sem, hogy a



6. ábra: ZIF—650 típusú magfúrógép



ZIF fúrógépcsalád korszerűsége ma már megkopott, gyártásukat a Szovjetunióban beszüntették. Helyettesítésükre újabb, javított típusok születtek, a további fejlesztési törekvéseknek ez kell figyelembe venni.

A külső formára nagymértékben hasonlító ZIF fúróberendezések technikai jellemzőit az alábbiakban ismertetjük:

Valamennyi típus hidraulikus előtolású.

#### ZIF 300-as fúróberendezés

Mélységkapacitás	300 m
Fúrórudazat	50 és 42 mm
Orsófordulatok	102—182—237—480 ford/min
Orsóöket	400 mm
Max. hidraulikus emelőerő	5000 kp
Emelőmű vonóereje	2000 kp
Kötélssebesség	0,48—2,3 m/s
Szivattyú 1 db R 200/40 típ.	
Max. folyadék szállítás	200 l/min
Max. nyomás	40 at
Fúrómotor	
2 db 14 kW-os villanymotor, vagy	
1 db 37 LE-s Diesel-motor	
Szivattyúmotor	
1 db 14 kW-os villanymotor	

#### ZIF 650-es fúróberendezés

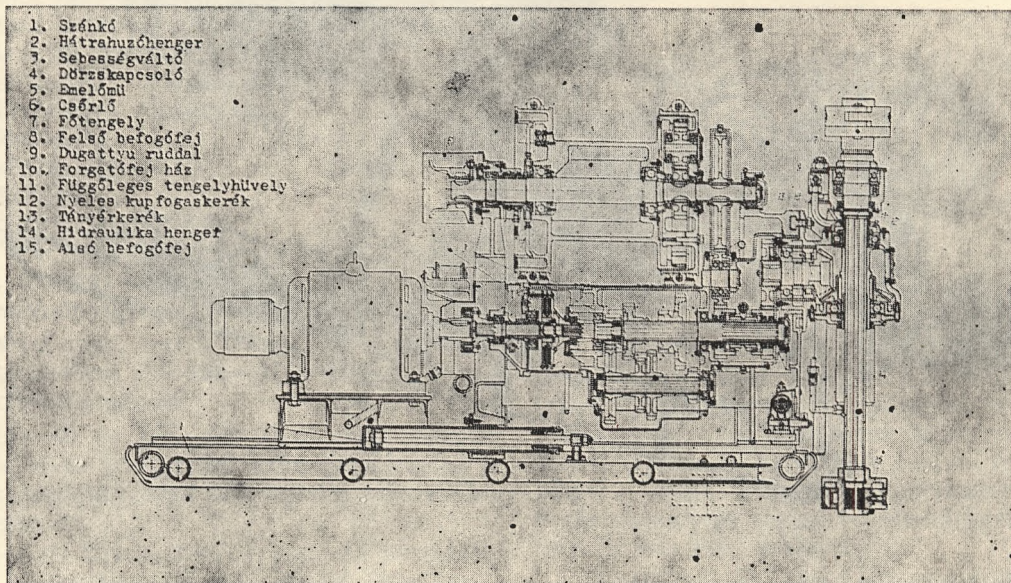
Mélységkapacitás	650 m
Fúrórudazat	63,5 és 50 mm
Orsófordulatok	71—153—277—470 ford/min
Orsóöket	500 mm
Max. hidraulikus emelőerő	8500 kp
Emelőmű vonóereje	3000 kp
Kötélssebesség	0,5—3,3 m/s
Szivattyú 1 db R 200/40 típ.	
Max. folyadék szállítás	200 l/min
Max. nyomás	40 at
Fúrómotor	
2 db 14 kW-os villanymotor, vagy	
1 db 37 LE-s Diesel-motor	

Szivattyúmotor  
1 db 14 kW-os villanymotor

#### ZIF 1200-as fúróberendezés

Mélységkapacitás	1200 m
Fúrórudazat	63,5 és 50 mm
Orsófordulatok	68—128—238—345 ford/min
Orsóöket	600 mm
Max. hidraulikus emelőerő	15 000 kp
Emelőmű vonóereje	4500 kp
Kötélssebesség	0,65—3,4 m/s
Szivattyú 2 db R 200/40 típ.	
Max. folyadék szállítás	2 x 200 = 400 l/min
Max. nyomás	40 at
Fúrómotor	
1 db 40 kW-os villanymotor	
Szivattyúmotor	
2 db 14 kW-os villanymotor, vagy	

A mintegy másfél évtizedes üzemi alkalmazás során a ZIF fúrógépek telepítésének több alternatívája született meg. Esetenként egyedi átalakításokat is végeztek rajtuk a specializálódó feladatok és a korszerűsítés igényeinek megfelelően. Vonatkozik ez a különböző torony- és árbócszerkezetekre, az egy egységben felemelhető telepítésekre, valamint arra a szinte legelső és egyöntetű tapasztalatra, melynek alapján a szivattyúk kicserélése vált szükségessé, nagyobb teljesítményű hazai konstrukciókra, az eredeti szivattyúegységek elégtelen szállítókapacitása, gyenge volumetrikus határfoka és nyomáshatárai miatt. Ide tartozik az is, hogy a legtöbb ZIF-berendezést ma már Diesel-motorral hajtják, ami a szétszórt fúrási tevékenység esetén indokolatlan elektromos vezetéképítés megtakarítását teszi lehetővé.



7. ábra: ZIF—1200 típusú magfúrógép metszeti rajza





8. ábra: ZIF—1200 típusú fűrőberendezés, K—30 típusú fűrőtoronnyal

Egyedi esetnek számított, mégis nagy jelentőségűnek értékelendő a svéd Craelius cég gyártmányának, a B—35 típusú magfűrőgépnak behozatala hazánkba, mivel ezzel az első, tényleg korszerű és világviszonylatban is figyelemreméltó magfűrő berendezéstípus egy példánya került birtokunkba.

Sajnos, a gyakorlat nem tudta valóra váltani a remélt lehetőségeket. A fűrőberendezés hazai telepítéskialakításban került használatba. Ez azonban nem vált a típus hasznára a gyári kivitelhez képest, sem teljesítőképesség, sem üzembiztonság tekintetében. A lehetőségeket devizagazdálkodási problémák határozták meg. Ennek következménye az lett, hogy tulajdonképpen csak magát a fűrőgépet és közlőművét hozták be eredeti gyártmányként, minden egyéb felszerelés magyar volt vagy szocialista importból származott. Az így kialakított — és az eredetivel nem egyező — telepítés, a meglevő eszközök kényszerű alkalmazása következtében, óhatatlanul magával hozta a berendezés egyes tulajdonságainak az eredetinel sokkal mérsékeltebb értékűségét.

Kapcsolódott ehhez a problémához az is, hogy a fűrőberendezés mélységkapacitását — bár az előbb említett okokból, azt a gyári érték alá kellett limitálni — ilyen mélységű magfűrési igény híján folyamatosan kihasználni nem lehetett.

A stabil telepítésű berendezés műszaki jellemzői az alábbiak (a legutóbbi telepítés szerint):

Fűrőgép (eredeti) B—35 típ.

Mélységkapacitás

gyári 3000 m

tényleges 2000 m

Orsófordulatok

56—75—113—150—227—300 ford/min

Emelőmű max. vonóerő 10 000 kp

Kötélsebesség 0,8—4,2 m/s

Torony API—18 típ.

max. terhelés 210 t

magasság 41 m

Szivattyú 2 db 12 GR típ.

max. szállítóteljesítmény  
2 x 1440 = 2880 l/min

max. nyomás 184 at

Motor 2 db V2—400 típ.

teljesítmény 2 x 400 = 800 LE

A B—35 típusú magfűrő berendezés a hatvanas évek elején került be az országba. Több mint 10 éves beszerzésű tehát, s nemcsak elhasználódott, de típusa is elavult, miután gyártását a svédek jó néhány éve beszüntették. Ez komoly alkatrészellátási problémákat jelentett és károsan hatott ki a berendezés üzembiztonságára. A viszonylag nagy mélységkapacitás kihasználása iránti igények, melyek csak ezzel a berendezéssel lettek kielégíthetőek, változatlanul pangást mutattak. A berendezést a közelmúltban kicserélték.



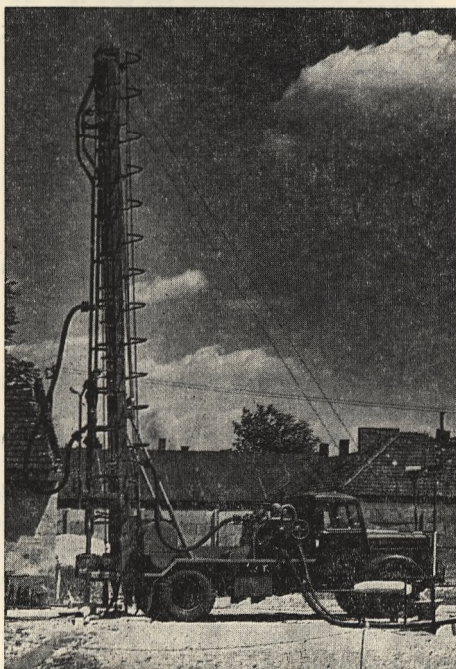
## Újabb típusok

Az előzőekben már említett G—100 típusú fúrókocsi 12 évig volt a hazai fúrógépgyártás első és egyetlen önjáró fúróberendezés-típusa, melyet ez idő alatt gyakorlatilag változatlan kivitelben gyártottak. A típus elavulása szükségessé tette egy korszerűsített modell létrehozását. A korszerűsítési szempontok között a felhasználhatóság általánosabbá tétele, teljesítménynövelés, a segédműveletek és kezelés gépesítése, továbbá a terepjárókésztség biztosítása állt első helyen.

A G—100 fúrókocsi alapelvein kifejlesztett típus (OBV, Mélyfúró Berendezések Gyára) az R—200 jelű fúróberendezés. Miként elődje, úgy ez a típus is rotari elrendezésű, mely sajátosságra ezúttal a megváltozott típusjel is utal. Ennek megfelelően, a kialakítás és méretezés mind a terhelhetőség, mind pedig a szerszám és csömérek tekintetében a vízkútfúrás igényeiből indult ki, tehát nem magfúró konstrukcióról van szó. Ez azt jelenti, hogy magfúrás szempontjából csak bizonyos magalkuvásokkal vehető figyelembe (túlméretezettség, forgatóasztal fordulattartománya, eleve: a rotari szisztéma alapvető ellentmondásai, a mai korszerű magfúrási technológiával szemben).

Mindezek ellenére, az R—200 típusú fúróberendezés — elődjéhez hasonlóan — rövid idő alatt általánosan alkalmazott és kedvelt berendezés lett a kutató magfúrásban is, elsősorban mozgékonyaságából fakadó előnyei, valamint hézagpótló, és kategóriájában semmivel sem helyettesíthető szerepe miatt.

A fejlesztés során az R—200 típusú fúróberendezésnek több változata alakult ki, terepjáró és nem terepjáró, hidraulikusan vagy mechanikusan vezérelt kivitelben.



9. ábra: R—200 típusú fúrókocsi

## Műszaki jellemzők:

Alváz: Csepel D—334 típ. terepjáró

Motor: Járműmotor, Csepel D—414 h.

Teljesítmény (mint eredeti járműmotor) 85 LE  
(stabil üzem miatt átszabályozva) 64 LE

Emelőmű: Kétdobos (kútfúrás!)

Vonóerő 3 Mp  
Kötélesség 1,6—1,8 m/s  
Horogterhelés 6 Mp

Forgatóasztal: (4 + 1 fokozatú sebességváltóval)

Az alváz alá betolható  
Max. áteresztés 173 mm  
Max. nyomaték 200 mkp  
Fordulat 66—110—159—205 ford/min  
Sebességfokozatok kapcsolása hidraulikusan

Szivattyú: K—4 típus. Kéthengeres, kettős működésű dugattyús szivattyú

Max. folyadék szállítás 400 l/min  
Max. nyomás 54 at

Árbóc: Hegesztett idomacél-szerkezet

Hidraulikusan állítható, fektethető  
Magasság 10 m  
Teherbírás 9 Mp

Mélységkapacitás 200 m

Az R—200 típusú fúróberendezés alkalmazása a kutató magfúrásoknál fokozott értelmet kap akkor, ha a szokásosnál nagyobb mennyiségű, illetve méretű maganyagra van igény (pl. közt fizikai vizsgálatok, dúsítási technológiai vizsgálatok stb.), miután az ehhez szükséges többleteljesítmény a berendezés jellegéből fakadón rendelkezésre áll.

Az 1967—68-ban bevezetett típust a mai napig — és várhatóan a jövőben is — egyre növekvő mennyiségben alkalmazzák a kutató magfúróiparban.

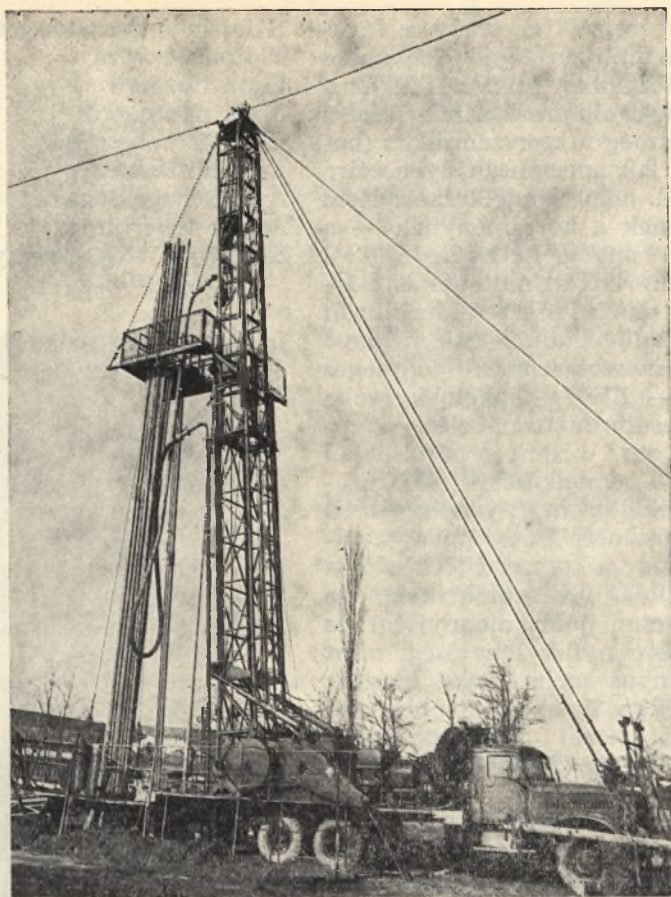
Nem annyira a modernizálás, mint inkább a specializálódás felé jelentett lépést (a nagy mélységkapacitás és a portabilitás összefüggésében), az A—40 és A—50 típusú fúróberendezések beszerzése.

Az A—40 és A—50 típusú fúróberendezés jellegében teljesen azonos, mindössze a típusjelben szereplő számokkal, Mp-ban, megadott horogteherbírásában különbözik. Mindkét gép szovjet gyártmányú, portabilis berendezés, amely rendeltetészerűen olajipari kútkezelő berendezésnek készült. Ebből következik, hogy kimondottan fúrási célokra csak bizonyos átalakításokkal vált alkalmassá (pl. nagyobb forgatóteljesítmény). Ugyanígy, a fúrási munka súlyosabb szerszámzatára való tekintettel, a berendezés eredeti, gyárilag adott és a kútkezelési tevékenység során érvényes mélységkapacitása csak bizonyos mértékig vehető figyelembe.

Mindkét berendezést megfelelő kapacitású szivattyúval egészítették ki.

Az elmondottak szerint mindkét gép rotari rendszerrel dolgozik. Ebből következik, hogy foglalkoztatásuk elsősorban kútfúrásokon (teljes szelvényű fúráson) célszerű, de elvi akadályos folyamat magfúrásokon való üzemeltetésüknek sincsen, mint ahogy erre sor is került. Ilyen





10. ábra: A—50 típusú portabilis fúróberendezés

szempontból előnyük elsősorban portabilitásukban rejlik, mely figyelembe véve a nagy mélységkapacitást, különösen megbecsülendő tulajdonság.

Az A—50 típusú fúróberendezés műszaki adatai, a nálunk alkalmazott telepítésben:

Árbóc:

Magasság 22,4 m  
Teherbírás 70 Mp

Emelőmű: Kétdobos (kútkezelő!)

Vonóerő 10 Mp  
Kötélesség (fúródobon) 1—7,3 m/s  
Max. horogterhelés (4 x 3) 50 Mp

Forgatóasztal: BU—40 típ.

Áteresztés 450 mm  
Fordulat 78—210 ford/min

Szivattyú: 2 db 12 GR típ.

Max. szállítóteljesítmény  
2 x 1440 = 2880 l/min

Max. nyomás 184 at

Motor: Forgatáshoz, emeléshez a járműmotor, Kraz—257 típ.

Szivattyúhoz V2—400 típ.  
(Külön telepítésben)

Mélységkapacitás 1500 m

A világszínvonal

Világméreteken figyelve a magfúrás technika fejlődését megállapítható, hogy ezen a

téren mintegy 12—13 évvel ezelőtt egy erőteljes fejlesztési tendencia indult meg. Ez az igyekezet a hatvanas évek közepén már konkrét eredményekkel jelentkezett. Néhány éven belül pedig, az addig szokásos magfúrás technológia alapjait és szisztémáját reformáló, korszerű fúrás technológia világviszonylatban, általánosan elterjedt.

Olyan ugrásszerű eredmények ezek, melyeknek következményei elől egyetlen földtani kutatással foglalkozó ország sem tud kitérni. Elsősorban a gyémántfúrás elterjedéséről van szó, amelyet ma már szinte hagyományos módszernek kell tekinteni. Legtöbb nyugati fúróvállalatnál azonban egy-két éve ugrásszerűen előtérbe került (vagy kizárólagossá vált) az úgynevezett Wire—Line vagy köteles, gyorsmagszedős eljárás is, mely ma a gyémántkoronás magfúrás legkorszerűbb változata. Érdemes megemlíteni, hogy a külföldi földtani kutatási munkák kiírásaiban szinte általánosan megkívánt nagy teljesítmények és minőségi követelmények is csak erre a technológiára alapozva tekinthetők reálisnak és teljesíthetőnek.

Ennek az ugrásszerű fejlődésnek, mely a kutató fúróipar technikai vonalán bekövetkezett, egyéb következményei is lettek. Míg régebben a fejlesztés a fúróberendezésnek általában egy-egy részét, a szerszámzat egy-egy elemét érintette, a gyémántkoronás magfúrás



már olyan igényeket vetett fel, mely a fúróberendezésnek szinte minden tagjára, elemére kihatott. Jóval fokozottabban jelentkezett ez a Wire—Line technológia alkalmazásánál, ahol a teljes berendezés, de még a szerszámzat is (beleértve a béléscövet is!), speciálisan ilyen célra való kialakítással kell, hogy rendelkezzen. Nem kell külön utalni ennek a körülménynek — a korábbiaktól eltérő — anyagi hátterére.

Igaz, hogy a gyakorlatban mutatkoznak áthidaló megoldások és az első lépések hazánkban is ebben az irányban haladtak. A meglévő berendezéspark (természetesen a tényleges magfúrógéptípusok — ZIF — jöhetnek szóba itt) feljavításával (orsófordulat növelése, rezonancia kiküszöbölése stb.), bizonyos pótlásokkal (speciális szivattyú), a rendelkezésre álló fúrógépek alkalmassá tehetők az ilyen korszerű technológiával való üzemre. Ez azonban távolról sem jelenti azt, hogy a korszerű technológia így a maga optimumán valósulna meg, de mindenesetre lényegesen jobb mennyiségi és minőségi eredményekre nyílik lehetőség, mint a korábbi, hagyományos technológiai keretek között. Ténykérdés, hogy ilyen értelemben elégedettek lehetünk a hazai gyémántkoronás magfúrás és a Wire—Line fúrás terén eddig elért eredményekkel.

Vitathatalan, hogy amennyiben erre lehetőség van, az új, korszerű technológia maradéktalanul sikeres alkalmazását csak eleve ilyen rendeltetéssel gyártott, korszerű fúróberendezések és speciális felszerelések biztosíthatják.

#### Korszerű magfúró berendezések

Az előbbieken részletezett megfontolások vezették arra a hazai kutató mélyfúróipart, hogy a meglévő eszközökkel való próbálkozásokkal párhuzamosan, komplett korszerű berendezések behozatalának meglehetősen magas anyagi terheit vállalva, tényleg korszerű fúrási technológiával is kísérletezzék. Az importálandó típusok eldöntésekor figyelemmel kellett lenni a megoldandó feladat jellegére.

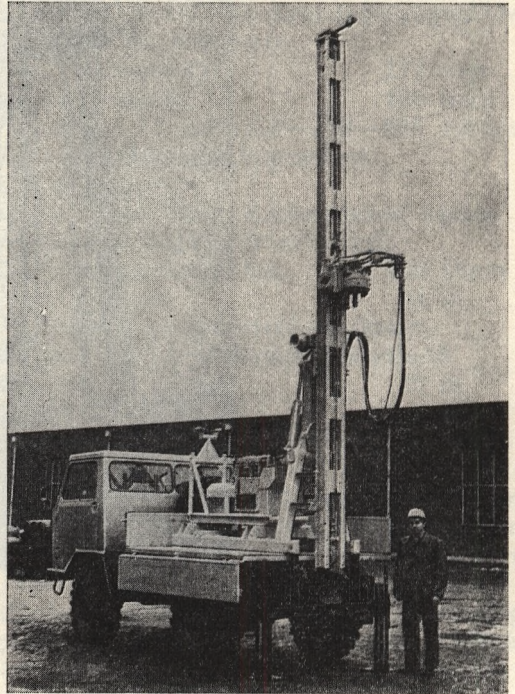
A B—0 és B—1A típusú fúróberendezések elsősorban a szakaszos magfúrás (magfúrás és teljes szelvényű fúrás váltakozása) technológiai viszonyai között érvényesülnek többretű adottságaikkal. Hatékonyan dolgoznak a teljes szelvényű, vagy viszonylag nagyobb átmérőjű fúrás esetében is, ugyanakkor gyémántfúrásra, korszerű magfúrásra is megfelelnek.

Mindkét berendezés a nyugatnémet Wirth cég gyártmánya. Portabilis jellegük felett szembeötlő újdonságként említhető meg hidraulikus forgatófejes megoldásuk, fokozatmentes fordulatváltásuk.

#### Wirth B—0

Mélységkapacitás	200 m
Meghajtómotor teljesítménye	28 LE
Forgatófej fordulatszáma	0—870 ford/min
között fokozatmentesen	

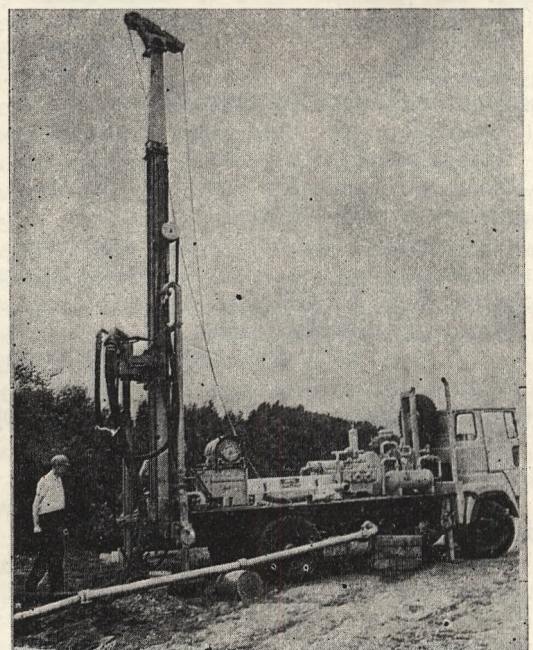
Kifejthető forgatónyomaték	125 mkp
Előtolás hossza	3350 mm
Max. húzóerő	3 Mp
Max. nyomóerő	2,2 Mp
Előtolás sebessége	0—3,0 m/min
Emelési sebesség	0—34,8 m/min
Árbóc magassága	4220 mm
Árbóc teherbírása	3 Mp
Szivattyú teljesítménye	120 l/min 15 at-nál
	80 l/min 27 at-nál



11. ábra: B—0 típusú, portabilis fúróberendezés

#### Wirth B—1A

Mélységkapacitás	500 m
Meghajtómotor teljesítménye	56 LE
Forgatófej fordulatszáma	35—855 ford/min



12. ábra: B—1A típusú, portabilis fúróberendezés



Kifejthető forgatónyomaték	400 mkp
Előtolás hossza	4800 mm
Max. húzóerő	6 Mp
Max. nyomóerő	3,6 Mp
Előtolás sebessége	0—7,6 m/min
Emelési sebesség	0—25,2 m/min
Árbóc magassága	6120 mm
Árbóc teherbírása	8 Mp
Szivattyú teljesítménye	435 l/min 20 at-nál 210 l/min 40 at-nál

Kimondottan magfúrési célra, azon belül is speciálisan a Wire—Line fúrési szisztéma megvalósítására konstruálták a belga *Diamant Boart* cég 850 m névleges mélységkapacitású fúróberendezését, melyet 1972-ben hoztak be Magyarországra. Az ilyen jellegű magfúrógépek megjelenési formájukat tekintve nagyban hasonlítanak egymásra bárki legyen is az előállítójuk. Tulajdonképpen stabil telepítésűek, de különleges típusként portabilizált változatuk is létezik. A stabil telepítés ellenére a mozgékonyság nem szenved lényeges hátrányt, ugyanis ezek a korszerű magfúró berendezések — ellentétben a korábbi típusokkal (pl. ZIF berendezések) — már első látásra is kis méreteikkel, könnyű konstrukciójukkal tűnnek fel, akár maga a fúrógép, akár a szivattyú, akár a meghajtó egységek vagy a toronyszerkezet vonatkozásában.

Kapacitásukat tekintve, a korszerű magfúrési technológia kis fúróméreteit vették alapul a konstruktőrök, ami azt jelenti, hogy a méretekhez képest szokatlanul nagy, névleges mélységkapacitás gyakorlati kihasználhatóságát egy minden tekintetben korrektül, de pontosan, vagyis különösebb teljesítménytartalék nélkül számított teljesítőképesség garantálja. Ez egyben magyarázatul szolgál az ilyen fúróberendezések viszonylag kis méreteire is. Ugyanakkor jelenti ez azt is, hogy az ilyen fúróberendezés olyan technológiai feltételekkel alkalmazható optimálisan, amelyek a gép rendeltetésszerű használatát biztosítják. Minden egyéb célra, vagy egyéb módon való, rendeltetéstől eltérő alkalmazás a fúróberendezés értékes tulajdonságainak kihasználhatatlanságát és elvesztését jelenti, természetesen gazdaságtalan üzemvitellel párosulva. Ez az optimális metodika alapvetően a gyémántkoronás magfúrás, kihasználva a fúrógép széles és nagy fordulattartományát, speciálisan pedig a Wire—Line rendszer alkalmazása. Utóbbi megvalósítására a belga géphez komplett Wire—Line felszerelést is behoztattak svéd, illetve kanadai importból.

A Wire—Line gyorsmagszedős technológia magyarországi alkalmazásával kapcsolatosan felmerülnek olyan problémák, hogy a hazai földtani kutatásban a mai napig megkívánt magméretek csak az úgynevezett „N” fúróméret alkalmazását teszik lehetővé (névlegesen 76 mm fúróátmérő). Ezáltal a nagyobb mélységkapacitást és a gyorsabb előhaladást biztosító „A” (43 mm) és „B” (60 mm) szerszámméretek ki-

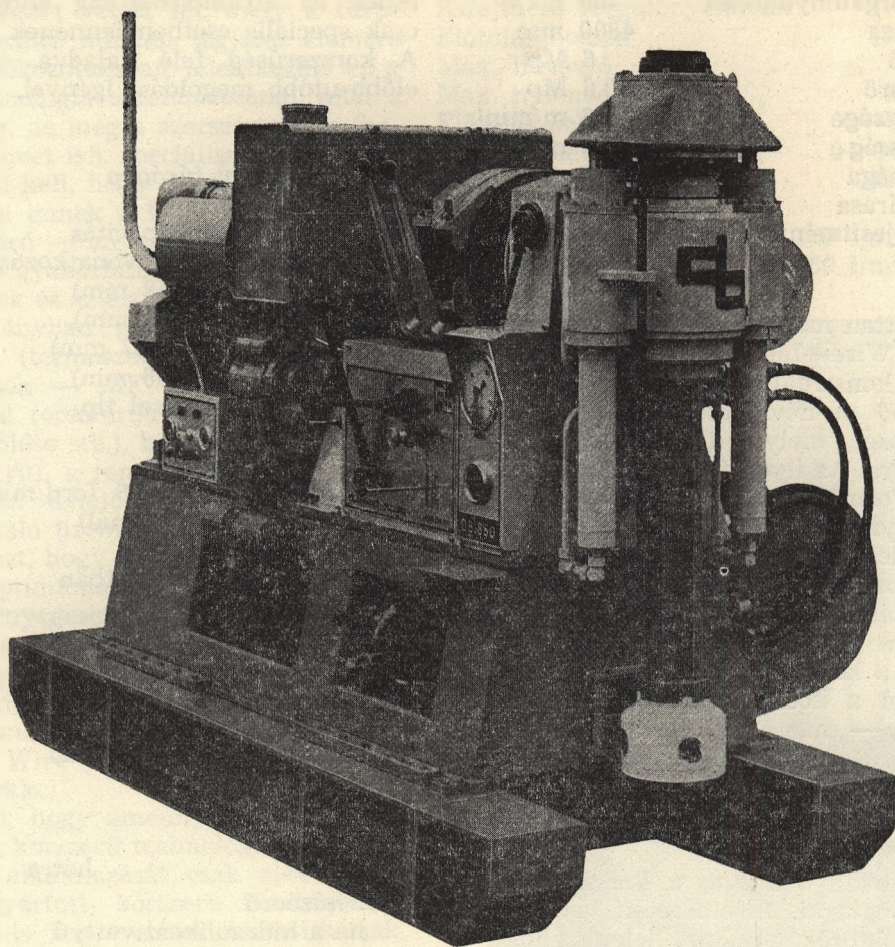
esnek az alkalmazhatóság köréből, illetőleg csak speciális esetben lennének alkalmazhatók. A korszerűség felé haladva, ez a probléma előbb-utóbb megoldást igényel.

#### DB—850 típusú fúrógép

Névleges mélységkapacitás (egy szál kötélre vonatkozóan)	
„A” mérettel (43 mm)	1100 m
„B” mérettel (60 mm)	850 m
„N” mérettel (75,7 mm)	660 m
„H” mérettel (96 mm)	440 m
Motor: „Deutz” Diesel típus	
teljesítmény	55 LE
fordulatszám	2200 ford/min
Orsófordulatszám (2200 ford/min motorfordulatszámánál)	
„alacsony”	
sebességváltófokozatban	56,5 ford/min
	122 ford/min
	216 ford/min
	365 ford/min
hátra	45,5 ford/min
„magas”	
sebességváltó-fokozatban	188 ford/min
	407 ford/min
	720 ford/min
	1220 ford/min
hátra	152,5 ford/min

Max. húzóerő	
ha a hidraulikaszivattyú	
nyomása	100 at, 7700 kp
ha a hidraulikaszivattyú	
nyomása	140 at, 10780 kp
Max. nyomóerő	
ha a hidraulikaszivattyú	
nyomása	100 at, 5660 kp
ha a hidraulikaszivattyú	
nyomása	140 at, 7925 kp
Forgatóorsó irányállítása	360 fok
Működtetés: hidraulikus (a forgatást kivéve)	
Hidraulikaszivattyú	
folyadékszállítása	0—60 l/min
nyomása	100, 140 at
Vitla vonóereje egy szál kötélén	10 000 kp
A berendezés méretei (fúrógép + motor)	
hosszúság	2400 mm
szélesség	1170 mm
magasság	1750 mm
Súly (fúrógép + motor)	2400 kp
Izapszivattyú 535—RQ típus	
Szivattyúmotor teljesítménye	16 LE/2200 ford/min
Szivattyú szállítóképessége	
	17, 21, 43, 78, 132 l/min
Nyomáshatárok	56—35 at között
Hengerek száma	3 egyhatású
Szivattyú és motor méretei	
hosszúság	2030 mm
szélesség	785 mm
magasság	1035 mm
Súly (szivattyú + motor)	634 kg
A berendezést hazai toronykonstrukcióval alkalmazzák.	





13. ábra: DB—850 típusú magfúrógép

A DB—850 típusú fúrógéphez alkalmazott szivattyú a kanadai Long—Year cégtől került behozatalra. Paraméterei kiválóan alkalmassá teszik a korszerű gyémántfúrési és Wire—Line technológia kiszolgálására. A szivattyú porcelán hengerperselye nem cserélhető, ehelyett a beiktatott sebességváltó fokozatai adják a folyadék szállítási volumenlépcsőket. A meghajtó motor sebességváltójával kombinálva, ez a további szállítási fokozatok nagy számát nyújtja.

1973 elején érkezett be az országba a kanadai Long—Year cég két magfúrógépe, a „38” és „44” típus. Utóbbi teljes Wire—Line felszereléssel együtt (előbbi a meglévő szerszámmal felszerelhető).

A fúróberendezések jellegükben megegyeznek az előző évben importált belga fúrógéppel, csupán különböző mélységkapacitást képviselnek.

#### Long—Year 38. típusú fúrógép

Névleges mélységkapacitás  
(egy szál kótélre vonatkozóan)

„A,” mérettel (48 mm)	935 m
„B” mérettel (60 mm)	725 m
„N” mérettel (75,7 mm)	565 m
„H” mérettel (96 mm)	375 m

Motor: GMC Diesel típus.  
teljesítmény 51 LE  
fordulat 2200 ford/min

Orsófordulatok  
(2200 ford/min motorfordulatnál)

„alacsony” sebességváltó-fokozatban	70 ford/min 144 ford/min 264 ford/min 449 ford/min
--	---

„magas” sebességváltó-fokozatban	290 ford/min 600 ford/min 1100 ford/min 1850 ford/min
-------------------------------------	--

Max. húzóerő 19 Mp  
Max. nyomóerő 16 Mp  
Forgatóorsó irányállítása 360 fok  
Működtetés: hidraulikus (a forgatást kivéve)  
Hidraulikaszivattyú

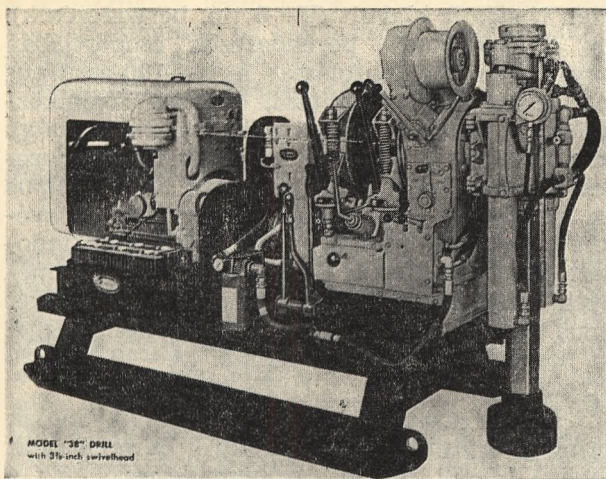
folyadék szállítása	0—45 l/min
nyomása	70 at

A berendezés méretei (fúrógép + motor)  
hosszúság 2570 mm  
szélesség 1120 mm  
magasság 1450 mm  
Súly (fúrógép + motor) 1480 kp

Izapszivattyú 535—RQ típus.  
(A szivattyú részletes jellemzése a DB—850 fúrógép műszaki adatainál)

Az LY 38. típusú fúrógépnek az 535—RQ szivattyú helyett egy fokozattal kisebb is megfelelő, azonban mivel ez lényeges árdifferenciát nem jelentett, ugyanakkor pedig a kisebb





14. ábra: LY—38 típusú magfúrógép

szivattyútípus alkalmazási köre meglehetősen korlátozott, célszerűségi okokból az említett szivattyútípust választották annál is inkább, mivel ez alkalmazható az eggyel nagyobb fokozatú, LY—44. típusú fúrógépekhez is. Az RQ szivattyúsorozat egyébként a Long—Year magfúró berendezések eredeti szivattyútípusa.

#### Long—Year 44. típusú fúrógép

Névleges mélységkapacitás  
(egy szál kötélre vonatkozóan)

„A” mérettel (48 mm)	1325 m
„B” mérettel (60 mm)	1035 m
„N” mérettel (75,7 mm)	805 m
„H” mérettel (96 mm)	530 m

Motor: GMC Diesel-típ.

teljesítmény	60 LE
fordulat	2200 ford/min

Orsófordulatok

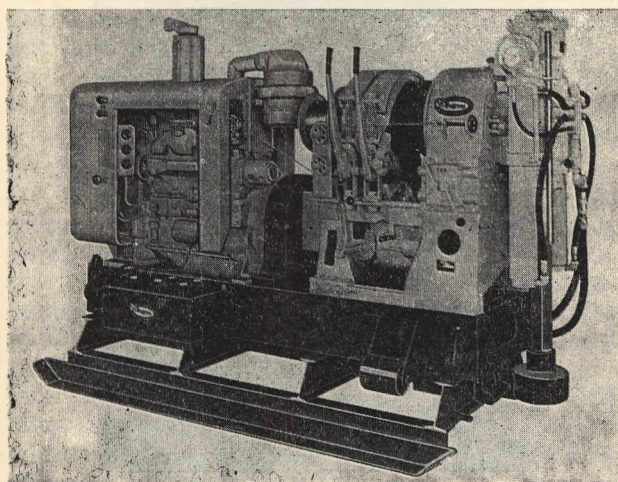
(2200 ford/min motorfordultnál)	344 ford/min
	712 ford/min
	1302 ford/min
	2200 ford/min

Max. húzóerő 23,7 Mp

Max. nyomóerő 20 Mp

Forgatóorsó irányállítása 360 fok

Működtetés: hidraulikus (a forgatást kivéve)



15. ábra: LY—44 típusú magfúrógép

Hidraulikaszivattyú folyadékszállítása	0—75 l/min
nyomása	70 at
A berendezés méretei (fúrógép + motor)	
hosszúság	2743 mm
szélesség	1168 mm
magasság	1675 mm
Súly (fúrógép + motor)	2200 kp

Izapszivattyú 535—RQ típus.

(A szivattyú részletes jellemzése a DB—850 fúrógép műszaki adatainál.)

Mindkét Long—Year fúróberendezéshez, eredeti toronykonstrukció is tartozik.

#### A fúrógéppark ma

A hazai földtani kutatás fúrógépparkjának mai helyzetét és összetételét értékelve, célszerű egy megszorítást tenni: csak azon szervek fúrásai kapacitásait tesszük elemzés tárgyává, amelyek főprofilként, a hazai földtani kutató fúrások öszsvolumenét tekintve jelentős mennyiségben és a lehetőségek adta legkorszerűbb szinten végzik kutató magfúrásai tevékenységüket. Nemcsak azért indokolt ez, mert mennyiségi részvételi arányánál fogva e néhány szerv fúrókapacitása adja a magyar földtani kutatás fúróberendezés-parkjának jellegbeli keresztmetszetét, hanem azért is, mert a hazai kutató fúróiparban elfoglalt vezető szerepüknél fogva ők a komolyabb fejlesztés kizárólagos letéteményesei. Mint ahogy az eddigi fúrógép-fejlesztési eredmények is ezeknél a szerveknél születtek meg, intenzív és céltudatos tevékenységük eredményeként.

Ilyen szempontból vizsgálva a kérdést, jelenleg mintegy 150 fúróberendezés áll hazánkban a földtani kutatás rendelkezésére. Ezek mélységkapacitás szerinti megoszlása a következő:

0—200 m-ig	mintegy 20 db
0—300 m-ig	mintegy 40 db
0—650 m-ig	mintegy 55 db
0—1200 (1300) m-ig	mintegy 35 db

Nem számítva az egyes alaptípusok egyedi átalakításait, ez a volumen 12 különböző géptípusból tevődik össze. Figyelembe véve a 150 fúróberendezés összdarabszámát, ez elvileg alig 10%-ot jelent a típusonkénti darabszámegoszlás tekintetében. Gyakorlatilag azonban az egyes típusok részvételi aránya — más típusok rovására — az összdarabszámon belül jóval magasabb.

Maga a ZIF fúrógépcsalád — csaknem 110 fúróberendezés! — a teljes fúrógépparknak mintegy 73%-át képviseli. Ez is igazolja azt a korábbi megállapítást, hogy ezek a fúrógépek ma is alapvető jelentőségűek földtani kutatásunkban, és ezzel a szerepükkel a jövőben is számolni kell. Dokumentálja egyúttal azt is, hogy a vegyes géptípusok és ezzel összefüggés-



ben a vegyes fúrési technológiák zavaró és meglevő problematikája mellett, a fúrógéppark nagyobb része magfúró konstrukció és mint ilyen, a hagyományos magfúrási technológia gazdaságos kivitelezésére alkalmas. (Más lapra tartozik ez esetben a korszerűség és az optimalizálás kérdése.)

Ugyanakkor ez az erősen súlyozott típusmegoszlás egyáltalán nem oldja fel — inkább elmélyíti — a fúrógéppark vegyes összetételéből adódó gondokat. A több, mint 70%-kal képviselt ZIF fúrógépcsaládon és egy-kettő — kisebb részvételi arányú, de még mindig nagyobb állományi darabszámú — egyéb géptípuson felül, a többi, mintegy 7—8 fúrógéptípus egy-két darabbal szerepel az állományban. Az ilyen típusmegoszlás sok gondot okoz az alkatrészellátás, az üzem, a javítás, a felújítás terén, károsan befolyásolja a gazdaságos munkavégzést és komoly akadályt képez egy célszerű, egységes fejlesztési koncepció megvalósításának.

Miután a közölt adatokban csak a gyári alaptípusok vannak figyelembe véve, a valóságban ennél is több géptípussal dolgoznak, mivel az erősen szórt típusmegoszlás ellenére lefedetlenül maradt mélységkategóriák berendezéstípusa iránti igény vagy egy-egy speciálisabb, a szokványostól eltérő feladat megoldásának kívánalma, esetleg részleges korszerűsítési igyekezet nem egy üzemet a meglevő géptípusok átalakítására és házilag előállított új típus létrehozására ösztökélt. Nem kell mondani, hogy ha jobbák és használhatóbbak is ezek a házilag kifejlesztett berendezések az eredeti típusnál az adott cél megvalósítására, semmiképp sem képesek azonban feladatuk optimális szinten történő megoldására és messze elmaradnak az eleve ilyen céllal konstruált korszerű, gyári típusoktól. (Nem tekinthető véletlennek, hogy ez az átalakítgatási törekvés elsősorban a ZIF fúrógépcsaládnál mutatkozik. Ennek egyik oka az lehet, hogy e gépek aránytalanul nagy állományi darabszáma eleve kínálja ezt a választást, másrészt a régi fúróberendezések közül a ZIF típus az, mely konstrukcionálisan a legközelebb áll a mai korszerű típusokhoz, tehát egyes paramétereinek átalakítás útján történő megváltoztatása — természetesen a lehetőség határain belül — kézenfekvő gondolat.)

A fúróberendezés-állomány további típusmegoszlását vizsgálva megállapítható, hogy miután a ZIF fúróberendezéseken felül további 5 db magfúróberendezést lehet számítani, a teljes volumen további hányada rotari berendezés, mintegy 35 darab, az összállomány 23%-a. Ebből kb. 20 db portabilis (önjáró) szerkezet, és csak 15 db stabil telepítésű. A rotari berendezések alkalmazását a kutató magfúrásokhoz — mint arról korábban szó volt — elsősorban az indokolja, hogy szinte kivétel nélkül hézagpótló szerepet töltenek be a maguk mélységkategóriájában, illetve jó részüknél (különösen a kisebb típusoknál) önjáró voltak a döntő előny. Ilyen szempontból vizsgálva, alkalmazásuk továbbra is indokolt, illetve a mintegy 15 db stabil telepítésű rotari berendezés tervszerű leállítására látszik célszerűnek, miután nehézségükön túl,

ezek típusa is elavult (U—5 tip. berendezések). Az önjáró rotari berendezések csoportjában ugyanilyen megfontolással a G—100-as típus kihalására lehet számítani, de ezek foglalkoztatása a földtani kutatásban ma már amúgy sem jelentős. A kimondottan rotari berendezések körében tehát lényegében az R—200 típus az, amelynek jelentősebb darabszámú részvétele a földtani kutatás fúrógépparkjában indokolt és annak látszik a jövőben is. A körülmények folytán szükséges lehet még egy-két típus további használata, de kisebb jelentőséggel és meghatározó szerep nélkül (A—40, A—50 típusok).

Külön érdemes szót ejteni az ugyancsak hazai gyártású (OBV, Mélyfúró Berendezések Gyára) G—50 típusú fúróberendezésről. Ez a legújabban kifejlesztett önjáró fúróberendezés a földtani kutatás folyamatos termelési gyakorlatában még nem vizsgázott, de különös szerepet kaphat a jövőben elsősorban hézagpótló jellegű mélységkapacitása miatt, miután jelenleg a hazai földtani kutatás legkisebb portabilis fúrógépe 200 m-es kapacitású. Az 50 m-nél sekélyebb kutatófúrások (földtani térképezés, mérnökgeológiai, talajmechanikai fúrások) kivitelezése ezáltal lényegesen gazdaságosabbá válhat. Emellett az ilyen jellegű munkák esetenkénti nem túl nagy volumene, mozgásigénye, terepi körülménye is egy portabilis, könnyű kialakítású, mozgékony berendezést kíván, amit a traktorra szerelt G—50 típusú fúróberendezés kielégít. A fúróberendezés egyéb korszerűségi feladatokat is megold, és emelést és terhelést egyenesbe vezetett himbaszerkezettel, hidraulikus működtetéssel végzi, továbbá a himbavégen hidrosztatikus hajtású forogatófejvel rendelkezik.

Bár a G—50 típusú fúróberendezés kialakítása során a kutató magfúrás igényein kívül



16. ábra: G—50 típusú portabilis fúróberendezés



a felhasználási lehetőségek széles skálájára voltak figyelemmel, az előbbieken említett tulajdonságai miatt a jövőben a földtani kutató fúrógépparknak is hasznos tagja lehet.

### *Magfúrógépeink korszerűsége*

A magfúró gépeink zömét kitevő ZIF fúróberendezések hazai bevezetésük idején korszerűek voltak és a korábbi állapothoz képest ugrrászzerű fejlődést jelentettek a magyar magfúrási technikában. Ezek után nem hálás dolog leírni, hogy ma, több mint 10 év után, változtatás nélkül, zömmel ugyanezzel a berendezéstípussal dolgozunk, melynek néhány egységétől eltekintve, a legújabb is több mint hétéves, legtöbbje ennél is régebbi, illetve az 1200-as berendezések több mint tízévesek. Ebben az esetben tehát nem csupán a típus elavulásáról van szó, hanem maguk a fúróberendezések is elhasználódtak.

Voltak törekvések a ZIF berendezések egyedi átalakítására, részbeni korszerűsítésére, ezek azonban nem változtattak a lényegen és bármilyen jelentősek voltak a maguk idején, kevésbé érintették magát a fúrástechnológiát. Mint ahogy megalkuvásokkal teli féleredmények voltak azok is, amelyeket a hagyományos gyémánt magfúrás területén, majd a Wire—Line gyorsmagszedős fúrás terén értek el azáltal, hogy az ilyen technológiával dolgozó berendezéseket megkülönböztetett gépészeti előkészítésben és felügyeletben részesítették. Helyes lépések voltak ezek, az adott körülmények között, de nem tekinthetők megoldásnak. Ezek a tagadhatatlan eredmények kevésnek mutatkoznak ahhoz, hogy a ZIF fúróberendezés-típusra ki ne mondjuk, miszerint ma már világviszonylatban korszerűtlen. (Különösen, ha figyelembe vesszük, hogy évek óta nem is gyártott típusról van szó.)

Ezek után legalább olyan jelentős lépést jelent napjainkban a korszerű magfúró berendezések beszerzése, mint a maga idején a ZIF fúrógépcsalád megjelenése hazánkban. A B—O, B—1A, DB—850, LY—38 és LY—44 típusú fúrógépekkel olyan berendezésekhez jutottunk, amelyekkel a világviszonylatban is legkorszerűbb technológia valósítható meg. Itt a kérdés másik oldala az, hogy ezeket a fúróberendezéseket korszerű technológiával kell foglalkoztatni, ha a bennük rejlő jótulajdonságokat kamatoztatni akarjuk. Ilyen fúróberendezést hagyományos technológiával foglalkoztatni értelmetlen és drága mulatság.

Ezekkel a típusokkal rövid egy év alatt olyan fúróberendezésekkel bővült gépparkunk, amelyek — egyelőre kis számuk ellenére — máris átfornálhatják a magyar földtani kutatás technikai arculatát. Optimális üzemi feltételek mellett egy ilyen berendezés Wire—Line technológiával egy hagyományos fúrógép teljesítményének 3—4-szeresét is teljesítheti, amiből következik, hogy az új fúrógépek jelentősége is ennyiszor növekszik a fúrógépek összvolumenéhez viszonyított számát tekintve.

### *Perspektívák, lehetőségek*

A hazai földtani kutatás fúrógépparkjának további fejlődési lehetőségeit vizsgálva leszögezhető, hogy ezek a lehetőségek adva vannak. Egyrészt az eddig megtett lépések a berendezéspark korszerűsítése felé, másrészt az új, korszerű technológiák meghonosításába fektetett, tiszteletreméltó szellemi energia további lendülete erre minden biztosítékot megad. A lehetőségek mérlegelése, a különböző fejlődési utak helyes megválasztása az, amelyre gondot kell fordítani. Nem túlzás és nem szólam a világszínvonal elérését tűzni ki célul, de közben nem szabad figyelmen kívül hagyni sajátos fúrástechnikai fejlődési viszonyainkat, gazdasági lehetőségeinket és meglévő adottságainkat. Mindezek egészséges ötvözése adhatja annak a nem könnyű feladatnak megoldását, melyet fúrógépparkunk és fúrási technológiánk ma már halaszthatatlan korszerűsítése, illetve továbbfejlesztése jelent.

Az előbbieken leszögeztük, hogy a fúrógéppark több mint 70%-át kitevő ZIF fúróberendezések sem tekinthetőek ma már korszerűnek. Miután a legutóbbi időkig ezek voltak a legkorszerűbb magfúró berendezések hazánkban, a géppark keresztmetszetét tekintve pedig ma is ezek képezik a gépállomány gerincét, így az általános képet a néhány új, korszerű berendezés alapjaiban nem változtatta meg. Ezek szerint tehát az is kimondható, hogy — a legmodernebb és egészen fiatal, fúróberendezéseket nem számítva — a hazai földtani kutatás teljes fúrógépparkja világviszonylatban elavult.

Tisztában kell lenni azonban azzal, hogy egy kívánatos berendezésszerűsítés is csak lehetővé teszi a lépésekben és nagyon is fokozatosan valósulhat meg. Ez első közelítésben azt jelenti, hogy a meglévő ZIF fúrógépeket jó ideig még használni leszünk kénytelenek.

Ezzel tisztában lévén, célszerű továbbra is arra törekedni, hogy a legmodernebb fúrási technológiák és a ZIF berendezések olyan egészséges összeházasítását hozzák létre, ami — ha nem is éri el az optimális elvárható eredményeket — nagyobb teljesítményekhez, jobb minőségi eredményekhez és gazdaságosabb tevékenységhez juttatja a kivitelezőket. Ez az igény lehet a fúróberendezéspark és a fúrási technológia korszerűsítésének minimális programja.

A folyamat szükségszerűen fokozatos: egyrészt a meglévő magfúrógépek lehetőség szerinti korszerűsítése a modern technológiák alkalmazása céljából, másrészt és teljes megoldásként, a berendezések cseréje olyan konstrukciókkal, amelyek eleve a modern magfúrási technika alkalmazására készültek.

Ilyen fúróberendezések a mai helyzet szerint — és várhatóan a jövőben is — csak import útján szerezhetőek be. Ennek lehetőségei között viszont differenciálni célszerű:

A szocialista országok viszonylatában mérve fúrógépparkunk korszerűségi szintje átlagosnak tekinthető. Ez egyrészt meghatározza, másrészt érthetővé teszi azokat az erőfeszítéseket, amelyet a KGST-tagországok közösen fejtenek ki ezen a téren. 1966-tól kezdődően indultak



meg a KGST megfelelő szekcióiban azok a tárgyalások, melyeknek célja a szocialista országok földtani kutató berendezéseinek korszerűsítése, egy a nyugaton kifejlesztett, modern magfúrógépek színvonalának megfelelő, korszerű fúróberendezés-sor létrehozása. A kialakítás során olyan alapvető igényre kell figyelemmel lenni, hogy a tervezett fúróberendezések alkalmasak legyenek a korszerű gyémántkoronás magfúrás optimális technológiai feltételeinek megvalósítására.

Ezeknek a lépéseknek gyakorlati előzményei is voltak, a szocialista országokon belül. Miközben a tárgyalások folytak e témában, a gyakorlati igények — nyugati példákra hivatkozva és alapozva — jogosan és kényszerítő erővel léptek fel a korszerűsítést illetően. Ennek hatására egyes szocialista országok saját erejükből folytattak próbálkozásokat modernebb fúróberendezés-típusok létrehozására. Ennek eredménye pl. a leningrádi VITR intézet új ZIF családja, mely a következő tagokból áll:

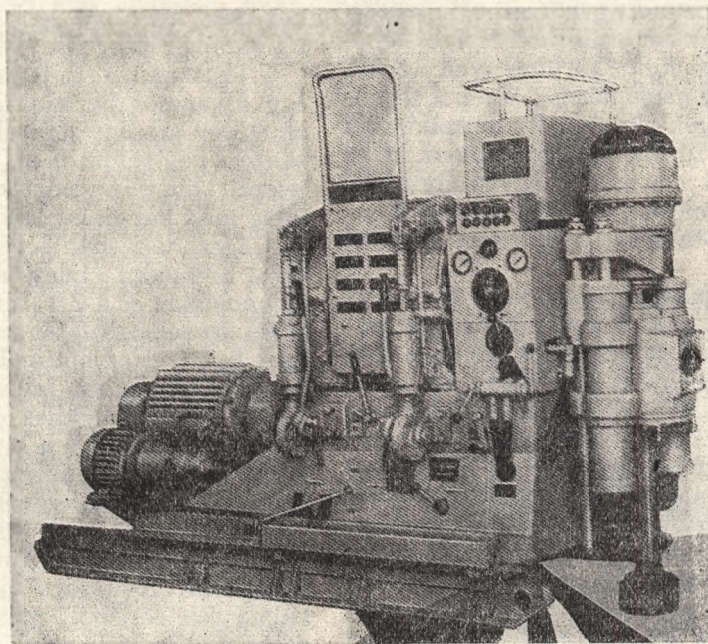
SZBA 500 (a ZIF 300-ból kifejlesztve)  
 SZBA 800 (a ZIF 650-ből kifejlesztve)  
 ZIF 1200 MP (az alaptípusból kifejlesztve)

Mindhárom típus (egyéb korszerűsítési momentumokon kívül) hidraulikus befogásával, a gyémántkoronás fúrásnak megfelelő nagy fordulatszámával, egyszerűsített és könnyített

kialakításra és nem feltétlen elégítik ki a KGST-országok átlagos és egyeztetett igényeit. Így ezek az egyedinek tekinthető fejlesztési eredmények önmagukban nem képezhetik hosszabb távon a KGST-tagországok egységes magfúró gépparkjának bázisát.

Ilyen körülmények között magától értetődik, hogy a hazai fúrógéppark fejlesztési elgondolásoknak — hosszabb távon és nagyobb volumenben tervezve — elsősorban a KGST ajánlásai szerint kidolgozott, egységes, korszerű fúróberendezés-sorra kell alapozódniuk. Ezt az értelemszerű elgondolást talán nem is kell külön indokolni. Anyagi lehetőségek, nagyobb mennyiségű berendezéscsere, hosszabb távú utánpótlás, közös fejlesztési tevékenység szempontjából csak a KGST-kooperáció jöhet szóba, különös tekintettel arra, hogy ezen az úton a korszerűség tekintetében is megoldás ígérkezik.

Nem jelenti és nem jelentheti természetesen ez az álláspont azt, hogy megszűnne az igény azokra a nyugati eredetű felszerelésekre, eszközökre, melyek egyrészt hiánypótló szerepet töltenek be a KGST-országok gyártmányai között, másrészt amelyeket szakmai szempontból speciális feladatokra — tehát végeredményben ugyancsak hiánypótló eszközként — szükséges beállítani. Ezek a nyugati gyártmányok elsősorban fúrési szerszámok, speciális fúrési felszerelések (pl. Wire—Line felszerelés), melyeknek komoly fejlesztése KGST-kooperációban egye-



17. ábra: ZIF—1200 MP típusú magfúrógép

szállítási egységeivel jellemezhető. Érdemes megfigyelni a hagyományos mélységkategóriák megváltoztatását is, ami nyilván gyakorlati igényeket tükröz.

Ezek az időközbeni fejlesztési lépések jelentősek ugyan, és a közös fejlesztési program kiindulását képezik, de egészében mégis egyedi, a KGST szempontjából elszigetelt próbálkozások, melyek szűkebb igények alapján kerültek

lőre nem folyik. Jelentheti ez az út azonban egyes komplett nyugati fúróberendezések vásárlását is, elsősorban időáthidalás megfontolásából, mint ahogy ilyen beszerzésnek értékelendő a közelmúlt időszakban beérkezett, 3 db korszerű magfúrógép is. Ugyanakkor nagyobb mérvű berendezésfrissítésre ilyen relációban nem lehet számítani.



A KGST-kooperáción és a nyugati beszerzésen kívül — különösen a KGST-berendezés-sor teljes kialakításáig terjedő időszakban — harmadik és átmeneti beszerzési lehetőségként kínálkozik az egyes szocialista országok eddig kifejlesztett gyártmányainak, közvetlen kooperáció útján történő beszerzése.

A felsorolt és célszerű lehetőségek alapján konkrét berendezéstípusokról beszélni, azok műszaki-gazdasági részleteit taglalni elég nehéz, de talán felesleges is. Annyit lehet megjegyezni ezzel kapcsolatban, hogy a KGST-kooperációban előírányzott teherbirási, átmérőbeli és szivattyúteljesítmény-adatok a teljes berendezésre értelmezett eredőként, az eddigi szocialista relációbeli magfúrógépekkel szemben egy méreteiben és tömegében kedvezőbb kialakítású sort tételnek fel, megfelelően a hasonló nyugati típusoknak. A nyugati relációban elérhető korszerű magfúrógépek jellegbeli kialakítása ismert, azok néhány képviselőjét a korábbiakban bemutattuk. A szocialista országokból közvetlen úton megszerezhető egyedi típusok jellegzetes példája az előbbieken ismertetett, korszerűsített ZIF fúrógépcsalád vagy a Romániában kialakított SG—300 típus.

A technikai perspektívák vizsgálatakor természetesen nem célszerű konkrét berendezéstípusokról beszélni, ehelyett reális tendenciákban célszerű gondolkodni.

Ilyen mélységig menve próbáltuk felvázolni azokat a lehetséges irányokat, melyek valamelyikén — vagy egyszerre több irányban is — a hazai kutató fúróberendezéspark korszerűsítési tendenciájának meg kell valósulnia. A sürgető helyzet ezen a téren ma már nem hagy kétséget arra vonatkozóan, hogy ez a folyamat mozgásba jött, mint ahogy első lépéseit a közelmúltban meg is tették. Ezt a célt szolgálták a szakvállalatok eddigi áldozatos fejlesztési törekvései, mint ahogy ide sorolhatók a

Központi Földtani Hivatal erőfeszítései is a földtani kutatás technikai bázisának helyzetfelmérésére és a további feladatok koordinálására. Bármerre vezessen is tovább a fejlődés útja, a lehetséges irányoknak egy csomópontja kell, hogy legyen: ez a magyar földtani kutató fúrógéppark megújulása, szisztematikus korszerűsítése, ezen keresztül a magyar magfúrási technológia felzárkózása a világszínvonalhoz.

#### IRODALOMJEGYZÉK

- Nagy A.: Az R—200 fúróberendezés. (Földtani Kutatás X. évf. 1. szám.)  
Sztraka L.: G—50-es fúróberendezés elvi felépítése, paraméterei és felhasználási területe. (Földtani Kutatás XIV. évf. 1—2. szám.)  
Volodcsenko K. G.: Kutató magfúrás. (Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1962.)  
Az ismertetett fúróberendezések és gépegységek gyárti katalógusai, prospektusai.

Хорн Янош, Сирмаи Андраш:

#### РАЗВИТИЕ БУРОВЫХ УСТАНОВОК, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ БУРЕНИЯ НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ В ВЕНГРИИ

Дается обзор о развитии буровых установок, применяемых для бурения на твердые полезные ископаемые в Венгрии, затем состояние настоящего парка буровых установок в разбивке по типам.

Дается анализ возможных направлений развития, затем авторы попытаются дать прогноз относительно реальных возможностей перспективного развития.



# Gyorsmagszedős (Wire—Line) fúrási tapasztalatok

Írta: Falusi István

Néhány éve a hazai szilárdásványinyers- anyagkutató-fúrások növekvő minőségi követel- ményei is igénylik, gazdasági célkitűzéseink pe- dig egyenesen megkövetelik a jelenleginél ter- melékenyebb termelőeszközök és korszerű tech- nológiák alkalmazását. Ennek megfelelően hazai körülmények között is fokozott figyelmet fordít- ottak a nyugati szakmai gyakorlatban már széles körűen alkalmazott, köteles gyorsmag- szedős (Wire—Line) eljárás megismerésére.

A gyorsmagszedős módszer a fúrási költsé- gek jelentős csökkentését eredményezheti, a hosszadalmas fúrási műveletek, így elsősorban a ki- és beépítés idejének lerövidítése által. A gyorsmagszedős módszernél a mag felszínre hozatala a fúróluk talpáról drótkötélhez erő- sített, cserélhető betétcső segítségével történik, a fúrócsőoszlop és a magfúró kiépítése nélkül. Külföldi szakmai körökben úgy vélik, hogy ez a módszer a kis fúrási átmérőkkel való kom- binációban forradalmasította a szilárd ásványi- nyersanyagok kutatására irányuló fúrási tevé- kenységet, mind a műszaki teljesítmények, mind a gazdasági célkitűzések vonatkozásában.

A Wire—Line fúrásmód alkalmazásával az USA-ban 90%, Franciaországban 50%, NSZK- ban 30%-a mélyük a kutatófúrásoknak, de szé- les körű alkalmazást nyert a módszer Kanadá- ban, Japánban és egyéb országokban is. Az utóbbi években a szocialista országok nagy ré- szében széles körű kutató és kísérletező munka folyik a gyorsmagszedős fúrási technológiához szükséges gépek, eszközök és felszerelések ki- alakítására.

A gyorsmagszedős fúrási módszer elterje- dését az alábbi okokkal magyarázhatjuk:

- A fúrási sebesség 2,5—3-szorosára nö- vekedett, a fúrási költségek pedig a be- és kiépítési műveletek időráfordításának csökkentése miatt kb. 45—50%-kal csök- kentek.
- Jelentősen megnövekedett a magkihoza- tal. Ennek a módszernek az alkalmazása gyakorlatilag biztosítja a 100%-os mag- kihozatal, mégpedig olyan viszonyok között is, amelyek során a szokásos módszerek alkalmazása csak 50% körüli magkihozatalt eredményezett.
- Megnövekedett a gyémánt fúrókoronák élettartama és csökkent a gyémántfel- használás.
- Gyakorlatilag megszűntek a fúrószer- szám gyakori ki- és beépítéséből kelet- kező omlások okozta üzemzavarok.

A várható gazdasági előnyök és műszaki fejlődés ösztönözték az Országos Földtani Ku- tató és Fúró Vállalat vezetőit, hogy a módszer elsajátítására és bevezetésére kísérleteket kez- deményezzenek. Az első jelentősebb köteles gyorsmagszedős fúrási kísérletekre 1971 végén, 1972 elején került sor az észak-magyarországi és

dunántúli kutatási területeken. A szerény esz- közlehetőségekkel lefolytatott kísérletek célja az volt, hogy megvizsgálja a korszerű fúrási- kutatási módszer alkalmazhatóságát a hazai kutatási körülmények és igények között, vala- mint bázisadatokat gyűjtsön a termelékenységi mutatókra, a technológiára, a módszer személyi, anyagi feltételeire vonatkozóan.

A kísérletekben alkalmazott felszerelést, amely

1250 fm NQ fúrócsőből,  
SK—6 típ. WL.NQ magcsövekből,  
tartalék alkatrészekből  
és kezelőszerszámokból,  
76 mm Ø gyémántkoronából

állt, az Atlas Copco (Craelius) és a Long—Year cég szállította.

A kísérleti fúrásokat ZIF—1200 és ZIF—650 típusú fúrógépekkel végeztük. A gé- pek ismert teljesítményadatai, amelyek főleg a fordulatszám igények vonatkozásában közel sem elégitik ki a Wire—Line technológia követelmé- nyeit, nem tették lehetővé az optimális mutatók elérését. Ugyanakkor a vállalat jelenlegi mű- szaki-gazdasági helyzetében csak a meglévő fú- róberendezés-park és a korszerű gyorsmagszedő technológia párosítása az, amely a jelenlegi fejlesztési lehetőségek mellett reális célkitűzést jelenthet.

## Béléscsővezetés

Hangsúlyozzuk, hogy ennél a fúrási mód- szernél a béléscsővezetés minden fúróméretváltást megelőzően szükséges. Ugyanakkor nagyobb szakaszok tarthatók nyitva, végeredményben kevesebb a csövezési igény.

Mivel minimális átmérőkülönbség van a fúróluk és béléscső külső átmérője között, ezért a béléscsövet gyakran „be kell fúrni” a lyukba. Ez a művelet lényegében utánfúrás, e célból a béléscső felszerelhető olyan saruval, melynek segítségével ez a művelet végrehajtható.

Miután a béléscsősarú a talpat elérte, a bé- léscső mögé jóminőségű iszapot kell nyomni. Ezzel segíthetjük elő a béléscsőviasszanyerés si- kerét. (Mivel a Wire—Line fúrást csak bizonyos mélységtől, addig hagyományosan mélyített fúróluk talpáról indítottuk, a lyukat 89/81 mm-es, csepeli gyártmányú béléscsővel béleltük ki, egészen a kísérlet kezdőmélységéig.)

## A fúrószár beépítése

A fúrószár beépítése elvileg ugyanúgy tör- ténik, mint más fúrási eljárásoknál. Mégis, van néhány sajátos szempont, melyre tekintettel kell lenni. Ez elsődlegesen azzal van kapcsolat- ban, hogy a rudazat „kívül sima” kivitelű,



vagyis nem tartalmaz olyan kifelé duzzasztott kapcsolót, vagy karmantyút, melyen kulcshely lenne elhelyezhető, illetve mely alá szállítószéket helyezhetnénk. Ezért szükség van külön rudazatültetőre, mely alkalmas a sima, hengeres rudazat biztonságos ültetésére.

A „Q” sorozatú Wire—Line fúrócsöveket mindenféle külső sérüléstől óvni kell. Ilyen külső sérülés forrása a beépítés során különböző lehet, melyek közül a három legveszélyesebb az alábbi: helytelen kulcskezelés; a befogópofa túlzott mértékű megszorítása; szabálytalan ültetés.

A rudazat ültetésekor az ültetőasztalt akkor ékeljük, ha a rudazatunk lefelé történő mozgását megszüntettük. Az ültetőasztal pofáit akkor zárjuk a rúdra, ha a rúd álló helyzetben van.

Horpadt rudazattal nem tudunk fúrni, hiszen a magot kiemelő belső csőszerkezet nem tud a horpadt rudazatban mozogni. Időszakosan le kell a rudazatot kaliberezni.

### Magvétel

A belső csőszerkezet kiemelése az overshot-tal történik, melyet a Wire—Line vitlára csévélt 5 mm-es kötél segítségével engedünk le a rudazaton át a lyukba, és emelünk vissza a felszínre. E művelet kellő gyakorlat birtokában egyszerűen hajtható végre, de néhány alant részletezett szempontra ügyelni kell.

Mielőtt az overshotot leeresztjük a rudazatba, a legfelső fúrócső anyamenetébe egy bronz menetvédőt kell csavarni.

Az overshot fölött 10 méter távolságban, egy 1,5 méter hosszú szakaszon meg kell festeni a Wire—Line vitla kötelét, ennek megjelenése jelzi a magcső felszínre érkezését.

Leengedéskor meg kell akadályozni a kötél túlszaladását, mert az hurok képződéséhez vezethet. Amint az overshot megközelíti a magcső tetejét, a leengedés sebességét lassítani kell. Az overshot felütését a belső csőfejen érzékelni kell, s a Wire—Line kötél futását azonnal meg kell szüntetni.

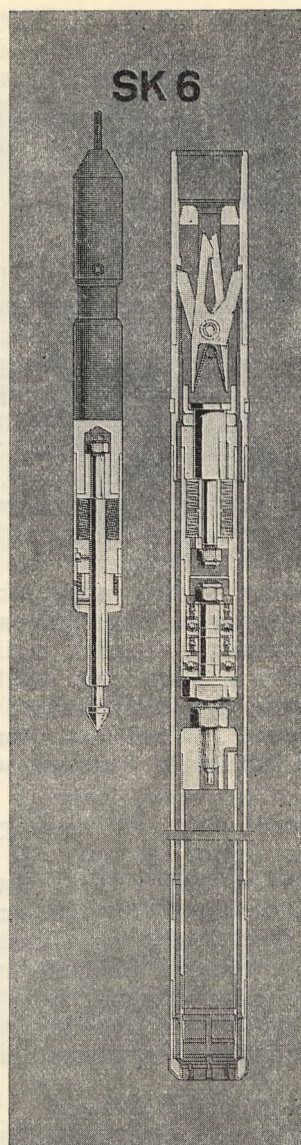
Amikor az overshot felült a magcső fején, egy hánccs- vagy spárgajelet helyezünk el a kötélen, 1 méter magasan a lyukszáj felett. Minden magvétel után ezt a jelet a kötélen felfelé eltoljuk a mindenkori lefúrt hossz értékével.

Lassítsuk le az emelés sebességét, amikor a festett jel a lyuk szájánál megjelenik.

A mag eltávolítása a betétcsőből annak felső végén át történik. Ha a mag nem csúszik ki könnyedén, akkor egy rövid védőcsövet húzunk rá a belső csőre, s ezt a védőcsövet ütőgessük kalapáccsal. Magát a belső csövet kalapáccsal ütni tilos!

### Wire—Line fúrési rendszer

Az eddigiekben láttuk, hogy a Wire—Line fúrési eljárás eszközei alapvetően eltérnek a



1. ábra: SK—6 típusú, Craelius gyártmány overshot és Wire—Line magcső

hazai viszonylatban eddig alkalmazott fúrési szerszámoktól.

A fúrési rendszer megválasztásának lehetősége alapvetően függ az alkalmazott fúrószártól, a gépi berendezések műszaki jellemzőitől, a számszerű értékek pedig a mindenkori földtani viszonyoktól és a lyukmérettől. Mindhárom fúrési tényező, a fúróterhelés, a fordulatszám és az öblítés mennyisége a megszokott értékektől különbözik.

A Wire—Line fúrési eljárásnál, hasonlóképpen más gyémántkorona-fúrési eljárásokhoz, nem lehet konkrét szám adatok formájában fúrési paraméter adatokat előre megadni, azokat minden esetben a mindenkori viszonyokhoz mérten kell megszabni, beállítani. Szükséges azonban az, hogy bizonyos fúrési paraméter értékhatárokat állapítsunk meg, melyek alkalmasak arra, hogy nagyságrendeket érzékeltessenek, s útbaigazítást adjanak a megválasztandó rendszer összefüggéseiről.

A fúrési tényezőknek a Wire—Line fúrásnál alkalmazandó javasolt határértékei ismertek



a fúrési szakemberek előtt (Sinóros Szabó Lóránt: Wire—Line fúrési technológia —1972), ezért itt nem foglalkozom vele, inkább a kísérleteknél ténylegesen alkalmazott fúrési paraméterek értékeit tárgyalom.

### Fúrósebesség

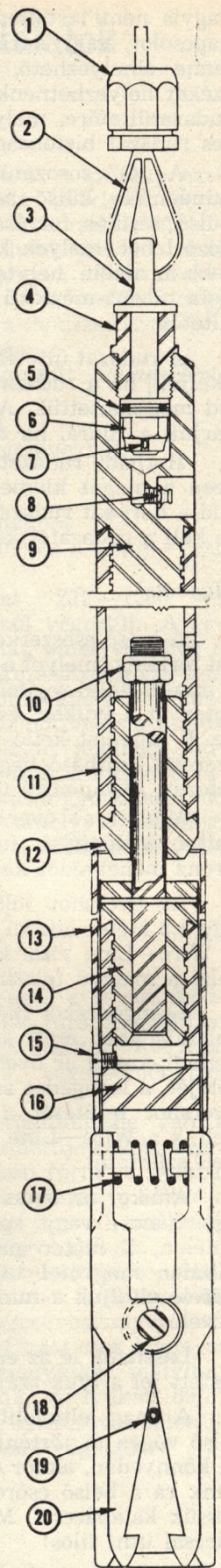
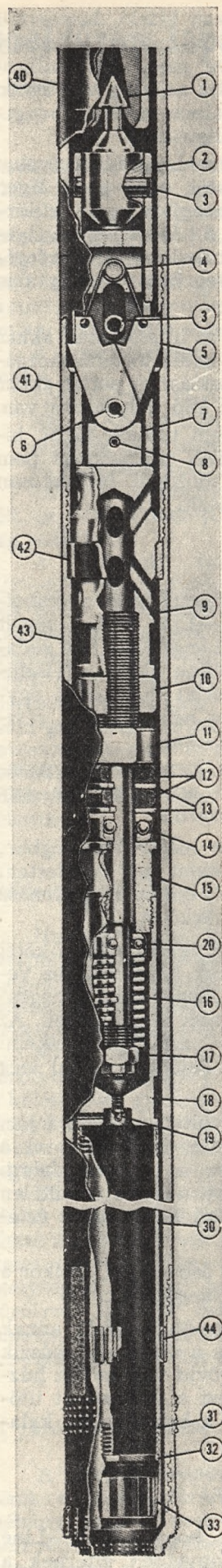
Ez az adat nem szorosan vett fúrési tényező ugyan, de ez a legfontosabb mutató, melyben kifejezésre jut a munka műszaki színvonala, a tevékenység gazdaságossága. A gyakorlatban a tényleges fúrési paramétereket úgy kell megválasztani, hogy azok révén a kívánt fúrósebességet el tudjuk érni. A kívánt fúrósebesség természetesen csak akkor érhető el, ha a helyesen megválasztott fúrési paraméterek mellett, a mindenkori közetviszonyoknak megfelelő típusú fúrókoronát alkalmazunk.

Ne féljünk attól, hogy a fúrósebesség gyors. Ha a lyukat „gyorsan” lefúrjuk, sokkal kevesebb rétegnehézséggel fogunk találkozni, mint ellenkező esetben. Nem igaz tehát egy olyan elgondolás, mely így fogalmazható meg: „Lassan, de biztosan”. Minél lassabban haladunk, annál több a hibaforrás a munka során.

Általában érvényes, hogy a Wire—Line fúrési eljárásnál a területi megfigyelés és tapasztalat igen fontos szerepet tölt be a fúrési rendszer „bejátszásánál”. Tudomásul kell venni, hogy nincs csodatévő recept, ezzel szemben szükség van gondolkodni tudó fúrótechnikusokra és fúrómesterekre. Szükség van továbbá lelkiismeretes adatnyilvántartásra és ezek folyamatos értelmezésére, bátor kezdeményezésre, kollektív brigádmunkára, tapasztalatcserére.

### NQ Wire—Line magcső alkatrészei

- 1—44. Komplette Wire—Line magcső
- 1—33. Belső csőszerkezet
- 1—20. Fejszerkezet
  - 1. Szigony
  - 2. Reteszoldó karmanytú
  - 3. Rugócsap  $\varnothing 1/2'' \times 2''$
  - 4. Reteszrugó
  - 5. Retesz
  - 6. Rugócsap  $\varnothing 1/2'' \times 1 1/2''$
  - 7. Retesztartó elem
  - 8. Rugócsap  $\varnothing 1/4'' \times 1 1/2''$
  - 9. Reteszttest
  - 10. Kontraanya
  - 11. Tengelyszerkezet
  - 12. Zárószelap
  - 13. Szelepalátét
  - 14. Golyós nyomócsapágy
  - 15. Csúszócsapágy
  - 16. Nyomó spirálrugó
  - 17. Rögzítőanya
  - 18. Belső csősapka
  - 19. Zsírzó, hidraulikus



3. ábra:  
Long—Year gyártmányú  
overshot

2. ábra: Long—Year gyártmányú, Wire—Line magcső



20. Fügőcsapagy
30. Belső cső, 5 láb hosszú
30. Belső cső, 10 láb hosszú
30. Belső cső, 15 láb hosszú
31. Magfogó hüvely
32. Ütköztető gyűrű
33. Magszakító gyűrű
40. Rögzítő és stabilizáló átmenet
41. Adapter, apa-anya átmenet
42. Ütközőgyűrű
43. Külső cső 5 láb hosszú
43. Külső cső 10 láb hosszú
43. Külső cső 15 láb hosszú
44. Belső cső központosító gyűrű

#### NQ OVERSHOT alkatrészei

- 1—20. Komplet overshot
  1. Kötélbilincs
  2. Kötélszív
  3. Kötélkengyel
  4. Kötélpergő test
  5. Tűgörgős csapagy
  6. Anya (koronás)
  7. Sasszeg (3/32" x 3/4")
  8. Zsírzó
  9. Test
  10. Csavaranya 1/2" — 13 UNC
  11. Kalapács ház
  12. Kalapácsfej
  13. Rögzítő karmanytú
  14. Üllő
  15. Csavar 1/4"—20 UNC 3/8"
  16. Fej
  17. Dugó
  18. Csap
  19. Rugócsap
  20. Fogóolló (kutya)

#### ZIF—1200-as fúróberendezéssel végzett kísérletek

A ZIF—1200-as fúrógéppel lefolytatott Wire—Line kísérletekre az észak-magyarországi kutatási területen, két fúróponton került sor,



4. ábra: Wire—Line gyémántkorona

a 800—1200 m-es mélységzakaszokban. Összes fúrt folyó méter: 674 m.

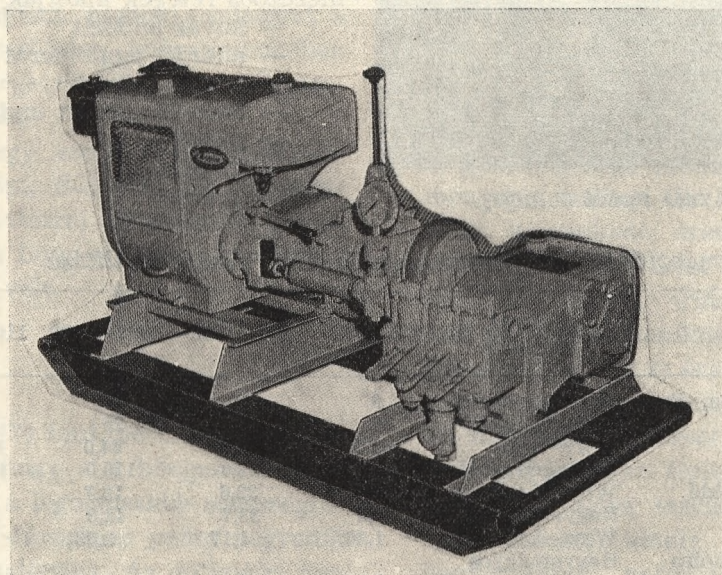
#### Berendezés felszerelése

Fúrógép — ZIF—1200 típusú, megnövelt ford. számú, elektromos meghajtású

- I. sebességnél 102 ford/perc
- II. sebességnél 200 ford/perc
- III. sebességnél 370 ford/perc
- IV. sebességnél 530 ford/perc

Szivattyú — RQ—535 tip. Long—Year triplex. 17—132 l/perc között tetszés szerint variálható szállítóképességgel, 56 at maximális nyomással.

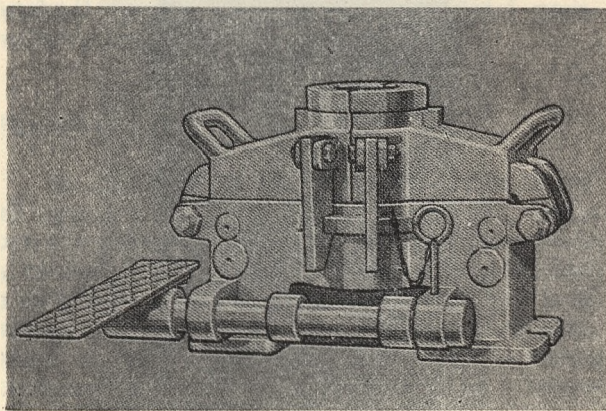
Wire—Line kötődob — Saját gyártmányú, elektromos meghajtású, 100 ford/perc telje-



5. ábra: RQ 535 típusú iszapszivattyú



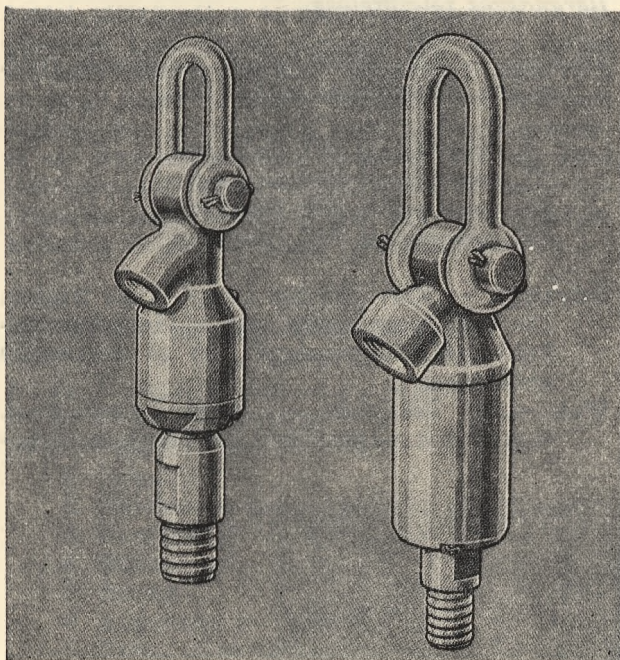
sítményű, 1250 m 5 mm Ø-jú keresztfonású sodronykötéllal.  
Rudazatültető — Long—Year típus.



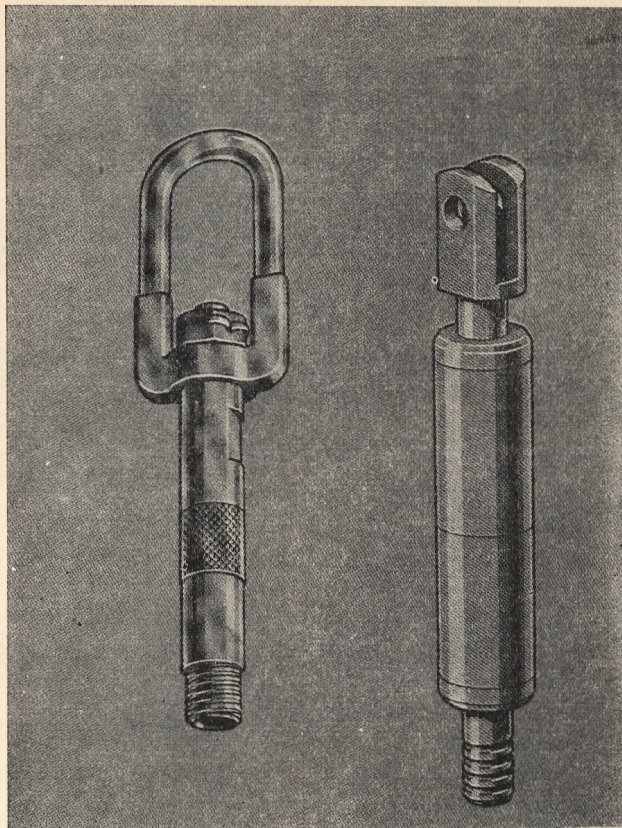
6. ábra: Long—Year típusú rudazatültető

#### Fúrószerszám

- SK—6-os típusú Craelius, NQ méretű duplafalú magcsövek
- Craelius Diabor gyártmányú 76 mm Ø, kerekprofilú 22 karát gyémánttartalmú koronák,
- NQ fúrórudazat, Craelius.



7. ábra: Long—Year típusú öblítőfej



8. ábra: Rudazatpergő

A többi gép és eszköz a hagyományos ZIF—1200-as magfúróberendezés tartozéka.

#### Alkalmazott fúrési tényezők:

Ford. szám:	200 for/p
	370 ford/p
	500 ford/p
Fúróterhelés:	1700—1800 kp
Öblítés:	20—35 lit./perc

#### Rétegsor

A jelzett fúrési intervallum rétegsorát mezozoós rétegek alkotják, amelyek

- kovás andezit
- andezit agglomerát
- kovás mészkő
- összetöredezett andezit
- mészkő
- diabáz
- kvarcit

#### A hagyományos gyémántfúrás és gyorsmagszedős fúrás összehasonlítása

	Mélység m—m-ig	800—900	900—1000	1000—1100	1100—1200	Összesen
Fúrórúdkiépítések száma, db	Wire—Line	9	3	3	6	21 db
	Hagyományos	16	19	25	28	88 db
Tiszta fúrési idő, óra	Wire—Line	61,5	77,0	44,0	102,5	285,0 óra
	Hagyományos	191,0	102,0	110,0	185,0	588,0 óra
Tiszta fúrési idő az összidő %—ában	Wire—Line	14,6	32,6	18,7	30,2	20,8%
	Hagyományos	46,0	33,7	42,0	39,0	40,7%
Tiszta fúrési sebesség m/óra	Wire—Line	1,20	1,17	2,03	1,17	1,24 m/óra
	Hagyományos gyémántfúrás	0,55	0,54	0,56	0,62	0,58 m/óra



## A kísérlet során szerzett tapasztalatok

1. A fúrógép gyors fordulató sebességtartománya nem volt kihasználható a bekövetkező erős vibráció és a forgatáshoz szükséges, megnövekedett teljesítményigény kiélégíthetlensége miatt.
2. A fúrószerszám a kívánt mértékben nem volt terhelhető a kőzet effektív rombolásához szükséges értékig (2—2,5 tonnáig). Amennyiben a terhelés meghaladta a 2 tonnát, a fúrócső alsó rakatai maradandó alakváltozást szenvedtek, a vibráció erősödött és több esetben rudazatszakadás következett be.
3. Az 5 mm Ø-jű gyorsmagszedő kötélodrony több ízben összecsavarodott, csomósodott és elszakadt. A jelenségek csökkentek, illetve megszűntek, amikor a leengedés sebességét a kötéldob percenkénti 100 fordulata alá csökkentettük.
4. A fúrócsőbe engedett belső magcső lassan ért a helyére, a lyuktalpon lévő külső magcsőbe. A folyamatot az iszapszivattyúval kellett gyorsítani és közben a fúrószerszámot forgatni, hogy a szerzámszorulást elkerüljük. A belső magcső helyére érését a nyomásemelkedés mutatta.
5. Az alkalmazott Long—Year típ. rudazaték az 1000 m alatti szakaszon a nagy fúrócsősúly miatt elégtelennek bizonyult, ejtősúllyal történő ékelésnél viszont az ékelt fúrócsővéget deformálta és további használatra alkalmatlanná tette.

## ZIF—650-es fúróberendezéssel végzett kísérletek

A ZIF—650-es fúróberendezéssel végzett kísérleteket a bokodi kutatási terület üledékes rétegsorában (apti agyag, homok), valamint a tatabányai kutatási területen, triász mészkőben és kréta márgában végeztük, NQ méretű gyorsmagszedő szerzámmal.

A berendezés egy szokványos felszerelt ségű, ZIF—650-es típ., RQ—535 típ. iszapszivattyúval, SF—2 motorral meghajtott gyorsmagszedő vitlával és Long—Year rudazatékkal kiegészített fúrógép volt.

## Fúrési rendszer

**Fordulatszám:** 420—470 ford./perc. Ezt úgy tudtuk biztosítani, hogy a 4 hengeres Csepel meghajtomotort a legmagasabb sebességfokozatban, a ZIF-fúrógépet pedig negyedik sebességen üzemeltettük. Az optimális fordulatszámot magasabban kellett volna tar-

tani, ez azonban az adott konstrukciónál nem volt lehetséges.

**Terhelés:** 800—900 kp adta a legjobb előhaladási értéket. A terhelés további emelésével az előhaladás állandó értéken marad, sőt agyagok átfúrásánál ezt 600—700 kp-ra kellett mérsékelni, mert ezt az értéket túllépve, gyakran jelentkezett magbesülés.

**Öblítés:** Mészkőnél 30—35 l/p, agyagnál 45—50 l/p volt. Ez a viszonylag kis mennyiségű öblítőfolyadék elegendő volt a lyuktalp megfelelő tisztításához.

A gyorsmagszedő rendszer sikeres alkalmazásának lényeges eleme a jó minőségű öblítőfolyadék. A szűk keresztmetszetek, és nagy pontosságú illesztések megkövetelik a kis viszkozitású öblítőfolyadék használatát.

Ugyanakkor laza összetek fúrásánál (főleg apti agyag fúrásánál) kis vízleadás elérése szükséges. Az általunk használt fúróiszapot bentonit, CMC-oldat, és iszapjavító anyagok keverékéből készítettük.

A paraméterek:

— fajsúly	1,15 kp/dm <sup>3</sup>
— viszkozitás	1,10—1,15
— vízleadás	2,0—4,0 cm <sup>3</sup> /7 at/30 p
— homoktartalom	0,5% alatt

## Kísérletnél szerzett tapasztalatok

1. A gyors fordulatszám-tartomány nem volt kihasználható, az erősödő vibráció és a tengelykapcsoló túlmelegedése miatt.
2. Az apti agyagban a fúrócsövek belsejében 2—3 mm vastagságú iszaplepeny rakódott le, mely lehetetlenné tette a gyors magkiszédést. Az iszapcserék nem vezettek eredményre, egy-két fúrómenet alatt felfúrt agyag oldódása miatt a jelenség ismétlődött. Az apti agyagból való kitérés után a jelenség megszűnt.
3. A saját szerkesztésű magkiszédő vitla működése jó volt, egy magkihúzásra, illetve belső csőcserére fordított idő 500—600 m mélységből 40—45 perc.
4. A 225 m összmennyiségű fúrásnál 2 db 76 mm-es 22 karát tartalmú gyémántkoronát használtunk. Az elhasználódás mértéke nem volt mérhető, becslés szerint a koronák kísérlet után 90%-os állapotban voltak.
5. A gyorsmagszedő módszer elsősorban a keményebb, szálban álló kőzetek fúrása esetén adott kiemelkedő eredményeket. A Tatabánya 1495. sz. fúrási ponton kréta márgában 1,77 m/óra, triász mészkőben pedig 2,36 m/óra mechanikus fúrási átlagsebességet értünk el. Ez az eredmény kb. kétszerese a hagyományos gyémántfúrési eljárással elért mechanikus sebességnek.
6. A Bokod 1920. sz. fúrási ponton apti agyagban 1,10 m/óra mechanikus átlagsebesség volt elérhető, amely kb. másfélszerese a hagyományos gyémántkoronákkal végzett magfúrési sebességnek.



7. Magkihozatali eredmény mézskőnél 100%  
volt, apti agyagnál 90—95%.

Ezt a kiváló, a területen más módszerrel el  
nem érhető magkihozatal, a jól központosí-

tott és stabilizált, nyugodt járású belső mag-  
cső eredményezte.

8. A fúróberendezések időkihasználása a kö-  
vetkezőképpen alakult, az összes felhasznált  
idő %-ában:

Terület	Ki-, beép.	Mag- fúrás	Mag- szedés	Gépjav.	Bővit. bélés- csöv.	Geof. mérés	Vára- kozás	Egyéb	Haladási sebesség m/nap
Tatabánya, 1495.	20%	29%	9%	8%	5%	3%	5%	21%	13,5
Bokod, 1920.	27%	25%	6%	7%	5%	—	3%	27%	5,5

Фалуши Иштван:

### ОПЫТ ПОЛУЧЕННЫЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БУРОВЫХ СТАНКОВ СО СКОРОСТНЫМ ОТБОРОМ КЕРН (вайер-лайн)

A fenti adatokból levonható az a következtetés, hogy viszonylag alacsony a tisztafúrási időhányad. Ennek okai a kísérleti munka során óhatatlanul jelentkező problémák miatti időkiadások. Túl a kísérleti fázison, a módszer rutinszerű begyakorlott alkalmazása egyértelműen a fúrási időhányad növekedését és egyben a fúrási termelékenység növekedését eredményezi.

Автор знакомит с опытом, полученным на Государственном предприятии по геологической разведке и бурению при использовании буровых станков со скоростным отбором керн (вайер-лайн). Опыты, проведенные установками шведского и канадского производства, однозначно доказали технические и экономические преимущества метода вайер-лайн.



# Nagyátmérőjű fúrások a magyar bauxitbányászatban

írta: **Mecsnóber Miklós**

A nyirádi bauxitbányák területén a Bauxitkutató Vállalat 1966 óta nagyátmérőjű rotari fúrési technikával 27 fúrt aknát fejezett be, összesen mintegy 5100 m terjedelemben. Ha ezekhez hozzávesszük az 1966-ot megelőző időszakban mélyített 3, a fúrásos aknamélyítés technológiájának kialakítására szolgáló fúrásokat is, a nagyátmérőjű fúrások hossza együttesen 5344 m.

Az 5100 m-nek megfelelő felaprított tömör kőzettérfogat valamivel több mint 19 500 m<sup>3</sup>, s a fúrólyukak biztosítására beépített béléscsövek súlya a szűrőcsövekkel együtt 2270 Mp. A 2000 mm átmérőjű fúróval elért legnagyobb mélység 260,7 m, míg az 1350 mm-essel 300 m.

A 27 fúrás — eltekintve egy-két speciális rendeltetésű aknától — a bauxitbányák víztelenítésének érdekében készült. A nyirádi területen a bauxitkészlet nagyrésze a karsztvíz nyugalmi szintje alatt helyezkedik el, a töredezett fedőmészköben és a fekvő dolomitban egyaránt előforduló nagymérvű vízbetörések az ércvagyon feltárását, leművelését rendkívül megnehezítették. A nagyátmérőjű fúrásokból emelt víz 1972-ben már elérte a 116 millió m<sup>3</sup>-t, s ezzel jelentős mértékben hozzájárultak a bányüzemek termelési feltételeinek javításához.

A kísérleti fúrások megvalósításához alapberendezésként egy az olajbányászatból átvett, erősen elhasználódott fúrógép szolgált, kiegészítve nagyrészt hazai előállítású és tervezésű speciális szerszámokkal (8). A rendkívüli sok üzemzavar ellenére a nagyátmérőjű mammutszivattyús, fordított öblítésű rotari fúrás alkalmazását bizonyító kísérleti tevékenység után került sor a vízszintsüllyesztési program megvalósítására, Wirth-gyártmányú L—10 típusú korszerű fúrógépegységgel. A tanulmány ezen berendezésekkel végzett tevékenységről kíván tájékoztatást adni egyes, a leginkább érdeklődésre számító tapasztalatok alapján.

## Fúróberendezés és felszerelés

Az emelőmű a meghajtómotorral pótkocsira szerelten egy egységet képez. A fúrógéphez csatlakozik a szétszerelhető alapkeret — mely egyben az árbóc, valamint a forgatóasztal alátámasztására is szolgál. A meghajtómotor teljesítményét hidraulikus nyomatékvtól keresztül adja át mind az emelőműnek, mind a forgatóasztalnak, mely erőátvitel rendkívül előnyös a nagyátmérőjű fúrásnál fellépő egyenetlen igénybevétel miatt.

A forgatóasztal 100 Mp teherbírású, max. átbocsátóképesége 2100 mm. Ennél nagyobb fúrószerszám — max. 3000 mm átmérőig — beépítésre az alapkereten csúsztatható forgatóasztal alatt elhelyezkedő, hidraulikus működte-

tésű, 25 Mp teherbírású megfogószerkezet szolgál.

Ugyancsak egy egységben, speciális pótkocsin szállítható a 100 Mp üzemi horogterhe-



1. ábra: Súlyosbítók és központosító beépítése L—10 típusú fúróberendezésnél. Előtérben súlyosbítók, valamint 2 m átmérőjű egytámaszú, mellette jobbról két-támaszú görgőkkel felszerelt fúró

lészű fúróárbóc. Felállítás, illetve döntése a fúróberendezés emelőművének és csigasorának segítségével történik. Az árbóc és szerelvényei 9 m hosszúságú szerszámok beépítését teszik lehetővé.

A mammutszivattyús fordított öblítéshez szükséges sűrített levegőt 2 db magasnyomású kompresszor állítja elő, teljesítményük egységenként 25 att max. üzemi nyomás és 10 m<sup>3</sup>/perc beszívott levegőmennyiség.

A berendezéssel együtt szállított, egytámaszú görgőkkel felszerelt fúrótest 1800 mm átmérőjű, amely kiegészítő fokozatokkal 2000, illetve 2500 mm-re növelhető. Az átmérőválaszték későbbiekben saját tervezésű és gyártású 2200 és 2950 mm-es szerelvényekkel, majd 1350 mm-es fúrótesttel bővült. Az üzembiztonság, valamint a fúrési összeteljesítmény növelése érdekében 1969-ben sor került kéttámaszú 2000 mm-es görgősfúró üzembe helyezésére is.

A fúróhoz hasonlóan peremes csatlakozású súlyosbítók hossza 1500 mm, legnagyobb átmérő a peremnél 1000 mm. A fúróruddal egyező átmérőjű belső cső (300 mm) és a 830 mm-es külső köpeny közét ólom tölti ki, egy súlyosbító súlya 6,4 Mp.

Az ugyancsak peremes csatlakozással ellátott 300 mm belső átmérőjű fúrórudak két kívül elhelyezett légvezetékkel rendelkeznek, gyártási hosszuk 1,5; 3,0 és 6,0 m. A gyártó cég fúrórudat, valamint súlyosbítót is készít a sűrített



levegő betáplálására és porlasztására alkalmas, mammutfejű kivitelben.

A kötések és oldások meggyorsítására sürített levegővel működő csavarkulcsok szolgálnak.

Különleges felszerelések között megemlítendő a fordított öblítésnek megfelelően kiképzett speciális öblítőfej, a szerszámok beépítésénél alkalmazott beemelőkotelek, s a különböző ültető- és kezelőszerszámok.

Kedvezőtlen lyukelferdülési tapasztalatok után fejlesztettük ki a ma is alkalmazott központosítókat. Kiképzésük a fúrószerszám stabilizálásán túlmenően alkalmas arra is, hogy mint utánfúró dolgozzon.

A nagytátmérőjű fúrások biztosítására szolgáló béléscsövek a vállalat gépműhelyében készülnek 8 mm-es vaslemezéből, külső U-profil merevítőekkel ellátva. A 3 m-es hosszúságú béléscsövek összekapcsolása a munkahelyen hegesztéssel történik. Ugyancsak a gépműhely állítja elő a szűrőként szolgáló egyszerű, illetve duplafalú perforált csöveket.

### *Rétegsor, fúrólukyszerkezet*

A fúrásokat a minél kedvezőbb vízhozam érdekében olyan helyre kívánatos telepíteni, ahol az a vízáadó réteget — dolomitban rendszerint vető hatására kialakult repedéseket, jó átteresztőképességű karsztosodott zónákat — minél mélyebben, pontosabban a tervezett vízszintsüllyesztés határa alatt harántolja. Tapasztalatok szerint erre leginkább alkalmas a fő törésvonalak (vetők) találkozása, illetve ennek környezete. Kialakult gyakorlat szerint a kijelölt legalkalmasabb hely 10—15 m-es környezetében kutatófúrást fúrnak, melynek elsődleges célja a feltételezett jó vízáadó rétegek feltárása. A magminták, valamint a karottázmérések értékelése alapján, kellő tapasztalat birtokában biztonsággal megtervezhető a fúrás geo-műszaki szelvénye, az alkalmazandó technológia, s némi tájékoztatást kapunk a fúrási sebesség becslésére is. A kutatófúrás megfelelően kiképezve a továbbiakban vízmegfigyelőhelyként ad értékes adatokat.

A nyirádi bauxit-előfordulások földtani felépítése, az átharántolandó rétegek röviden a következőkkel jellemezhetők:

0—60 m Mészke és homokkő (Szarmata—Torton) padok között váltakozva előforduló agyag, agyagos homok, esetenként 10 m vastagságot is elérő kavicsrétegek. A viszonylag állékony mészkeben és homokkőben nem ritka az öblítőfolyadék teljes vagy részleges vesztesége, melynek hatására a laza összletben jelentős szelvénytövedés lép fel. A kis mélységben lévő homok- és kavicsréteg omlása több esetben később — veszélyeztetve a fúróberendezés alapját — a felszínen is jelentkezett.

60—120 m Kemény mészke és mészmarga (Eocén) gyakran törmelékes, görgeteges, jó víznyelő szakaszokkal. A mélységköz alján különböző vastagságú agyag, szenes agyag, bauxit és dolomittörmelék szelvénybővülésre és omlásra hajlamos.

120— Triász dolomit a befejező mélységig. A kristályos szerkezetű üde kőzettől a homokszerű dolomitporig minden átmenet megtalálható, gyakori a meredek dőlésű vetőzónák karsztosodott, jó víznyelő szerkezete, a nyitott és törmelékkel kitöltött üreg.

Az ismertetett rétegsor, valamint a nagytátmérőjű fúrásnál szerzett tapasztalatok alapján, a területre kialakult átlagos fúrólukyszerkezet:

A fúrás 2950 mm átmérővel kezdődik (hagyományosan mélyített, 8—10 m mély előakna után) a felszínhez közeli, omlásra hajlamos rétegek kizárására mintegy 30—60 m-ig. A 2600 mm belső átmérőjű béléscső beépítése után a cső és a fúróluk közötti gyűrűsteret cementtejjel töltik ki. A következő szakasz 2500 mm-es fúróval dolomitig halad, biztosítása 2100 mm-es béléscsővel, majd a gyűrűstér cementezésével történik. Kedvező esetben — ha folyadékvesztésre számítani nem kell és hiányoznak a felszínhez közeli laza rétegek — az első ütem elmarad. Az iszappal fúrt laza fedőrétegek kizárása után a dolomit öblítő közege tiszta víz, fúróátmérő 2000 mm a tervezett 200—250 m mélységig.

A három nagyteljesítményű búvárszivattyú miatt 1400 mm belső méretűre választott béléscső, valamint vele azonos méretű szűrőcső és a fúróluk fala közötti tér osztályozott kavicssal van kitöltve. Amennyiben a vízhozam nem kielégítő, továbbmélyítési lehetőséget ad az 1350 mm-es fúró és 800 mm-es béléscső.

### *Fúrési tapasztalatok*

A nagytátmérőjű rotari fúrástechnika szokatlan méretű és súlyú szerszámokat használ, s az alkalmazott technológia is sok esetben jelentősen eltér a hagyományos (olajfúrás) módszerektől. Különleges feladatot jelent a ferdeségre vonatkozó megkötöttségek miatt a fúróluk biztosítása, a fúrás közben előforduló rétegnehezségek felszámolása és úgyszólván minden esetben külön elbírálást és a célra leginkább megfelelő mentőszerszám-gyártást igényelnek a műszaki balesetek. Ez utóbbiaknál eleve le kell mondani olyan, a hagyományos fúrési technikával többé kevésbé rutinszerűen alkalmazható módszerről, mint a fúróluk elterelése. A feladatok közül — a fúróátmérő és a béléscső közötti szűk gyűrűstér, a béléscsövek merevsége miatt — talán a legnehezebb a fúróluk kellő iránytartásának (egytengeység) a biztosítása,



s az elkövetett hiba alig, vagy nehezen korrigálható (2).

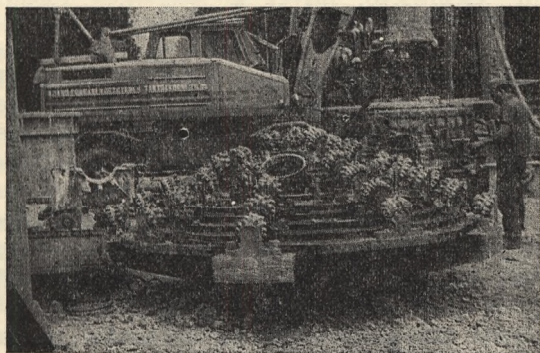
A tanulmányban részletesebben a fúrószerszám, a fúró munkája, a fúrási sebesség és a fúrólyukferdeség kérdésével kívánunk foglalkozni, elsősorban a dolomitban szerzett tapasztalatok alapján, mivel ezen kőzet képezi a lefúrt méter többségét — 54,4%-át —, ugyanakkor dolomitban leghosszabb a béléscsővezetett szakasz, így a fúrás egyenessége döntő jelentőségű.

### Görgősfúró

Általánosan alkalmazott fúrószerszám dolomitban — egy-két esettől eltekintve a fedőben is — görgősfúró. A fúrások rétegsorában az uralkodó kőzet mészkő, homokkő, illetve dolomit görgősfúróval aprítható legeredményesebben, s a fedőben a kemény padok között előforduló kisvastagságú agyag- és kavicsrétegek csak kivételes esetben teszik indokolttá más típusú fúrószerszám alkalmazását.

A nagyátmérőjű fúrési technológia kialakulásának kezdeti időszakában egy viszonylag kis méretű, ún. pilótalyukat fúrtak először, majd azt egy vagy több szakaszban bővítették a kívánt átmérőre. A módszert elsősorban laza, könnyen jöveszthető rétegeknél, valamint olyan esetben alkalmazták, amikor a fúrólyuk függőlegessége alapvető célkitűzés volt. Az előfúrás-bővítés technológiája vezetett olyan fúrótípus kialakítására, melynél az előfúró és bővítőegységek összekapcsolva egy szerszámot képeznek, s egyes vélemények szerint többszörös vezetékűknél fogva ma is a függőleges fúrás legbiztosabb módszerét jelentik. Más tapasztalatok arról számolnak be, hogy a fúrás egy ütemben mélyítve, lapos homlokfelületű fúróval a kívánt mértékig éppúgy függőlegesben tartható — megfelelő koncentrált súlyosbító köteg és központosító esetén (2, 4).

Az L-10-es fúróberendezésnél alkalmazott fúrók lapos homlokúak, kúpszögük 20—22°. Ta-



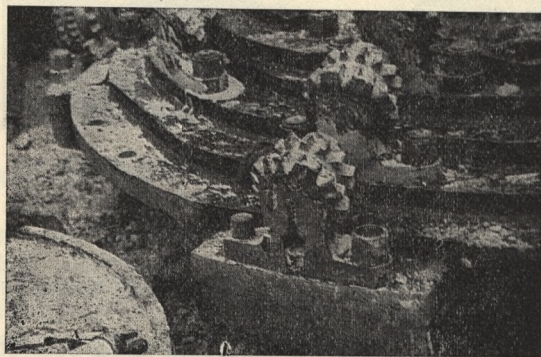
2. ábra: Egytámaszú görgőkkel ellátott 2950 mm átmérőjű fúrótést. A görgők között az excentrikus elhelyezésű szívónyílás látható

pasztalataink szerint a lépcsős felépítésű fúrószerszám, valamint az előfúrás és bővítés technológiája a már ismertetett kemény, töredezett.

inhomogén kőzetekben eredményesen nem használható.

A nagyátmérőjű fúrószerszám kialakításánál a szerkesztők igyekeztek a háromgörgős fúró felépítését követni, ahol a fogsorszám és az adott fogsor által feldolgozott terület aránya az egész fúró mentén közel azonos. Ez az elv tulajdonképpen itt csak a központi görgőnél valósul meg, amely egy háromgörgős fúrónak egyik eleme. A többi pályán csonkakúp alakú görgőelemek dolgoznak, a különböző körpályán működő görgők száma — lehetőség szerint — az átmérő növekedésével arányosan nő. Többszörös átfedés a legszélső pályán van, ahol a méretadó görgők igénybevétele a legnagyobb. A görgőelemek (központi kivételével) mérete, szerkezete közel megegyező, így a fordulatszám, kényszerpálya miatti csúszás, valamint a kőzettel történő érintkezési idő minden pályán más.

Az átfúrándó rétegek szélsőséges és gyakran változó mechanikai tulajdonságainak legjobban a közepkemény kőzetre kifejlesztett görgőtípus felelt meg. A lágyabb fedőben kísérleteket végeztünk egytámaszú, kis fogszámú és



3. ábra: Jellegzetesen kopott görgő a legkülső pályán. Az egyik felfogó csavar anyája már hiányzik s a görgő hátlapja is annyira megroncsolódott, hogy a kenőanyagtér is látható

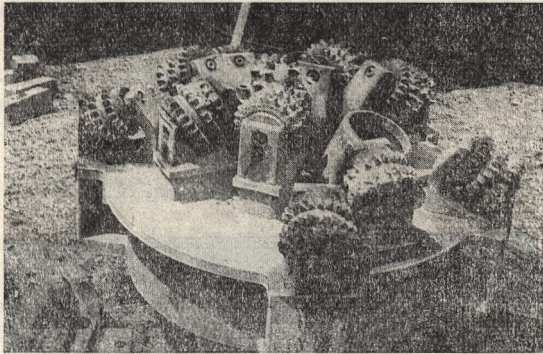
nagy fogmélységű görgőkkel, melyek azonban a várt eredményt nem szolgáltatták.

Az egytámaszú fúrógörgő számos előnye (egyszerű cserélhetőség, könnyű súly, viszonylag alacsony ár) ellenére a nagyátmérőjű fúróiparban az érdeklődés mindinkább a kettős felfogó felépítésű fúrótípus felé fordult, melynek kifejlesztéséhez elsősorban az egytámaszú görgők gyakori üzemzavarai, görgőleszakadások vezettek. Saját tapasztalataink szerint a műszaki bal esetek számának mintegy fele görgőleszakadás miatt keletkezett. A mentési műveletek speciális mentőszerszám (markoló, mentőmagnes stb.) alkalmazásával is nagyon időigényesek. A görgők üzemzavarainak oka rendszerint a felfogócsavarok kilazulása, de görgőlemeredés előfordult csapágy-meghibásodás, valamint a tartóbak eltörése miatt is. A legszélső pályán gyakori az egész fúró átmérőjét csökkentő kopás, melynél erősen megroncsolódik a görgőelem is. A 3. ábrán jól látható, hogy a görgőelemet már csak az egyik felfogócsavar tartotta és a tartóbak is



olyan mértékben legyengült, hogy továbbfúrás esetén rövid időn belül a görgő leszakadása elkerülhetetlen. Az ilyen jellegű és mértékű kopás nemcsak a kavicsrétegekben előforduló jelenség, de dolomitban is, különösképp, ha erőteljes ferdülés jelentkezik.

Kéttámaszú fúrókkal az első kísérletek 1969-ben kezdődtek, s az azóta szerzett kedvező tapasztalatok alapján — amennyiben egyéb akadályozó körülmény nincs — a rendszerint 2 m átmérővel fúrt dolomitzakasz általános fúrószerszámává váltak. Ezen görgők tartóbakjait a fúró alaptestére hegesztéssel erősítették fel, a kettős alátámasztás miatt csapágyazásuk lényegesen teherbírőbb és megbízhatóbb, élettartamuk többszöröse az egytámaszúaknak. Üzembehelyezésük óta görgőleszakadás miatt műszaki



4. ábra: 2 m átmérőjű kéttámaszú görgősfúró

baleset nem fordult elő, s tapasztalat szerint a nagyobb görgőtestek erősebb kivitelű, külső szabályozó fogsora jobban megvédi kopástól a fúrószerszámot.

A görgők által előidézett műszaki balesetek részletesebb elemzése, valamint a kéttámaszú görgőknél szerzett kedvező tapasztalatok alapján a közelmúltban kombinált megoldással kísérleteztünk.

A leszakadt görgők kétharmada a legszélső pályáról számozott, így feltételezhető, hogy a többi meghibásodása nagyrészt már ezek miatt következett be, ezért a nagyobb méretű egytámaszú görgőkkel felszerelt fúrótesten a szélső pályán lévő méretadó görgőket hasonló méretű, de kéttámaszú görgőkre cseréltük ki. A kombinált megoldás alkalmazása óta eltelt rövid idő ellenére figyelemreméltó, hogy azóta görgőleszakadás nem fordult elő.

#### Fúrési sebesség

A fúró előrehaladásában az alkalmazott fúróterhelés és fordulatszám mellett a kőzet fúrhatóságának van jelentős szerepe, de az elért eredményt döntően befolyásolja az öblítés, a fúrólyuk talptisztítása, a keletkező törmelék újraaprítás nélküli eltávolítása.

A hagyományos méretű jobböblítéses fúrásnál 0,5 m/sec áramlási sebesség általában elegendő a fúrórud és a lyuk fala között, ez azonban a nagy méretek miatt igen jelentős fo-

lyadékmenyiség keringését tenné szükségessé. Egyes vélemények szerint elfogadható ennél kisebb volumen is és a fenti határértéket csak a fúró és súlyosító mellett tartják fontosnak biztosítani — ennek megfelelően választják a súlyosító átmérőjét (3, 5, 7). Az ajánlott öblítés számítására a  $Q = 7,5 D$  m<sup>3</sup>/perc összefüggés szolgál, ahol D a fúrólyuk átmérője m-ben. Az áramlási sebesség természetesen így nagyon alacsony: 2 m átmérőnél a becsült 15 m<sup>3</sup>/perc folyadékmenyiség csak alig 0,08 m/sec. sebességet jelent a fúrórud mellett. Elkerülhetetlen tehát a törmelék újraaprózódása, a fúrószerszám jelentős kopása és egyúttal a fúrési sebesség jelentős csökkenése.

Lényegesen kedvezőbb a talptisztítás fordított öblítésnél, ahol a fúrólyuk talpán képződő törmelék gyors elsodródását, elszállítását az excentrikus elhelyezésű szívónyíláson beáramló folyadék biztosítja, melynek hatékonyságát jelentősen fokozza a fúró által keltett turbulencia. A szívónyílás fordulatonként mintegy körbejárva a talpat, a törmeléket már a képződés időszakában eltávolítja, így újraaprózódásra utaló jelenséggel csak elvétve találkozhatunk, s az öblítés gyakorlatilag olyan méretű kőzetdarabok kiszállítására alkalmas, melyet a cső belső átmérője megenged. Kedvező öblítés mellett a 10 m<sup>3</sup>/perc nagyságú felszívott folyadékmenyiség áramlási sebessége a 300 mm belső átmérőjű csőben 2,3 m/sec, amely többszörösen meghaladja a jobböblítésnél általánosan elfogadott áramlási sebességet. A balöblítés különleges szerepére jellemző, hogy görgőleszakadás esetén több alkalommal az öblítés szállította ki a fúrógörgőt, csavarokat, s egyéb vasdarabokat.

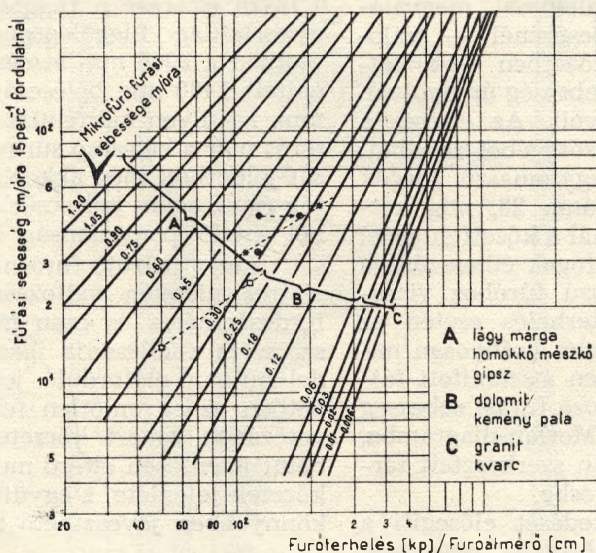
A fúró optimális fordulatszám-meghatározása nem lehetséges. Könnyen belátható, hogy a központtól távolodva a görgőelemek nagyságtól függően azok fordulatszáma fokozatosan növekszik és lehetséges, hogy a központi görgő minimális fordulata mellett a szélső görgők fordulatszáma már megközelíti a megengedhető maximális mértéket. Gyakorlatban elfogadott az  $n = 36/D$  ajánlott fordulatszám, ahol D fúró-átmérő m-ben. Ezen érték inkább maximumként tekinthető, mivel a tényleges fordulatszámot a fúrószerszám lehetőség szerinti lengés-, illetve vibrációmentes állapota határozza be. Így pl. 2 m-es fúrónál a fordulatszám általában 10—15/perc között változik, ezen tartományon belül viszont tapasztalat szerint a fordulatszám a fúrési sebességre érzékelhetően nem hat.

A nagyátmérőjű fúrásoknál alkalmazandó terhelés és a különböző kőzetekben elérhető fúrési sebesség becslésére A. E. Morlan által végzett kísérletek eredményét használják. A kísérletek alapján levezetett számítási módszer ezen túlmenően iránymutatóként szolgál a várható legnagyobb forgatónyomatéigény, s így a szükséges meghajtó teljesítmény tervezéséhez is. Az 5. ábrán leolvasható a különböző kőzetekben mikrofúróval meghatározott fúrási sebesség, mint kőzetjellemző esetén a fajlagos fúróterheléshez (fúróterhelés kp/fúróátmérő cm) tartozó fúrési sebesség a nagyátmérőjű fúrás-



nál. A módszer lényegében tehát az aprítási szilárdságot, illetve a mikrofúróval elért sebességet veszi figyelembe, s nem számol a fúrési sebességet jelentősen befolyásoló egyéb tényezőkkel. A kőzetek sokirányú tulajdonságait

mellett a dolomit sajátos szerkezete ad lehetőséget. Sok esetben a kiszállított kőzettörmelék szemnagysága lényegesen meghaladja a görgőfogak maximális behatolása esetén feltételezhető méretet, mely valószínű a hajszáll-



5. ábra. Fúrési sebesség és fajlagos fúróterhelés összefüggése nagyteljesítményű fúrásnál. (Morlan A. E. szerint)

- Saját mérések adatai dolomitban.
- 2000 mm fúró sebessége ugyan rétegben különböző terhelésnél
  - 1350 mm fúró sebessége ugyan rétegben különböző terhelésnél
  - 2000 mm egytámaszú fúró átlagos sebessége 24-25 Mp terhelésnél
  - 2000 mm kéttámaszú fúró átlagos sebessége 24-25 Mp terhelésnél

5. ábra: Fúrési sebesség és fajlagos fúróterhelés összefüggése nagyteljesítményű fúrásnál (Morlan A. E. szerint)

magábfoglaló mechanikai sajátosságok (szemcseszervezet, kötőanyag, repedezettség, koptató hatás stb.) mellett nem elhanyagolható az öblítés módja, illetve a talptisztítás mértéke, de a fúró szerkezete, típusa sem. Így az eljárás lényegében annak az elméleti következtetésnek alátámasztására szolgál, mely szerint általában a fúró terhelésének növelésével arányosan az előrehaladási sebesség is nő.

A dolomit sűrűn változó fúrhatósága (lásd 9. sz. ábra) miatt a terhelésnövelés és a fúrési sebesség összefüggése csak olyan esetben értékelhető, ha a terhelésváltozás (előtt, illetve után) közelében az előrehaladás közel állandó volt — azaz a kőzet feltételezhetően nem változott. Több ilyen mérés eredményét szemlélteti két kiragadott példa (1350 mm és 2000 mm fúró), mely szerint — korábbi kísérleti megfigyelésekkel (8) egyezően — a fajlagos terhelés növelése nem olyan mértékű sebességváltozást eredményez, mint amilyent a Morlan diagram feltételez (lásd 5. sz. ábra).

A nyirádi területen legnagyobb volumet kivevő dolomitösszetletben elért fúrési sebesség részletes elemzése azt mutatja, hogy azonos fúrótípus és fúróátmérő, valamint fúróterhelés esetén is rendkívül nagy a szórás. Gyakorlati megfigyelések alapján azt kell mondanunk, hogy a nagyteljesítményű fúrásnál még fokozottabb a jelentősége a lehető legnagyobb furadékméretnek, melyre a fordított öblítés

repedésekkel átszőtt dolomitban az erőteljes kráterképződés eredménye. Hasonló a helyzet dolomitporos, breccsás törmeléknél, melyet a 6. ábra az ülepitő gödör mintaanyagával jól szemléltet.



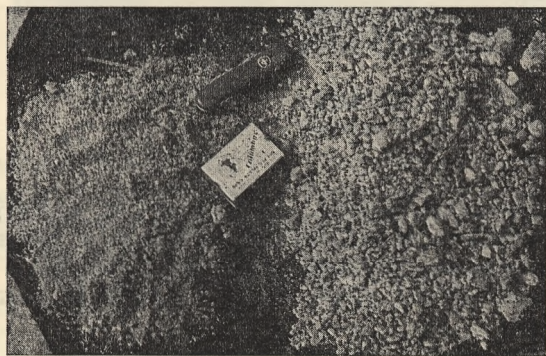
6. ábra: A fordított öblítés hatékonyságát jól szemlélteti az ülepitő gödör mintaanyaga, repedezett, kalciterekkel átszőtt laza dolomitból. A furadék méretét középen cigarettásdoboz érzékelteti

A dolomitban elért szélsőséges fúrési sebességek ellenére a fúrószerszám szerepére utal az a megfigyelés, mely szerint ugyanazon fajlagos fúróterhelés mellett a kéttámaszú görgőfúróval elért átlagos teljesítmény magasabb, mint az egytámaszúnál. Kétségtelen, hogy az átlagszám kialakulásában szerepe van a ténylegesen átha-



rántolt dolomitösszlet mechanikai tulajdonságainak, azonban mindkét eset nagyszámú adata mellett az összetétel hasonlósága feltételezhető. A megállapítás közvetlenül támaszkodhat azon kísérletekre, melyek az egy-, illetve kéttámaszú görgősfúrók üzemének összehasonlítására történtek. A mintegy 11 alkalommal megvalósult, egymást követő görgőcserénél — valószínű hasonló fúrhatóságú kőzetben — a kéttámaszú fúróval elért fúrési sebesség úgyszólván minden esetben magasabb volt. Az eltérés a fúrók szerkezetének különbözőségéből adódhat:

- A 2 m átmérőjű fúrón egytámaszú görgők esetén a görgőelemek száma 23, míg kéttámaszúnál 12. Ez utóbbinál a kőzetfelülettel egyszerre érintkező görgőfogak elhosszúsága  $\frac{2}{3}$ -a csupán az egytámaszú fúróhoz viszonyítva, így azonos fúróterhelés esetén az effektív fajlagos fúróterhelés arányosan nagyobb. Az ilyen értelemben átszámított fajlagos fúróterheléshez tartozó fúrési sebesség jobban beleilleszkedik a Morlan-diagramba, ill. saját méréseink alapján szerkesztett terhelés—sebesség összefüggésbe.
- A fúrési sebesség növekedését elősegíti a fogak által képzett kőzettörmelék nagysága. A kéttámaszú fúrógörgők átmérője 50%-kal nagyobb az egytámaszúakénál, így a közel



7. ábra: Közel azonos körülmények között, kemény dolomitból vett furadékminta egytámaszú (balról), valamint kettős befogású (jobbról) görgőkkel felszerelt fúrónál

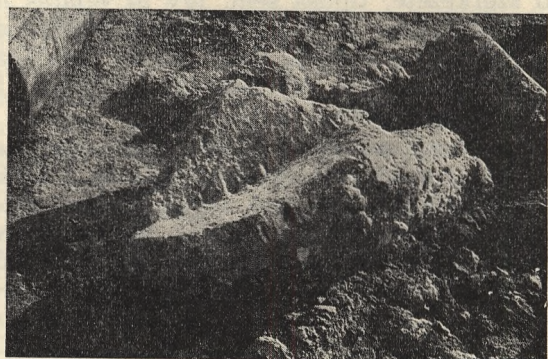
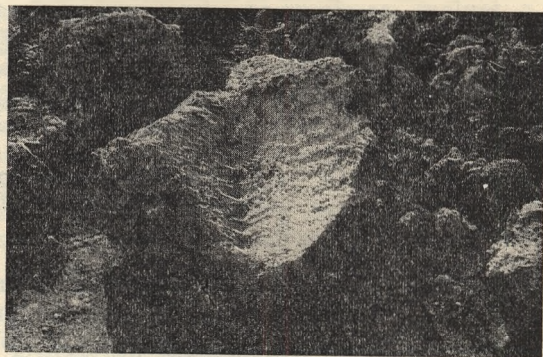
megegyező fogszám mellett a fogbehatolás elvi lehetősége is arányosan nagyobb. A kétfajta fúróval képződő szemcsenagyság méretét kemény dolomitban, azonos fúróterhelés mellett a 7. ábra jól érzékelteti.

### Ferdeség

A fúróterhelést adó, a fúró közvetlen közlébe koncentrált súlyosbítók tömörsége miatt kihajlás nincs, így az elferdülés megakadályozására a súlyosbítókat központosítása, vezetése a fő feladat. Általános szabályként a nagyátmérőjű fúrásoknál is elfogadott a  $\frac{2}{3}$ -os terhelési arány, de a ténylegesen alkalmazott fúróterhelés ennél általában kisebb. Különösen dolomitban jellemző, hogy a ferdülés nemcsak akkor jelentkezik, ha a fúró laza kőzetből keményebbe hatol, de fordított eset is előfordul

(9. ábra). Az alkalmazott vékonyhájú, de nagyátmérőjű beléscsövek merevsége miatt a fúrólyuk irányeltérése csak szűk határok között engedhető meg. Helyesebb, ha itt nem a fúrólyuk függőlegességéről beszélünk, hiszen egy 200 m-es mélységű fúrásnál a fúrólyuk talpának 1,16 m eltérése a függőlegestől csak 20°, azaz gyakorlatilag függőlegesnek tekinthető. Adott esetben a 2000 mm átmérőjű fúrólyuk és a beépített 1400 mm beléscső közötti gyűrűstér 300 mm, így ilyen mértékű, de ellentétes irányú eltérés már a beléscső súrlódását, esetleg elakadását jelentheti még akkor is, ha a külső merevítők és az egyes beléscsőelemek összehegesztéséből eredő pontatlanság hatásától eltekintünk.

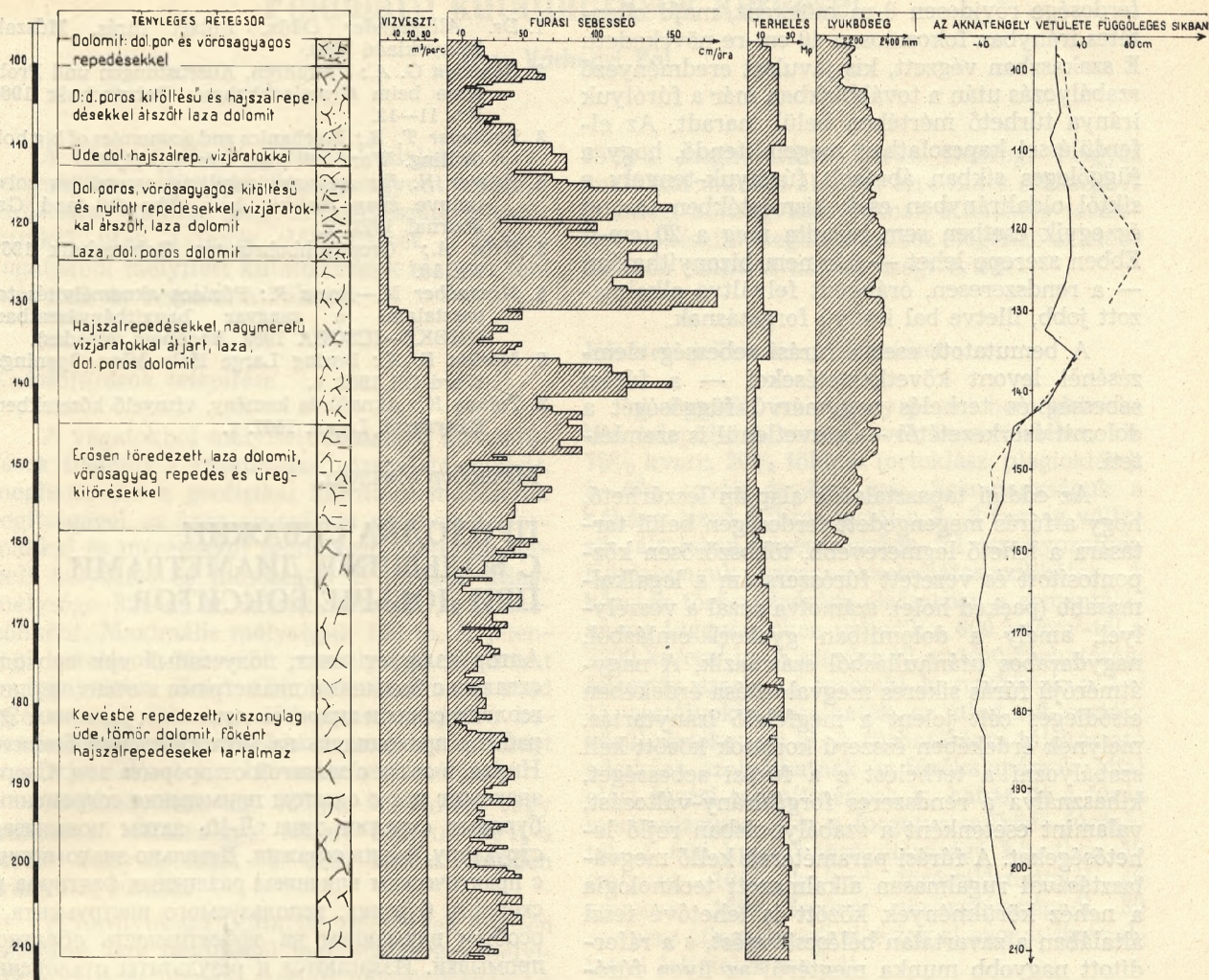
Nagyátmérőjű fúrásnál jellegzetes az irányeltérés hirtelen változása, amelyet számtalan ferdeségmérés és ezen helyeken beépítésnél a szerszám felülése is igazolt. E leggyakrabban dolomitban előforduló jelenség oka feltételezhetően az egyenlőtlen felületű karsztosodás, a vetőzónák zavart körzete, a fúrás szelvényén belül jelentősen eltérő mechanikai tulajdonságú kőzetek jelenléte, s együttes hatásként a fúró a könnyebben jöveszthető rész felé törekszik. A



8/a—8/b. ábra: A fúrólyukfalból származó, omlás következtében a talpra esett és markolóval kiemelt dolomittömb legnagyobb mérete megközelíti az 1 m-t. A fúrólyuk íve mellett jól látható a görgőfogak nyoma, másrészt a kemény tömb oldal- és hátfelületén a karsztosodott, breccsiás szövetű laza részek. A minta közvetlenül bemutatja a nagyátmérőjű fúrásban hirtelen bekövetkezett irányváltozást

hirtelen bekövetkező irányeltérésre — padképződésre — közvetlen bizonyítékként szolgál a 7. a—b. áran látható kőzetminta. Egyik fúrásban omlással kapcsolatos rétegnehezség elhárításánál markolóval 2,5 m-el a talp felett lévő





9. ábra A 15.sz. fúrás dolomit szakaszának jellegzetes adatai.

törmelék tetejéről kiemelt dolomittömb legnagyobb mérete 1 m-t meghaladja. Az 1800 mm-es fúróval fúrt lyukban végzett bőségmérés szerint a 2300 mm-re bővült szakaszból származott a kőzetdarab — mintegy 10 m-el magasabbról, mint az addig elért mélység. Megemlítendő, hogy 1,5 m-es mélységközben végzett ferdeségmérés itt 40 cm irányeltérést jelzett, s a fúrószerszám beépítésénél mindig elakadt és csak forgatással volt továbbjuttatható.

A hirtelen irányváltozás miatti nehézség már az első, L—10 fúróberendezéssel mélyített fúrásnál jelentkezett, ahol a 2500 mm-es fúrószerszámmal — még központozító nélkül — 56 m-ig mélyített fúrólyukban a 2100 mm átmérőjű beléscső 21 m-ben elakadt, s a beléscsövet szétdarabolva ki kellett építeni. A ferdeségméréssel is kimutatott irányeltérés leszabályozása után a beléscsővezetés nem ütközött különösebb akadályba.

Ezt követően került sor a fúrószerszám vezetését szolgáló központozító tervezésére, majd gyártására. Az időközben szerzett tapasztalatok felhasználásával a fejlesztés olyan megoldása látszott legcélszerűbbnek, melynél a központozító mérettartó hengerei mellett, ezek alatt elhelyezett fúrógörgők szabályozására is alkalmasak és a fúrólyuk falának egyenetlenségeit

csökkenteni tudják. A fúrólyuk iránytartására a legújabb szakirodalom a fúró felett koncentrált súlyosbító tömeg mellett a fúró fölé közvetlen és a súlyosbítókat végén elhelyezett központozítót ajánlja (4).

Tapasztalat szerint dolomitban ez a módszer nem vezet minden esetben eredményre, amint ezt a 9. ábrán bemutatott fúrás két központozító használata mellett mélyített szakasza bizonyítja. A 135 m elérése után végzett ferdeségmérés szerint a fúrólyuk tengelye 80 cm-es eltérést mutatott. A központozítók hatását itt valószínű a fúrással együtt fellépő jelentős szelvénynövekedés csökkentette, melyet a fúrás közben állandó utánhullás, omlás jelzett. E szakaszban a fúrólyukat egy meredek lefutású vetőzóna harántolta, melyet a folyadékvesztés ugrásszerű növekedése és az öblítés által kihordott kőzetminták is tanúsítottak. A kőzet fizikai paramétereiben bekövetkezett jelentős változás következtében a terhelés csökkentése ellenére a fúrási sebesség 40 cm/órától 150 cm/óra-ra növekedett. A nagymérvű elferdülést — mely a beléscsővezést eleve lehetetlenné tette — csak rendkívül időigényes szabályozással és erre a célra kialakított speciális oldalszabályozószerszámmal sikerült felére csökkenteni. A 158 m-ig történt továbbfúráskor — feltételezhetően egy



újabb rétegváltozás hatására — a fúróluk ferdesége rövidesen 0-ra csökkent, majd ellentétes irányban fokozatosan 40 cm-re növekedett. E szakaszban végzett, kis javulást eredményező szabályozás után a továbbiakban már a fúróluk iránya túrhető mértéken belül maradt. Az elferdüléssel kapcsolatban megemlítendő, hogy a függőleges síkban ábrázolt fúróluk-tengely e síktól oldalirányban csak kismértékben tért el és egyik esetben sem haladta meg a 20 cm-t. Ebben szerepe lehet — bár nem bizonyíthatóan — a rendszeresen, óránként felváltva alkalmazott jobb, illetve bal irányú forgatásnak.

A bemutatott eset a fúrési sebesség elemzésénél levont következtetéseket — a fúrési sebesség és terhelés nagymérvű függőségét a dolomit szerkezetétől — közvetlenül is szemlélteti.

Az eddigi tapasztalatok alapján leszűrhető, hogy a fúrás megengedett ferdeségen belül tartására a lehető legmerevebb, többszörösen központosított és vezetett fúrószerszám a legalkalmasabb (packed hole), számolva azzal a veszélylyel, amely a dolomitban gyakori omlásból, nagydarabos utánhullásból származik. A nagyátmérőjű fúrás sikeres megvalósítása érdekében elsődleges célt jelent a megfelelő iránytartás, melynek érdekében ésszerű korlátok között kell szabályozni a terhelést s a fúrési sebességet, kihasználva a rendszeres forgásirány-változást, valamint esetenként a szabályozásban rejlő lehetőségeket. A fúrési paraméterek kellő megválasztásával rugalmasan alkalmazott technológia a nehéz körülmények között is lehetővé teszi általában a zavartalan béléscsővezést, s a ráfordított nagyobb munka megtérül az ilyen fúrólukak átlagosnál lényegesen jobb vízhozamában.

1. Dr. *Alliquander Ödön*: Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó 1969.
2. *Bowman G. A.*: Verfahren, Ausrüstungen und Probleme beim Grosslochbohren. Bohrtechnik 1968. Nr. 11—12.
3. *Dellinger T. B.*: Mechanics and economics of big hole drilling. Word Oil 1965. Nr. 10, 11, 12.
4. *Hunter H. E.*: Advanced drilling assemblies solve unique snags in big hole. The Oil and Gas Journal 1972. 2.
5. *Krist A.*: Grosslochbohrungen. Bohrtechnik 1965. Nr. 10.
6. *Mecsnóber M.—Rosta F.*: Fúrások aknamélyítés tapasztalatai a magyar bauxitbányászatban. OMBKE—ICSOBA 1969. Budapest (előadás).
7. *Morlan E. A.*: Boring Large Hole Mine Openings. Word Oil 1962. 4.
8. *Tolnay K.*: Aknafúrás kemény, víznyelő kőzetekben. Bányászati Lapok 1967. 1.

Мечнобер Миклош:

## ПРОХОДКА СКВАЖИН С БОЛЬШИМИ ДИАМЕТРАМИ ПРИ ДОБЫЧЕ БОКСИТОВ

Автор излагает опыт, полученный при проходке скважин с большими диаметрами в очень трудных геологических и гидрогеологических условиях. Эти работы проводились на месторождении бокситов Нирад, в связи с защитой от прорыва вод. Сперва знакомит нас с опытом применения современных буровых скважин типа Л-10, затем показывает структуру, фации скважин. Детально знакомит нас с практическим влиянием различных факторов на скорость бурения, используемого инструмента, с особым вниманием на эффективность обратной промывки. Излагаются и результаты отклонения скважин в доломитах, затем о результатах работок, проводимых в целях избежания отклонений.



# Földalatti kutatófúrások kérdései

Írta: Várhegyi Pál

A Mecseki Ércbányászati Vállalat a tevékenységéhez szükséges ásványvagyonot külszíni fúrásokkal kutatja meg. A bányászati feltárásmunkák után a fejtés előkészítését, a feltárásvágatokból mélyített kutatófúrások alapján tervezi meg és végzi el a vállalat.

## Kutatófúrások telepítése

A vágatokból mélyített földalatti kutatófúrások feladata a kőzetmagok vizsgálata mellett, meghatározni a geofizikai karottázs módszerek segítségével az igen szeszélyes geometriai formákkal és méretekkel rendelkező ércetek térbeli helyzetét és minőségét. E fúrások átlagmélysége 32—46 m között változik bányamezőnként. Maximális mélységük 150 m. A jelenlegi kutatások 200—250 m mélységű fúrásokat is igényelnek. Ezért állították üzembe a svéd gyártmányú Diamec—250 típusú magfúró berendezést. A sok (évi többszáz km), kutatófúrást a szovjet GP—1 tip. berendezéssel mélyítik.

A fúrólyukak kb. 70%-a vízszintes, vagy különböző dőlésszöggel felfelé irányul; 30%-a lefelé irányul, tehát 0—360° között minden irányban fúrnak.

A fúrólyukakat kutatási szelvények mentén telepítik, egy felállásból legyezőalakban mélyítik, a kutatás igényei szerinti hálósűrűséggel. A kutatási háló sűrűségét (ércharántolási távolságokat) Bodrogi Frigyes geológus mérnök optimalizálta az adott települési és gazdasági feltételekből kiindulva. Jelenleg optimális hálósűrűségi értéknek a 9 x 9 m fogadható el. Ettől

95%-a megkutatásra kerül. Bodrogi Frigyes analitikai munkái alapján erre nincs szükség. A jelenlegi költségviszonyoknál, a lelőhely termelést előkészítő megkutatásához elegendő az előbbieken említett hálósűrűségi érték.

## Kőzetek jellemzése, fúrhatósága

A mecseki érclelőhely permi homokkövekben települt. A homokkövek összetételében kb. 75% kvarc, 20% földpát (ortoklász, plagioklász), 5—6% egyéb ásvány van. Szem nagyságuk a néhány tized millimétertől a 2—3 mm-ig változik, általában középszeműek, jól osztályozottak. Kötőanyaguk agyagos-karbonátos-szilikátos. A kőzetek törőszilárdsága elsősorban a cementálóanyag függvényében változik a 600 kp/cm<sup>2</sup>-től a 2800 kp/cm<sup>2</sup>-ig. A szovjet 12 osztású fúrhatósági felosztás szerint a mecseki homokkövek a 7—11. osztályokba sorolhatók, az átlag a 9. osztály körüli értéket éri el. A fúrhatóságra tájékoztató adatként szolgálhatnak a fúrókalapácsok által elért fúrési teljesítmények is, habár itt a fúrás mechanizmusa eltér a forgatva működő fúrásétól. A 600 kp/cm<sup>2</sup> törőszilárdságú kőzetben 50 cm/perc, 1000 kp/cm<sup>2</sup> törőszilárdságnál 40 cm/perc, 1500 kp/cm<sup>2</sup> törőszilárdságnál 30 cm/perc átlagsebességet értek el azonos üzemeltetési feltételek mellett.

A mecseki permi homokkövekre a viszonylagos nagy keménység mellett az igen nagy kopthatóhatás a jellemző. Ezt a szilikátos kötőanyag mellett, elsősorban a nagy tömegű kvarc és földpát jelenléte okozza.

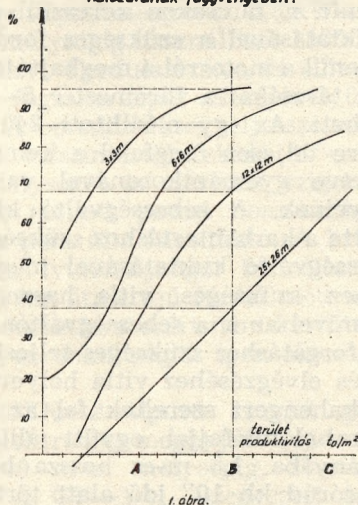
## Fúrési módszerek

A földtani fúrési kutatást az első időszakban kizárólag magfúrési módszerrel végezték. A lelőhely földtanilag nem volt eléggé ismert. Az első feltárt bányamező erősen tektonizált volta, az ásványosodás szeszélyessége megkövetelte a megbízható vágat- és fejtéstelepítés érdekében, a magfúrásból nyerhető maximális földtani adat mennyiséget.

A művelés előrehaladásával a nyert földtani információk általánosítása, a későbbiek során lehetővé tette a magfúrás részleges helyettesítését (10—15%) teljesszelvényű fúrással, melyben elegendő volt az érc helyének és minőségének meghatározása geofizikai módszerrel (fúrólyuk karottázssal).

A lelőhely mind teljesebb földtani megismerése, a geofizikai mérés-komplexum kifejlesztése, a gazdasági előnyökkel rendelkező teljesszelvényű fúrési módszer szélesebb körű bevezetésének előfeltételeit biztosította. Az 1967—1972. közötti időszakban a magfúrás :teljesszelvényű fúrás aránya gyökeresen megváltozott.

A kutatás hatékonysága, a kutatófúrások hálósűrűségének függvényében.



általában eltérnek, és 9 x 12,5 m hálósűrűséget alkalmaznak. A kutatófúrások hatékonyságát a hálósűrűség függvényében az 1. ábra szemlélteti. 3 x 3 m-es háló esetén az össz ércvagon



Jelenleg a földalatti kutatófúrások 92%-át teljesszelvényű fúrési móddal készítik, s mindössze 8% a magfúrás. A magfúrást elsősorban tektonikai kérdések tisztázására, a produktív réteg felépítésének vizsgálata céljából mélyítik, rendszerint a produktív rétegre merőleges irányban. A magfúrás — teljesszelvényű fúrás kedvező arányát fenn kívánják tartani, mert a rendelkezésre álló, kutatásra fordítható költséggel, ilyen módon lehetséges nagyobb tömegű, az ércesedésre vonatkozó földtani információt megszerezni.

### *Alkalmazott fúróberendezések*

A különféle követelményeket kielégítő, a nehéz üzemeltetési feltételeknek megfelelő fúrógép a szovjet gyártmányú GP—1-es berendezésnek a MÉV által saját igényeknek megfelelően továbbfejlesztett változata.

A kutatás első időszakában a GP—1-es berendezéseket eredeti gyári kivitel szerinti formában alkalmazták a szerszám ki- és beépítésére szolgáló vitla nélkül. A fúrószerszámot kézierővel építették ki-be, 50—60 m-es lyukak esetében is. A mélység növelésével 1960-tól a vitlak is folyamatosan alkalmazást nyertek.

A gyári GP—1. típus berendezés differenciálcsavaros lemezlamellás mechanikus előtolással rendelkezett, maximálisan 800 kp előtolóerővel. A vitla emelőképesége 565 kp volt. Fordulatszama 240, 440, 680 volt, előtolási hossza 400 mm. Fúrési mélysége 36 mm-Ø-vel 100 m, fúrási Ø 36, 46, 59, 76 mm. Meghajtómotor teljesítménye 4,5 kW volt.

A berendezés a kezdeti kisebb igényeket kielégítette (kis lyukmélységek, alacsony teljesítmények). A nagyobb mélységű kutatólyukaknál jelentkező fokozottabb igénybevétel a differenciálcsavaros előtoló lamellás szerkezete nem tudta kielégíteni. Az előtoló erő az előírt 800 kg-mal szemben 300—400 kg-ra esett vissza. Ez kedvezőtlen esetben (felfelé irányuló fúrásnál) a szerszám súlyát sem bírta tartani, s messzemenően nem tudta a koronára az előfúráshoz szükséges terhelést biztosítani (400—600 kg). Az előtolási sebesség is merev volt, a közettől függetlenül maximálisan 0,34 mm fordulatonként. Ez jól fúrható kőzetben kevésnek, nehezen fúrhatóban soknak bizonyult. A sebességváltóban a nagyobb igénybevétel miatt sorozatosak voltak a meghibásodások.

E hibák már a hagyományos keményfém-betétes fúrókoronák alkalmazásánál is előfordultak. A gyémántkoronák, de különösen a különböző típusú teljesszelvényű fúrófejek által követelt magasabb követelményeket a hagyományos gyári előállítású fúrógép nem tudta biztosítani.

A kívánatos követelmény 200—500 ford./p, 400—2000 kg talpterhelés volt.

E követelmények közül a teljesszelvényű fúrás mennyiségének növekedése miatt a talpterhelés biztosítása volt az elsődleges. Ezt a feladatot a ZIF-fúrógépek analógiája alapján, a meglévő GP—1-es berendezésekre felszerelhető

hidraulikus előtolófej megtervezésével és legyártásával oldották meg 1967-ben. Az elkészített hidraulikus rendszer 2 fő részből áll:

- hidraulikus tápegység csillealvázra szerelve vezérlőberendezéssel és tartállyal;
- két munkahengerből összeépített hidraulikus előtolófej.

A hidraulika-rendszert beszerzési nehézségek miatt az első időszakban szovjet, csehszlovák és NDK hidraulika-elemekből építették össze. Üzembiztonság és üzemeltetési szempontból a szovjet—NDK elemekből (szovjet hidraulikaszivattyú, vezérlőberendezés, NDK munkahenger) összeállított berendezések bizonyultak a legjobbnak. Jelenleg ezt a változatot gyártják mind saját részre, mind a megrendelő társvállalatoknak.

A 16 l/perc teljesítményű hidraulikaszivattyú lehetővé teszi a manipulációs munkafolyamatok gyors elvégzését, maximálisan 2400 kp előtoló erő elérését, 4,5 kW energia felhasználásával. A GP—1 hidraulikus előtolófej a korábbi 40 cm-rel szemben 50 cm-es előtolási hosszat biztosított. A fúrórudazat rögzítése a forgatóhüvelyben a befogófej két csavarjával kézierővel történt minden 50 cm előfúrása után igen nehéz fizikai munkával, esetenként 2—3 perces időfelhasználással. E munka megkönnyítése és gyorsabb elvégzése érdekében kúposékes befogófejet készítettek, amellyel minimális erő- és időráfordítással végzik el az újrafogás műveletét.

A fúrándó rétegek, az alkalmazott fúrószerszám típusok kialakulása lehetővé tették a fordulatszám-szabályozási technológia egyszerűsítését. A keményfém-betétes fúrókoronák és teljesszelvényű fúrófejek 200—300 ford/perc, a gyémántkoronák 400—500 ford/perc mellett dolgoztak a leggazdaságosabban. Ez és a sebességváltók sorozatos meghibásodása szükségessé tették a sebességváltó kiküszöbölésével, egyszerűbb megoldással biztosítani, a fenti fordulatszámot. Az egyszerű megoldásnak a két különböző átmérőjű cserélhető ékszíjtárcsa alkalmazása bizonyult. E tárcsákon keresztül a sebességváltó kiiktatásával a szükséges fordulatszámot közvetlenül a motorról a meghajtótengelyre adták át. A tárcsákat a fúrómester 5—10 perc alatt cserélheti. Az így előállított 240, illetve 440 ford/perc teljesen megfelel a keményfém-betétes, illetve gyémántkoronával való fúrás követelményeinek. A sebességváltó kiiktatása lecsökkentette a karbantartáshoz szükséges időt.

A sebességváltó kiiktatásával megszűnt a ki-beépítéshez szükséges vitla használatának lehetősége, mivel az is a sebességváltón keresztül kapta a forgatáshoz szükséges teljesítményt. A ki-beépítés elvégzéséhez vitla helyett hidraulikus munkahengert szereltek fel az előtolófejre. Ez az előtolófejjel együtt állítható a fúrólyuk irányába. 1,5 m-es hossza biztosítja 1,5 m-es fúrórud kb 10" idő alatt történő ki-beépítését. A hidraulikus előtoló és ki-beépítő rendszer előnyei mellett tűrhetőbbé teszi a fúrás kivitelező személyzet munkakörülményeit. A távirányítás lehetősége miatt nem szükséges az előtolófejet közvetlen kezelni, ami különösen



a felfelé irányuló fúrásoknál állandó átázással járt együtt.

A GP—1-es berendezés fentiekben vázolt továbbfejlesztése többszörözte a gép teljesítményt, s megkönnyítette a géppel dolgozó személyzet munkáját. A berendezés energiafelvétele a hagyományos gyári változattal szemben 9 kW-ra emelkedett. Az elvégzett ellenőrzőszámítások és a gyakorlat ezt az energiaigényt indokolta.

Fejlesztési igényként jelentkezik még az így kialakított GP—1-es berendezéseknél a rudazat össze- és szétcsavarásának gépesítése. Elvi elképzelések már vannak. A feladatot valószínűleg még az 1973-as évben megoldják

*A földalatti fúrásnál kipróbált egyéb fúrógépek*

**BA—100, NKR—100.** Mindkét fúróberendezés szovjet gyártmányú. Közös jellemzőjük a 86 mm külső átmérőjű perforátor, melyet 50 mm Ø fúrórudazattal építenek be. A perforátorok 7—9 mkp felületi teljesítménnyel, sűrített levegő—víz keverékkel dolgoztak. Kőzetbontó szerszámként 105. illetve 130 mm Ø-ű elővágóéllal rendelkező 3-élű fúrófejet használtak. A szerszám forgatását és talpranyomását elektromotor végezte.

A gépek viszonylag jól szerelhetők, könnyen kezelhetők, de a GP—1-nél nagyobb a helyigényük. Vizen és villamosenergián túlmenően sűrített levegőre is szükségük van. A fúrófej beszerzési ára és fajlagos felhasználása igen magas (15—20 m/db; 2200 Ft/db). A berendezésekkel mélyíthető lyukak mélysége 50 m, teljesítménye 3—5 m/óra (tisztá fúrási időben). A berendezések a kutatófúrások igényeit nem elégítették ki.

**Szek—1, EBG** típusú fúrógépek szovjet gyártmányú, igen könnyű (100—110 kg) hordozható berendezések. Könnyített vázkeretre, vagy támaszra szerelhetők. A Szek—1 különösen kiválik a méreteihez, energiafelvételéhez viszonyítva leadott nagy teljesítményével. 3,8 kW-os motorjával 25 m mélységig használható 1500 kp talpterhelés mellett. Fordulatszama és előtolási sebessége egy fogaskerékpár cseréjével 6 fokozatra állítható. A berendezéssel teljesszelvényű fúrási móddal a vízszintestől felfelé 45°-os irányban 138 m mélységet is elértünk szigorú műszaki felügyelet mellett permi homokkőben. Ez az eredmény nem általánosítható. A berendezések a 25 m-es lyukmélységet biztosították teljeszselvényű kis átmérőjű fúrási mód mellett. Általános bevezetésre ezért nem kerültek. Beszerzési árak és önköltségük igen alacsony.

A BSZK—2 típusú szovjet gyártmányú fúrógép elektromos meghajtású, hidraulikus előtolású, 100 m-es mélységig. Fúrási átmérők azonosak a GP—1-el. Szerkezeti felépítésben hasonlít a ZIF-családnak. Üzemi próbákon nem érte el a továbbfejlesztett GP—1-es berendezés eredményeit. Hidraulikus előtolása nem biztosította az általunk alkalmazott teljesszelvényű fúrófejhez szükséges erőt. Nem biztosítható a

vertikális síkban a 0—360°-ban bármely kívánt szögben való fúrás. Rögzítéséhez alap szükséges. Mozgathatósága lényegesen alatta marad a GP—1-nek. Az összehasonlító elemzés során az átalakított GP—1-es berendezés előnyösebbnek mutatkozott.

Végül meg kell jegyezni néhány házilagos kivitelezésben készült, kismélységű fúrások lemélyítésére alkalmas konstrukció eredményeit.

Elsőként kell említeni az MFR 332 típusjelű, sűrített levegő-meghajtású, kis súlyú, 26,8 m átlaglyukhosszat produkáló berendezést. Könnyen fúrható kőzetekben teljesítménye elérte a 16,3 fm/fő/műszak teljesítményt, teljesszelvényű fúrási móddal.

Az előző berendezésnek másik változatát hidraulikus előtolással, nehezebben fúrható kőzetekben, most vezetnek be. Különlegessége, hogy az előtoláshoz szükséges hidraulikus energiát az öblítővíz-hálózatban levő nyomásból veszi. Munkahengereit úgy méretezték, hogy 6 at hálózati nyomás mellett is 1500 kp-os talpterhelést tud biztosítani. A gép súlya, szerkezeti felépítése biztosítja a hordozhatóságot, még nehéz földalatti viszonyok mellett is. Kezelése biztonságos, egyszerű, A kísérleti példány teljesítménye meghaladta az MFR 332 típusú gépét.

Az érctermelés irányítását közvetlenül elősegítik a szovjet fúrókalapácsokkal, perforátorokkal mélyített teljesszelvényű fúrások. Orsómenetes közcsavaros csatlakozású fúrószárral üzemelnek, esetenként 30 m-es lyukmélységig. Fm/fő/műszak teljesítményük, Ft/fm költségük kedvezőbb, mint a GP—1-es berendezéseké. A telepítésük helyigénye minimális.

*Diamec—250 típusú berendezés*

A vállalat nagymélységű (250—350 m) földalatti kutató fúrólyukak mélyítésére vásárolta a svéd Atlas—Copco cégtől. A fúróberendezés műszaki színvonala az adott kategóriában jelenleg a világszínvonal felett áll. Könnyű, kis helyigényű, hidraulikus meghajtású és vezérlésű. A fúrás alapműveletén túlmenően minden kiegészítő művelet gépesített, könnyen, gyorsan kivitelezhető. Fordulatszama 0—2100 ford/perc fokozat nélkül szabályozható, előtoló ereje ugyancsak 0—2400 kp-ig állítható be. Rudazata alumíniumból készült acél közcsavarokkal. Lyukátmérőt a 46 mm-es gyémántkorona határozza meg. Vibrációmentes üzeme már az első időszakban megkészszerzte a gyémántkoronák élettartamát. A gép kezelése kis gyakorlattal elsajátítható, de nagy figyelmet, körültekintést és fúrási tapasztalatot igényel. A fúrási, ki-beépítési munkáknál 1 fő elegendő a berendezés kiszolgálására. A gép tényleges teljesítményére és költségeire még megbízható adatok nem állnak rendelkezésre.

*Fúrószerszámok*

A GP—1-es berendezéseknél, fúrókalapácsoknál, perforátoroknál, a vállalat által kialakított kis fúrógépeknél szovjet szabvány szerinti



fúrórudakat, magcsöveket és koronákat alkalmaznak.

A fúrórúd 33,5 mm Ø-jű, közcsavaros csatlakozású, 1,5 m-es hosszban készül. Meneteit többszörösen felújítva, 30 mm Ø-ig használják. Magcsövek felhasználása fokozatosan csökken a teljesszelvényű fúrási mód előtérbe kerülése miatt. Az alkalmazott Ø 34, 44, 57 és 73 mm.

Magfúró koronák két változatát használják: keményfémbetétes és gyémántkoronák.

A keményfémbetétes koronákat a korábbi szabványtól eltérő kivitelben alkalmazzák. A korona külső ajakperemén a korábbi 3 helyett 4 db keményfémtüskét, a belsőt pedig csak 2 db keményfémtüskét helyeznek el. E változással a korona élettartama kb. 30%-kal növekedett az ár változtatása nélkül. A konstrukcióváltoztatást abból a megfontolásból kiindulva hajtottuk végre, hogy a külső peremen nagyobb kőzettérfogat forgácsolásához nagyobb tömegű keményfémbetét szükséges, a belső peremen pedig kevesebb is elegendő.

Jelenleg a keményfémbetétes koronákat a könnyebben fúrható (VIII. kategóriáig) kőzetekben használjuk. A keményebb kőzetekben előnyösebb szovjet gyémántkoronák alkalmazása.

A földtani kutatófúrásokhoz jelenleg kizárólag szovjet gyémántkoronákat alkalmaznak 36, 46, 59 és 76 mm-es átmérővel.

Korábban az A5, jelenleg az MB—3M, MB—3 jelű koronátípusokkal fúrnak. E koronákban, szovjet megjelölés szerint többsoros elrendezésben helyezkednek el a gyémántok. Lényegében az impregnált koronátípushoz hasonlítanak. A gyémántok szemcse nagysága 60—90 db/karát, a matrica keménysége 30—35 Rockwel. Kőzeteinkhez ennél nagyobb matricakeménység megfelelőbb lenne. E koronák gazdasági hatékonyság tekintetében felveszik a versenyt a nyugati cégek gyémántkoronáival. A gyémántkoronák élettartama 20—25 fm/db.

A teljesszelvényű fúrást is két változatú keményfémbetétes fúrófejjel végzik. Az első jól fúrható kőzetekben használják. Formája teljesen azonos a halfarkú vésőével. Vágóéle osztott — 2 db VK—8 minőségű keményfémbetétből van kialakítva 46 mm Ø-*re*.

A teljesszelvényű fúrófej e típusát kiszorította 1967-től a Szovjetunióból származó úgynevezett „nagy törésű” 41 mm Ø-jű véső (Kirgiz). Vágóélként 4 db negatív élszöggel rendelkező VK—8 minőségű keményfémbetét-lapkát építettek bele. Különlegessége e vésőnek egyrészt a negatív élszög, másrészt az osztott lapkák elhelyezése. E lapkák a kőzettérfogatnak mindössze 40%-át forgácsolják, a többit törik.

A forgácsolás igen intenzív még a kemény kőzetekben is, mivel a negatív élszögű, mindössze 4 mm élhosszúságú lapkákra 400 kp terhelés is adható. Ez meghaladja a törőszilárdságát a permi homokköveknek. A véső 1600 kp-al terhelhető. Teljesítménye jól fúrható kőzetekben eléri az 1,0—1,3 fm/percet is, de a kemény, nehezen fúrható kőzetekben is messze meghaladja bármely korábban alkalmazott fúrószerszámét. Fordulatszámigénye 150—300 ford/perc.

Élettartama a fúrt kőzetek függvényében 16—32 fm/db.

Lényeges módosítás a Mecseki Ércbányászati Vállalatnál, hogy minden kőzetfúró szerzámot 0,2—0,5 mm széles éllappal (tompítással) látnak el. Következetes végrehajtása a keményfémbetétes fúrószerszámok élettartamát 30—40%-kal megnöveli úgy, a forgatva, mint azt ütve-fogatva működő fúróberendezéseknél.

#### *Fúrési műszaki adatok*

A fúrési műszaki adatokat a kőzetviszonyok, a rendelkezésre álló fúróberendezések, az alkalmazott vágószerszámok függvényében igyekeztek kialakítani.

Az átalakított GP—1-es berendezések 2400 kp terhelést tudnak kifejteni 240, illetve 440 ford/perc mellett.

A keményfémtüskével ellátott magfúrókoronákat átmérő függvényében 400—720 kp-al terhelik, 240 ford/perc és 50—100 l/perc vízöblítés mellett.

Öblítésre kizárólag a bányauzemek csőhálózatából kapott vizet használják. A víz a fúrás-hoz szükséges nyomással rendelkezik.

A nagy törésű vésőket (Kirgiz) 1200—2000 kp terhelés, 240 ford/perc, 80—100 l/perc vízöblítéssel üzemeltetik. A „kirgiz” elnevezést a Kirgiz Tudományos Akadémiáról kapta a véső, ahol megalkották. Az akadémia munkatársai mutatták be, az első kísérleti fúrást közreműködésükkel hajtották végre a MÉV-nél is.

A gyémántkoronákat 1000—1200 kp terhelés, 440 ford/perc, 40—80 l/perc vízöblítéssel használják. A fordulatszám további növelésének egyelőre határt szab az intenzíven jelentkező vibráció.

#### *Szervezési intézkedések*

A földalatti kutatófúrások műszaki fejlesztésével azonos időben folyamatosan hajtották végre az alábbi szervezési intézkedéseket.

Az intézkedések végrehajtásánál két szempontot kellett folyamatosan figyelembe venni:

- a) a földalatti munkahelyek telepítésére vonatkozó biztonsági előírásokat;
- b) a műszaki fejlesztés következtében megkönnyített munkafolyamatok biztonságos elvégezhetőségének lehetőségeit.

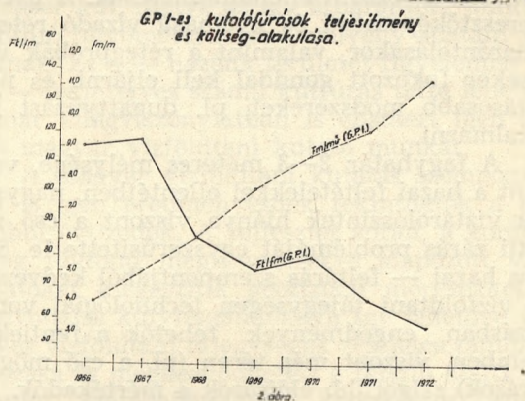
Az a) pont szerint földalatti munkahelyre legalább 2 fő telepítendő. A b) pont szerint az adott esetben a fúróberendezés üzemeltetéséhez 1 fő, a fúrómester is elegendő.

A két szempont egyeztetése érdekében a kutatófúrásokat a földtani szolgálat úgy tervezte, hogy látó-, illetve hallótávolságon belül legalább 2 fúróberendezés legyen telepíthető. Így lehetővé vált 2 berendezés 2 fővel, vagy nehezebb körülmények között 3 fővel való üzemeltetése. Ma már igen ritka az 1 gép/2 fő műszaki telepítési rend.



A Mecseki Ércbányászati Vállalat fúrási-, geológiai-, geofizikai-, gépészeti műszaki szakembereinek, de nem utolsó sorban a földalatti kutatófúrásokat kivitelező fúrómestereinek, fúrószakmunkásainak közös tevékenységének eredményeit a 2. ábra grafikonja mutatja be igen szemléletesen.

Az 1960-as évek elején 2,5—3,2 fm/fő/műszakos teljesítmény az 1972. évben vállalati átlagban elérte a 11,8 fm/fő/műszak teljesítményt.



A fm/gép/hó mutató a 400—500-as értékről az 1200—1500-as értékre emelkedett. A rekordteljesítmény ennek csaknem kétszerese, 2752 fm/gép/hó.

A Ft/fm költségek a felére csökkentek. Így lehetővé vált, hogy ugyanazon összegből a földtani szolgálat megbízhatóbb képet tudott adni a bányász kezébe.

Megoldatlan probléma még a kis átmérőjű fúrólyukak ferdeségének mérése, illetve a tervezett irány megtartása. Az 1973-ban beszerzésre kerülő 38 mm külső átmérőjű ferdeségmérő, teljes regisztrálást nem fog biztosítani, de az általános fúrólyuk-elferdülési tendenciákat bányamezőnként tisztázni fogja.

A földalatti kutatófúrások műszaki fejlesztése és szervezési megoldások bevezetése terén kifejtett tevékenységben különösen kivált a III. sz. bányáüzemből: Kocsor Ferenc üzemvezető, Wirth Béla főfúrómester, Bettiol József lakatos, Tóth Mihály fúrómester.

## ВОПРОСЫ ПОДЗЕМНОГО РАЗВЕДОЧНОГО БУРЕНИЯ

В статье изложены вопросы улучшения и опыт подземного разведочного бурения в условиях Мечекского горнорудного предприятия. Во вводной части дается краткая характеристика пород по их минералогическому составу и буримости.

В последующих частях статьи приводятся обоснования преимуществ сплошно-забойного бурения над керновым бурением. Кроме того описаны выполненные, в процессе работы, усовершенствования станка ГП-1, которые позволили резко повысить его эффективность. Эти усовершенствования сводятся, в основном, к следующему:

1. Применение гидравлической подачи бурового инструмента в замен дифференциально-винтовой подачи;
2. Использование в замен лебедки, гидравлического цилиндра для спуско-подъемных операций;
3. Замена коробки скоростей двумя парами шкивов;
4. Увеличение мощности привода станка вдвое, за счет установки дополнительного мотора на гидравлической системе.

Наряду с этими в статье даются краткая характеристика испытанных на подземном бурении станков различных типов и результаты этих опытов, выводы из которых говорят о том, что эти станки, несмотря на их высокие технические характеристики, в условиях Мечекского горно-рудного предприятия, мало эффективны для разведочного бурения.

Также приводится характеристика буровых инструментов, коронок и режимные параметры бурения. В заключении даются организационные мероприятия по улучшению буровых работ и описываются достигнутые технико-экономические результаты всего комплекса проведенных работ на подземном разведочном бурении.

Основным достижением этого комплекса работ является полученный рост производительности труда на подземном разведочном бурении втрое и достигнутое при этом снижение себестоимости этих работ на 50%.



# Kútépítési technológiánk néhány időszerű kérdése\*

Írta: Dr. Pataki Nándor

## Bevezetés

A vízkutatási programok gazdaságos megvalósítása és a meglévő kapacitások optimális kihasználása szempontjából a hatékony technológiáknak döntő jelentőségük van. A kútépítési tevékenység során ugyanis az a feladatunk, hogy a követelményeknek megfelelő fúrási és béléscsovezési technológiával, majd az ezt követő kútkiképzéssel biztosítsuk a rétegadottságok optimális hasznosítását. Ezen belül gazdaságossági feltétel a termelékeny, gyors munkavégzés, viszont minőségi követelmény a felhasználási célnak megfelelő homokmentes vízszolgáltatás.

A kútépítési munka során tehát egyidejűleg sok feltételt kell kielégítenünk, és a sikeres megoldás mindenképpen feltételezi a gondos előkészítést és tervezést. Így nem mellőzhetjük a korábbi vízfeltáró tevékenység kapcsán szerzett vízföldtani adatokat sem, vagy azok hiányában esetleg igen nagy költséggel kutató fúrásokat kell lemélyíteni. Ebből is látható, hogy a rendszeres vízföldtani adat gyűjtésének — a perspektivikus vízfeltárást szem előtt tartva — óriási a jelentősége.

Nehézséget okoz, hogy általában több száz méter mélységű fúrásokkal feltárt, nyomás alatti víztároló réteget kell megcsapolni. Így megfigyelő kúthálózat kiépítésétől — gazdaságossági szempontok alapján — általában el kell tekintenünk. A gyakorlati kivitelező munkában tehát legtöbbször csak egy kútban végzett méréseken, megfigyeléseken és a nyert adatok grafikus, vagy matematikai feldolgozásán alapuló eljárásokat vehetjük figyelembe. A tudományos alapon kialakított kúthidraulikai elvek alkalmazása a gyakorlati technológiában tehát döntő módon elősegítheti a vízkutatási és kútépítési munka hatékonyságát.

Igen lényeges, hogy a vízkutatásban és kútépítési technológiai fejlesztéskor messzemenően figyelemmel legyünk az adott vízföldtani feltételekre. Az elmúlt évtizedekben egyre világosabbá vált, hogy a mélységi vízkinccsel való helyes gazdálkodás és a gazdaságos vízellátás követelményei csak akkor elégíthetők ki, ha az adott vízföldtani viszonyoknak minden vonatkozásban megfelelő technológiával dolgozunk.

Számos példa bizonyítja viszont, hogy adott vízföldtani viszonyok alapján kifejlesztett technológia gépies alkalmazása más feltételek között nem mindig biztosíthat kielégítő eredményt. Erről kellett pl. a magyar szakembereknek megbizonyosodniuk más országokban végzett vízkutatási munkák során. Így jó példa erre többek között Mongólia, ahol a magyar szakem-

berek vízkutatási tevékenysége immár évtizedes múltra tekint vissza. A gyakorlatilag önálló vízföldtani egységet képviselő, zárt, nagykiterjedésű völgyekbe települt vízadók speciális követelményeket támasztanak. A vízkitermelés szempontjából optimális nyomású vízadórétegeket kijelölő fúrási pontok kitűzésekor nem nélkülözhetők a felszíni ellenállásmérések. A gyenge áteresztőképességű és nyomású vízadó rétegek átharántolásakor, valamint a rétegpróbák végzésekor fokozott gonddal kell eljárni, és néha hatásosabb módszereket, pl. dugattyúzást kell alkalmazni.

A fagyhatár 2—3 méteres mélysége, valamint a hazai feltételekkel ellentétben, nagyszámú víztárolószintek hiánya viszont a cső mögötti zárás problémáját egyszerűsítette le. Számos hazai — feltárás szempontjából kedvezőbb — vízföldtani tájegységen technológiai vonatkozásban engedmények tehetők a fentiekkel szemben, viszont más téren (pl. a cső mögötti zárások) szigorúbb előírások a mértékadók.

Adott esetben a leghatékonyabban alkalmazható módszereket a vízföldtani feltételeken túlmenően, természetesen gazdaságossági szempontok határozzák meg. Eredményes munkát csak az összes mértékadó tényezők — a vízadó réteg szerkezeti és áramlási viszonyai, a feltárás mélysége és módszere stb. — összehangolt vizsgálata és komplex technológiai módszerek alkalmazása biztosíthat.

A magyar medence vízföldtani felépítése igen változatos, így a mélységi víz tárolási, nyomási és egyéb jellemzőitől függően a feltárás technológiája, a kút szerkezeti méretei, kiképzés módja is igen sokféle lehet.

Jelen közlemény keretében elsősorban a feszített tükrű víztárolók megcsapolására irányuló kutató és feltáró fúrások néhány tervezési és technológiai kérdésével kívánok foglalkozni. Ezzel kapcsolatban hivatkozom lapunk 1970/3—4. számában „Korszerű fejlesztési irányzatok a hazai kútépítésben” címen megjelent hasonló tárgyú tanulmányomra.

## 1. Vízföldtani adottságok és a vízfeltárási technológia kapcsolata

Vízkutatási és -feltárási technológiánk kialakulása szempontjából a hazai vízföldtani adottságoknak meghatározó jellege, döntő jelentősége van. Ebben a vonatkozásban feltétlenül ki kell emelnünk a legfontosabb víztárolók szerkezeti felépítését, mélységbeni elhelyezkedését, a sajátos utánpótlódási és nyomásviszonyokat, valamint, és nem utolsósorban, a geotermikus gradiens terén jelentkező anomáliákat. Általában megállapíthatjuk, hogy a mélységi vizek hasznosítása szempontjából lehetőségeink — világviszonylatban is — igen kedvezőek. Az elmúlt évtizedekben azonban egyre világosab-

\*Szemelvények a Nemzetközi Hidrológiai Továbbképző Tanfolyam keretében elhangzott előadás anyagából.

Budapest, 1972.



bá vált, hogy a mélységi vízkinccsel való helyes gazdálkodás és a gazdaságos vízellátás követelményeit csak akkor tudjuk jól kielégíteni, ha az adott vízföldtani adottságoknak minden vonatkozásban megfelelő technológiával dolgozunk.

Hazánk vízföldtani megismerésével a múlt század közepén kezdtek el rendszeresen foglalkozni. Ez az időpont így kb. egybeesik a mélyfúrással történő vízfeltárás első sikeres hazai próbálkozásával. Ezt azért kell külön kihangsúlyozni, mert jelenlegi vízföldtani ismereteink elsősorban az azóta lemélyült, több mint félszáz ezer kút, illetve az így átharántolt, mintegy 4 millió folyóméter fúrású szelvény adatain alapulnak. Ez a — hazánk területét figyelembe véve — tekintélyes számú kút fúrása tette lehetővé a már világviszonylatban is elismert igen alapos magyar vízföldtani kutató munkát.

A magyar vízföldtani kutatás szempontjából is igen eredményesnek tekinthetők a legutóbbi évtizedek. A fejlesztés során, a korábbi, főleg földtani megfigyelésekre alapozott vizsgálatokat kiegészítik geofizikai mérésekkel és színvonalas kútvizsgálatokkal. Így lehetővé vált egyes vízföldtani tájegységek részletes tanulmányozása és megkezdődhetett a felszín alatti vízkészlet számbavételével kapcsolatos kutató munka is. Általánosságban ma már megállapítható, hogy jelenlegi vízföldtani ismereteink megfelelő alapot biztosítanak a gazdaságos minőségi vízfeltárással kapcsolatos tervezői és kivitelezői tevékenységhez.

Hazánk vízföldtani felépítéséből látható, hogy a felszínalatti vízbeszerzési feltételek igen sokoldalúak és változatosak. A különböző tájegységekben, a területre jellemző szerkezeti változások és egyéb geológiai felszínformáló hatások eredményeként, a vízfeltárás terén más-más követelményekkel állunk szemben. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy az alkalmazott technológia vonatkozásában igen átfogó, megalapozott műszaki szemléletre van szükség.

Az elmúlt évtizedekben szerzett vízfeltárási tapasztalatok alapján a hazai vízföldtani adottságokból levonható lényegesebb következtetéseket az alábbiakban foglalhatjuk össze:

- a mélységi vizek hasznosítása terén döntő módon előtérbe kerül a nyomásalatti, porózus víztárolók megcsapolása,
- a világviszonylatban is alacsony geotermikus gradiens sajátos feltételeket biztosít a hévíz feltárára,
- a sajátos települési, szemcseszerkezeti és nyomásviszonyok miatt az alkalmazott fúrású technológiát is az adott feltételeknek megfelelően kell kialakítani. Előtérbe kerül az öblítéses rotari fúrású eljárás alkalmazása,
- az ivóvízfeltárás általános mélységhatára a 300—500 méter, termálfeltárásnál 2000—2500 méter. Tehát közép- és nagymélységű fúrások gazdaságos, termelékeny lemélyítése a feladat,
- a kutak viszonylag nagy mélysége miatt az átfúrt rétegsor értékelése, vizsgálata különleges eljárások és módszerek alkalmazását teszi szükségessé, így

geofizikai mérések,  
mélységi mintavételek,  
kútvizsgálatok,

- a nagy mélység és változó rétegviszonyok miatt a cső mögötti zárási problémák megoldása speciális módszerek alkalmazását követeli meg, így: palást-cementezés, tömszelence-kiképzés,
- a porózus összletek a szűrőszerkezetek vonatkozásában is különleges követelményeket támasztanak,
- a változatos vízföldtani felépítés miatt a vizek kémiai összetétele is igen sokféle. Vizhasznosítási szempontok alapján a tervezésnél erre feltétlenül figyelemmel kell lenni, így: korrózióvédelem, mélységi mintavétel, műanyagcsövek alkalmazása, stb.,
- a szakaszos tisztítószivattyúzást ki kell egészíteni különféle rétegkezelési eljárással, mint pl. rétegmosás, savazás; különleges fúróiszap alkalmazása stb.,
- a hazai vízföldtani viszonyok között az elméleti kúthidraulikai módszerek gyakorlati alkalmazásában előtérbe kerülnek a nem permanens áramlási feltételek alapján kidolgozott eljárások.

A fentiekben természetesen csak a főbb megállapításokra szorítkoztam. Az utóbbi évtizedekben az említettek alapján lényegesen módosították a mélységi vízkutatásnál és feltárásnál alkalmazott fúrású technológiát. A víznél nehezebb öblítőfolyadék általános bevezetése a földtani kutatás szakembereit egyrészt új feladatok elé állította, másrészt korszerűbb kutatási módszerek fejlesztésére nyújtott új lehetőséget. A korábban — sokszor igen gazdaságtalan, költséges módon nyert — magminták és furadékminták vizsgálatán alapuló módszereket ma már igen hatékonyan kiegészítik a korszerű eljárással végzett utólagos mintavételek, elektromos PS. és ellenállás szelvényezések, továbbá korszerű áramlásmérő és rétegnomásmérő műszerekkel végrehajtott kútvizsgálatok. Ez természetesen szükségessé tette a vízkutatás és vízfeltárás területén érdekelt összes szakterületet mind szorosabb kapcsolattal, más új ágazatok fejlesztését. Viszont nagymértékben elősegítette vízföldtani ismereteink bővítését és a felszín alatti vízkincs gazdaságos hasznosítását.

Vízkutató és -feltáró fúrások tervezésekor és kivitelezésekor, adott esetben a legtermelékenyebben és leggazdaságosabban alkalmazható fúrású eljárások és fúróberendezések megválasztásához, az alábbi 3 főbb szempont az irányadó:

- az adott terület földtani szerkezeti felépítése,
- fúrású mélység,
- a feltárófúrás, illetve a víztermelő kút szerkezeti méretei.

Az említett három tényező közül legmeghatározóbb jellege a rétegszerkezeti sajátosságoknak van, hiszen a másik két tényező a fúrású mélység, illetve a kútszerkezet ennek szoros függvénye.

Jelenleg fejlődéstörténeti, mélyszerkezeti és közettani alapon, valamint felszínalaktani te-



kintetben mintegy 53 vízföldtani tájegységet különböztetünk meg.

Arra természetesen nem vállalkozhatunk, hogy a vízfeltárási technológia vonatkozásában is ilyen részletes osztályozást munkáljunk ki.

Az általánosan elfogadott tájegység és kor szerinti vízföldtani osztályozás figyelembevételével a hazai víztárolókat azonban alapvetően két csoportba — hasadékos, karsztos és porózus víztárolók — sorolhatjuk. Megjegyezném, hogy a hazai vízbeszerzés szempontjából legjelentősebbek a harmad és negyedkori porózus víztárolók. Az elkészült kutak mintegy 70%-a mélyült az említett korú és szerkezetű rétegekben.

A fenti csoportosítás rétegszerkezeti sajátosságokon túlmenően hidraulikai, fúrás-technikai és kútszerkezeti szempontból is éles választóvonalakat jelent. Továbbá minden vonatkozásban lehetőséget nyújt egy átfogó, a különböző technológiai műveletek szerinti, osztályozásra. Ezzel kapcsolatban az alábbi összeállításban mutatok be néhány példát, ahol természetesen csak a leglényegesebb munkafázisok és kútszerkezeti elemek szerinti osztályozást végeztem el.

Az adott vízföldtani viszonyok és feltételek alapján a mélységi feltárásnál alkalmazott technológiát az alábbiak szerint osztályozhatjuk:

#### 1. Alkalmazott fúrési eljárás

11. Repedéses mészkő, dolomit,
  111. települési mélység  $< 300$  m,  
— szívó-fúrési eljárás;
  112. települési mélység  $> 300$  m,  
— öblítéses rotari fúrás;
  113. mély nyugalmi vízszint, öblítővíz-veszteség esetén,  
— a 111. és 112. alatt jelzett eljárások kiegészítendőek ütveműködő eljárással, ill. a talpi környezetre korlátozott öblítéses eljárással.
12. Görgeteges, kavicsos vízadó törmelékűkúpok;  
— szívó-fúrési eljárás.
13. Laza rétegösszlet;  
— öblítéses rotari eljárás

#### 2. Rétegzéslés, alkalmassági vizsgálat

21. Repedéses mészkő, dolomit;  
— a fúrési előrehaladás regisztrálása,  
— öblítővíz-veszteség,  
— reométeres vizsgálat.
22. Görgeteges, kavicsos rétegösszlet;  
— a fúrési előrehaladás regisztrálása,  
— furadékminta,  
— az öblítőiszap szintváltozása,  
— agyag-közbetelepülések észlelése elektromos szelvényezéssel.
23. Laza homok;  
— a fúrési előrehaladás regisztrálása,  
— furadékminta,  
— az öblítőiszap szintváltozása,  
— elektromos szelvényezés.

#### 3. Szűrőszerkezetek

31. Repedéses mészkő, dolomit;  
— nagy viszonylagos átteresztőképességű szűrőszerkezet.
32. Görgeteges, kavicsos rétegösszlet;  
— nagy viszonylagos beömlési felülettel rendelkező szűrőszerkezet. A réteg szemcseszerkezetétől függő, megfelelő vastagságú kavicsoszórás.
33. Laza homok, homokkő;
  331. települési mélység  $> 1000$  m.  
— belövéves, jet-módszeres utólagos rétegmegnyitás;
  332. települési mélység  $< 1000$  m.
    3321. mértékadó szemcsenagyság  $> 0,2$  m  
— Johnson típusú, vagy hasonló szűrőszerkezet (hagyományos gyakorlat szerint a réteg szemcseszerkezetének megfelelően előregyártott szitaszövetes szűrő).
    3322. mértékadó szemcsenagyság  $< 0,2$  mm,  
— a réteg szemcseszerkezte alapján megválasztott ragasztott kavics, vagy hasonló szerkezetű szűrő (hagyományos gyakorlat szerint kúthidraulikai szempontból minden vonatkozásban kifogásolható szitaszövetes szűrőszerkezet).

#### 4. Rétegtisztítás, tisztítószivattyúzás

41. Repedéses mészkő, dolomit;
  411. szaggatott üzemi, kompresszoros vízkitermelés,
  412. a repedések, járatok bővítése savazással,
  413. rétegrepsztesési eljárás alkalmazása.
42. Görgeteges, kavicsos vízadó törmelékűkúp;
  421. az üzemi vízszint mélysége  $< 6$  m, centrifugálszivattyús vízkitermelés,
  422. az üzemi vízszint mélysége  $> 6$  m,  
— kompresszoros vízkitermelés.
43. Laza rétegösszlet;
  431. kompresszoros vízkitermelés,
  432. rétegmogatás,
  433. a 431. és 432. együttes alkalmazása,
  434. igen rossz átteresztőképességű és kisnyomású vízadósintek esetén járulékos rétegtisztítási műveletek:  
— dugattyúzás,  
— savazás,  
— vegyi kezelés.



## 2. Mélyfúrású kutak tervezésének egyes kérdései

A mélyfúrású kutak tervezése az alábbi feladatokat foglalja magában:

- a) földtani szakvélemény kidolgozása,
- b) a kútszerkezet megtervezése, valamint a kapcsolódó műszaki leírás és költségvetés elkészítése.

A tervező feladata, hogy az elérni kívánt vízhasznosítási cél, továbbá a műszaki és gazdaságossági szempontok alapján a helyes arányokat kialakítsa. A vizkutatás és kútépítés szakmai nyelvén megfogalmazva azt jelenti, hogy a földtani szakvélemény alapján készült műszaki leírás és a csövezési terv feleljen meg az adott műszaki lehetőségeknek, vegye figyelembe az alkalmazott technológiát és műszerezettségi fokot, de költséges magvételeket, rétegpróbákat csak indokolt, szükséges esetben írjon elő stb.

Jelentős tényező az illető terület megkutatottsági foka, ami meghatározza a kivitelezés során alkalmazandó technológiát. Az építési költségek oldaláról vizsgálva a kérdést, nem közböbs, hogy a fúrás kutatási jelleggel kell lemélyíteni, rétegpróbák sűrű közbeiktatásával, vagy csak a fúrás egy bizonyos szakaszán kell ezt a követelményt kielégíteni, illetve meghatározott vízadóréteg feltárására készítjük a kivitelezési tervet. A megfelelő berendezések kiválasztása, az alkalmazandó fúrási módszerek bevezetése és a költségelőirányzat minél pontosabb felmérése érdekében szükséges, hogy az előzetes rétegszelvény minél hívebben tükrözze a tényleges helyzetet és a megadott, ún. tervezett mélység minél jobban megközelítse a valóságos értéket. Már a földtani szakvélemény elkészítésekor figyelemmel kell lenni az üzemeltetés körülményeire, az építettő különleges igényeire, stb.

Ha a vízhasznosítás pl. bizonyos vegyi összetételt, vagy meghatározott hőmérsékletet tételez fel, egyes vízadószintek már eleve szóba sem jöhetnek. A nyugalmi és üzemi vízszintek várható mélysége lényeges adatokat szolgáltat a kútszerkezet kialakításához.

A műszaki tervezés keretén belül különös figyelem fordítandó az alábbi feladatok legcélyszerűbb megoldására:

- a) a csövezési terv elkészítése,
- b) a fúróberendezés kiválasztása,
- c) a fúrási technológia kidolgozása,
- d) a szűrőszerkezet megválasztása,
- e) a rétegpróbák betervezése,
- f) kútfejkiképzés ill. vízemelőszerkezet és szivattyúház megtervezése.

Mélyfúrású kutak építési költségeinek igen tekintélyes hányadát, mintegy 30—40%-át képezik a béléscsövezéssel és a vonatkozó munkaműveletekkel kapcsolatos tételek. A kútszerkezet takarékos megoldása tehát igen kedvezően befolyásolhatja az önköltséget. Ezzel szemben biztosítani kell a csövezési terv, a várható rétegsor, a tervezett rétegpróbák és a vízkitermelés műszaki követelményeinek legszorosabb összhangját. Amennyiben a tervező egyéb kérdésektől elvonatkoztatva csak a csőtakarékosság

elvét tartja szem előtt, a kivitelezőt esetleg nehezen megoldható problémák elé állítja, ami a munka elhúzódsához és tetemes többletköltséghez vezethet. A kezdő átmérő megválasztásakor döntő szerepet játszik a tervezett vízemelő szerkezet átmérője, a szűrőbeépítés átmérőszükséglete és ezen belül figyelembe kell venni a közbenső zárások és rétegnehézségek leküzdéséhez szükséges béléscsőrakatokat is. A korszerű öblítéses rotari fúrás igen nagy lehetőségeket biztosít az egyes béléscsőrakatok beépítési hosszának növelésére. Ez azonban a technikai előfeltételek biztosításán kívül mind a fúrás, mind a béléscsövezés során gyors, folyamatos munkavégzést tételez fel.

Közbenső rétegpróbáknál, különösen erősen zavart rétegviszonyok esetén, számolni kell azal, hogy még megfelelő előfúrás és jó öblítőiszap esetén is nehézségek merülhetnek fel a béléscső visszahúzásakor, ami tetemes időtöbbletet, vagy rakatvesztéseget eredményezhet. A kútszerkezet megtervezéséhez ezen túlmenően az egyes technológiai munkaműveletek átmérőszükségletére is figyelemmel kell lenni. Különösen vonatkozik ez a termálkutakra, ahol az 1500—2000 m-es fúrás mélység már a fúrórudazattal szemben is fokozott követelményeket támaszt, de a jet-perforátorok szerkezeti átmérője is korlátozza a befejező rakat belső átmérőjét. Így vált gyakorlattá termálfúrásoknál a 6"-os befejező rakat alkalmazása, amit a fentiekben kívül még szilárdsági követelmények is indokolnak.

A szűrőszerkezetek és rétegpróbák betervezése a tervdokumentáció egyik leglényegesebb részét kellene, hogy képezze. Az esetek többségében azonban tervezéskor a szabványelőírások figyelembevételén kívül, tapasztalati adatokra és szokványos méretekre vagyunk utalva. Műszakilag elfogadható tervezést ugyanis csak a vízadóréteg vastagságának, szemcseszerkezetének és hidrodinamikai adatainak ismeretében végezhetünk. Ez vagy előzetes próbakutak létesítését, vagy a kivitelezés folyamán a feltárt vízadóréteg próbaszűrését és próbaszivattyúzást követeli meg. Kismélységű kútsoportok esetén feltétlenül az első módszer a leggazdaságosabb és a legcélravezetőbb. Viszonylag kis átmérőjű próbakutakban végzett vizsgálatok alapján a nagy átmérőjű, komoly építési költséggel jelentkező kutak helye, száma, csövezési terve, szűrőszerkezete gazdaságosan, sőt a tisztítószivattyúzás időtartama is elfogadható megközelítéssel megtervezhető.

Közép- és nagymélységű kutak esetében azonban legtöbbször a kivitelezés folyamán kell választ kapnunk ezekre, a kút élete szempontjából lényeges kérdésekre.

Különös súllyal jelentkezik ez a probléma a termálfúrások kivitelezésekor, ahol több száz méteres feltárási szakaszon, a karotázs által jelzett, esetleg 8—10 vízadó szintből kell kiválasztanunk a termelésre legalkalmasabb szinteket. Tekintettel arra, hogy ez egyes, különböző hidrodinamikai adottságú rétegek elkülönített vizsgálatát teszi szükségessé, jelentős költségkihatásokat vonhat maga után. A vizsgálatok időtartamát a bekapcsolt rétegek sajátosságai szabják



meg, így a technológiai folyamatot nem tudjuk meggyorsítani. A tervezéskor tehát csak arra szorítkozhatunk, hogy a szókiványos technológiai műveletek előírásain kívül, megfelelő költségerketet irányozzuk elő.

Befejezésül rá szeretnénk mutatni arra, hogy a mélyfúrás munkája sajátos jellegéből adódóan a vonatkozó tervdokumentáció bizonyos tételei — különösen kutatási jellegű fúrások esetében — csak tervjavaslatként kezelhetők, melyek a tényleges vízföldtani viszonyoknak megfelelően, a kivitelezés során felülvizsgálatra szorulnak. Így a tervezés művelete a tervdokumentáció elkészítésével nem fejeződik be. A minőségi és gazdasági követelmények szükségessé teszik a kivitelezés egész időtartama alatt a munka magasszínvonalú szakmai irányítását.

### 3. Kútkiképzési irányelvek

Az ismert magyar eredmények elérését döntő módon elősegítette, hogy fúrás technológiánkat, az adott lehetőségek határában belül, mindenkor igyekeztünk az adott vízföldtani feltételek messzemenő figyelembevételével kialakítani.

A tapasztalatok azt igazolják, hogy az adott földtani viszonyok között, a vízkutatási és kútkiképzési munkákat leggyakrabban és legtermékenyebben az öblítéses rotari-fúrás módszerrel tudjuk kivitelezni. A korszerű fúrás technológia legfőbb jellemzője a tiszta víznél nagyobb fajsúlyú és viszkozitású öblítőiszap. Nagymértékben növeli a fúrás munkája termelékenységét, egyszerűbb kútszerkezet kialakítását teszi lehetővé, azaz így végeredményben a minőségi követelmények messzemenő kielégítésén kívül gazdaságosabb kivitelezést biztosít. Az említett előnyök azonban csak akkor jelentkezhetnek, ha a hagyományostól eltérő, olyan kiegészítő technológiai műveleteket is alkalmazunk, melyek az említett fúrás technikai feltételek esetén is biztosítják a víztároló optimális hasznosítását. Így a legmegfelelőbb réteg, vagy rétegek kijelölése pl. mindenképpen szükségessé teszi az ún. elektromos fúrólukszelvényezés alkalmazását.

Az öblítéses rotari-fúrás biztosította előnyök u. i. már régóta ismertek voltak, amikor a módszer bevezetését és általános alkalmazását még gátolta az a körülmény, hogy az öblítőiszap használata megnehezítette és olykor lehetetlenné tette a harántolt vízadórét felismerését. Ennek az volt a következménye, hogy a fúrás előrehaladás és a gyors béléscsővezetés vonalán figyelemreméltó eredményeket értünk el, azonban a megépített kutak minőségileg erősen kifogásolhatók voltak. A fúróluk-szelvényezéssel a rétegzéstudás körüli bizonytalanságot sikerült eloszlatni. A fajlagos ellenállás és PS-mérés útján kapott görbékből — a minőségi követelményeket kielégítő pontossággal — következtethetünk a mért szakaszban települt réteg porózitására és mélységbeli elhelyezkedésére.

A műszerezettség fok állandó növelése mellett sikerült a mérések pontosságát is nagy-

mértékben növelni és az említett két mérési módszerrel kívül más területekre, így ferdeségmérésre, termoszelvényezésre és lyukbőségmérésre is kiterjeszteni.

A kútszerkezetnek általában az alábbi követelményeknek kell megfelelni:

- zavartalan fúrás üzem,
- a hasznosítani nem kívánt vízadósintek kizárása,
- a próbaszűrő és végleges szűrőszerkezetek beépítése,
- a szükséges rétegpróbák elvégzése,
- a kút tartós üzemeltetése.

A kútépítésben alkalmazott technológiát illetően általában különbséget szokás tenni aszerint, hogy ismert vagy ismeretlen vízadórét megcsapolására irányul a fúrás telepítése. A kétfajta kúttelepítési technológiában igen sok közös vonást találunk, de az illető területet vízföldtani megkutatottsági fokától függően vannak eltérések is. Éles határt azonban nem vonhatunk, mert a mélyfúrással történő vízfeltárás bizonyos fokig minden esetben kutatáson alapul. Minél kevesebb tapasztalati adattal rendelkezünk a vízadórét mélységbeli elhelyezkedését, szerkezetét és hidrodinamikai jellegét illetően, annál nagyobb súllyal lép előtérbe a vízfeltárás kutatási jellege. Ez szabja meg, hogy a kivitelezés folyamán milyen mértékben kell alkalmaznunk a keresőfúrásokra, geofizikai mérésekre, próbaszűrőzésre és próbaszivattyúzásra vonatkozó technológiai előírásokat.

Korábbi technológiai elvek alapján a mélyfúrású kutakat a rétegsortól és a kútmélységtől függően csak igen sok, esetleg 6—7 közbenső, különböző átmérőjű béléscső közbeiktatásával tudtuk kiképezni. Az öblítéses rotari-fúrás azonban lehetővé teszi hosszú szakaszok gyors lemélyítését, állékony furatot és gyors béléscsővezetési lehetőséget biztosít. A különböző porózus és törmelékeny rétegek elkülönítését, a béléscső mögött, palástcementezéssel biztosítjuk. A módszer alkalmazásának komoly gazdasági előnyei vannak, mivel így nagymértékben csökkenthető a kútépítési munkák csőanyag-szükséglete.

Az alkalmazott kivitelezési technológia szempontjából a kútfúrás létesítményeket általában az alábbiak szerint csoportosítjuk:

- középmélységű fúrt kutak, max. 500 m mélységig és 400 mm kezdőátmérőig,
- nagymélységű, ún. termálkutak. A 2000—3000 m mély kutak kiképzésénél 14—16"-os kezdő átmérőt használunk,
- nagyátmérőjű kútépítés általában max. 300—400 m mélységig, 1000—1500 mm kezdőátmérővel.

Az alábbiakban vizsgáljuk meg egy szokványos 300 m mélységű, porózus víztárolószint feltárására irányuló kút kivitelezéséhez alkalmazott technológiát.

A fúrás munkája első fázisában a felső talajviszonyoktól függően, 10—15 m hosszú iránycső kerül beépítésre. Ezután, legtöbbször 146 mm Ø-ű, háromlújú, vagy görgős fúróval ún. keresőfúrást mélyítünk a tervezett mélységig. Ettől csak abban az esetben térünk el, ha a furadékmintából, illetve más jelenségekből



arra következtethetünk, hogy megfelelő vízadó-réteget tárunk fel, vagy fúrás-technikai okokból kényszerülünk a fúrás leállítására. Amennyiben a rendelkezésre álló földtani adatok alapján, különböző mélységközökben várható vízadó szintek feltárása, úgy a keresőfúrás egyes mélységközei ennek alapján több lépcsőben is előirányozhatók. Vonatkozik ez a vízbeszerzés szempontjából különösen kedvezőtlen területekre, ahol gyengébb vízadósintek is szobajöhetnek a kútkiképzéshez.

Következő lépés a keresőfúrással feltárt mélységköz elektromos szelvényezése. A mérések alapján kijelölhetők a szobajöhető vízadó-szintek, valamint a zárásra alkalmas agyagrétegek.

Ezután kerül sor a tervdokumentációban javasolt csövezési terv felülvizsgálatára és módosítására.

A feltárt vízadósintek közül kiválasztandó a rétegpróbára legalkalmasabbnak ítélt réteg, mely esetben a rendelkezésre álló furadékminta és karotázsmérés adatain kívül nagy segítséget adhat az utólagos oldalfalmintavétel és az ennek alapján elvégzett szemcseszerkezeti vizsgálat. Oldalfalmintavételre az általánosan ismert lóporos eljáráson kívül speciális mechanikus mintavevő eszközök is rendelkezésre állnak.

A módosított kiképzési tervnek megfelelően végezzük a további munkálatokat. A keresőfúrás szelvényét felbővítjük a záró csőrakat által megkövetelt átmérőre, majd ebbe a felbővített furatszakasza beépítjük a béléscsövet és palástcimentezést végzünk. Így biztosítjuk a kipróbálható vízadósint feletti, nemkívánatos porózus rétegek teljes kizárását, megakadályozzuk a cső mögötti vízmozgást, tehát a különböző rétegek kommunikációját. A palástcimentezés sikeres végrehajtását általában a központosító rugók alkalmazásával segítjük elő. A palástcimentezés a rétegekizárás korszerű módszere, de nem döntő előfeltétele a jó minőségű munkának, mert megfelelő vastagságú anyagban, hagyományos módszerrel, szakszerűen végzett zárás is kielégítheti a követelményeket. A záró csőrakat beépítése után kerül sor a szűrővel ellátandó furatszakasza felbővítésére, majd a köpenycső védelme mellett a próbaszűrő beépítésére. Eredményes rétegpróba esetén a kút termelőküttá képezhető ki, ellenkező esetben a próbaszűrő visszahúzásra kerül. Ezt újabb keresőfúrás, elektromos szelvényezés, felbővítés, béléscsövezés és szűrőzés követi, az elmondott elvek alapján. Az 1-es sz. ábrán egy 300 m mélységre előirányzott vizkutató fúrás építési vázlatát láthatjuk. A geológiai szakvélemény szerint 180—190 és 260—270 m között várhatók megfelelő vízadó szintek. A közbenső rétegpróba eredménye azonban nem elégítette ki a víz-igényt, s így kénytelenek voltunk a keresőfúrással már feltárt alsóbb szakaszt beszűrőzni.

Az említett fúrási technológiai eljárás természetes következménye, hogy az öblítőiszap megváltoztatja a fúróluk közvetlen környezetében az eredeti rétegszerkezeti viszonyokat, amit mind a szűrőzés, mind a tisztítószivattyúzás végrehajtása szempontjából figyelembe kell venni.

A kút végleges kiképzésekor a hagyományos teleszkópikus cső kivágást alkalmazzuk. Ezt csőtakarékossági, valamint üzemeltetési szempontok követelik meg. A segédakat kiépítését, előre alkalmatolt oldódarabok, vagy hidraulikus csővágó alkalmazásával tesszük lehetővé. A szétcsavarások, vagy elvágások helyén így keletkező körgyűrűtér lezárását menetes, vagy harangos, speciális kialakítású tömszelencével végezzük.

A nagymélységű, 2500—3000 m-es termálkutak esetében a fúrást hasonló technológiával, a rétegmegnyitást az olajiparból jól ismert ún. jet-módszerrel végezzük. Alkalmazott technológiánk mellett még ilyen nagymélységű fúrásakor sem építünk be háromnál több béléscsőrakatot (2. sz. ábra).

A nagyátmérőjű kútépítés legkorszerűbb, leggazdaságosabb módszerei az ún. balóblítási fúrási eljárások. Mind üledékes, mind kemény közetben légemelés, vagy centrifugálszivattyús szívó-fúrási eljárással, 1000—1500 mm-es átmérővel a gazdasági követelményeket minden vonatkozásban kielégítő teljesítményt lehet elérni. Az alkalmazott technológia természetesen bizonyos vonatkozásban eltér a már bemutatott építési vázlattól.

A nagyátmérőjű kútfúrási munka során a balóblítási eljárások kétségtelen előnye, hogy a fúrást igen nagy szelvényvel, gyakorlatilag közbenső segédakatok alkalmazása nélkül mélyítjük le. Legfontosabb feltételként kell megemlíteni a furat falának állékonyosságát biztosító, állandó iszapnívótartást. Így kedvezőtlen vízföldtani viszonyok között, omladékos, görgeteges, valamint víznyelésre hajlamos rétegszakaszok esetén szükségessé válhat segédakatok alkalmazása is. A gazdaságos, termelékeny kivitelezési munka ezért vízföldtanilag ismeretlen területen mindenképpen megköveteli kisátmérőjű kutatófúrás előzetes lemélyítését, a várható földtani szelvény megismerése, ill. a minél megfelelőbb csövezési terv kidolgozása érdekében. A gyakorlati kivitelezési munka során 5—6 m<sup>3</sup>/perc várható vízkivétel figyelembevételével 12—16"-os szűrőátmérőt írunk elő, megfelelő vastagságú kavicszórást feltételezve. Így a fúrás befejező átmérője kb. 600 mm-re és a kezdőátmérő a közbenső vízföldtani és fúrás-műszaki problémáktól függően 800—1200 mm-re adódik. A végleges kútszerkezettént — főleg korrózió elleni védelem érdekében — az utóbbi időben egyre nagyobb mértékben használunk különféle műanyagcsöveket.

Kiemelkedő ebben a vonatkozásban az üvegszálcsövek alkalmazása, melyek korrózió ellenállóképességet, hidraulikai sajátosságokat, sőt szilárdsági követelményeket tekintve minden igényt kielégítenek. A 3. sz. ábrán egy nagyátmérőjű kút építési vázlatát látható.

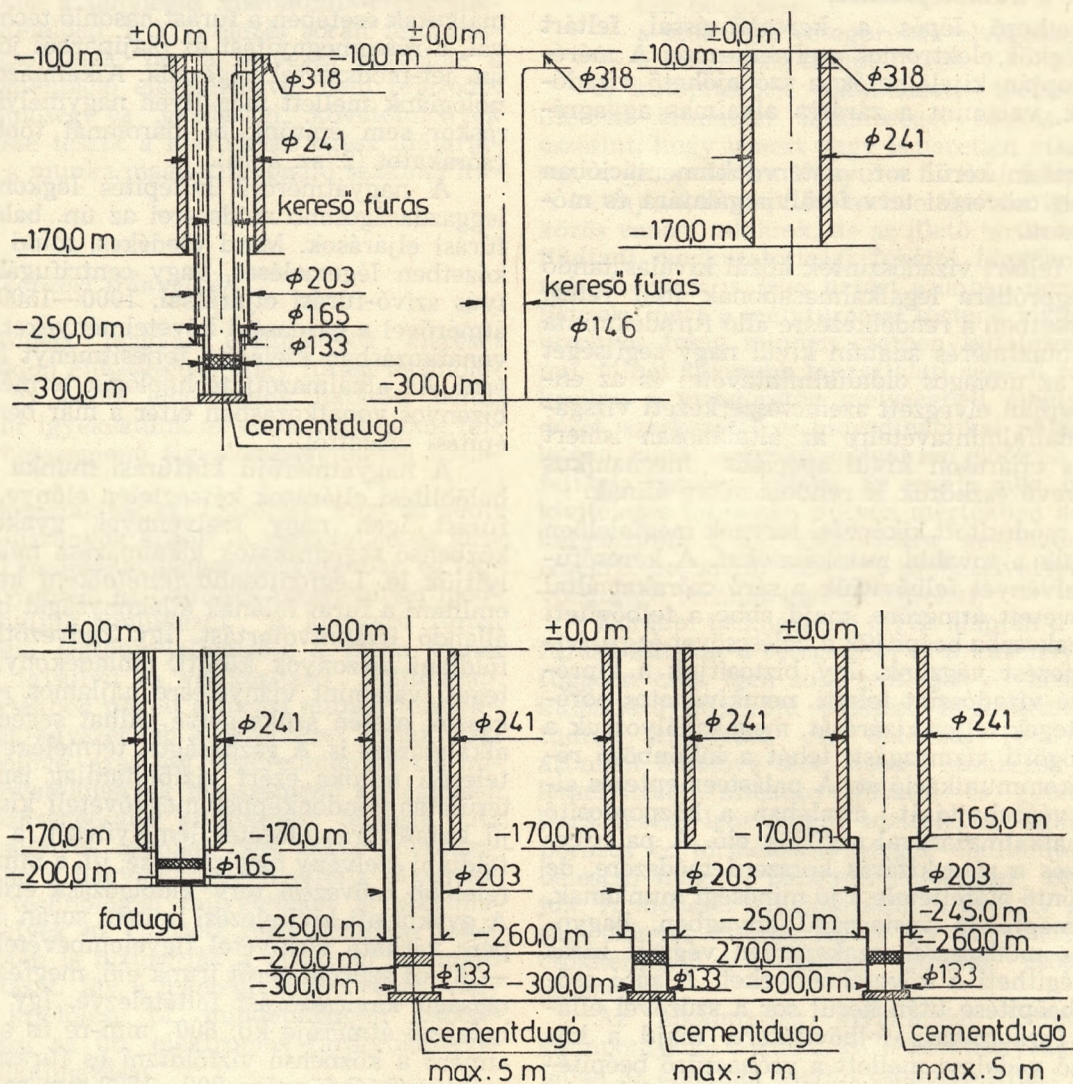
A fentiek során feltételeztük, hogy a vízfeltáró fúrást porózus víztároló szintek megcsapolása érdekében mélyítjük. Hazánk és a világ más országainak egyes vízföldtani tájegységein a fő víztárolókat hasadékos, karsztos, sziklás közetek is képezhetik. Ebben a vonatkozásban elsősorban a különböző korú és települési mészkő- és dolomit-képződmények jöhetnek számí-



tásba. Ismeretes azonban sok olyan terület is, mint pl. Mongólia egyes részei, ahol repedezett gránitképződmények, mint másodlagos víztárolók feltárása jelenti a kutatási célt. A fúrás-technika és kútkiképzés terén, a laza, üledékek kutatásától eltérő, más technológiai követelményeket támasztanak az erősen cementálódott, tömött, kemény homokkő- és konglomerátumképződmények is.

sok alapján, szűkített szelvényű előfúrások le-  
mélyítése nem célszerű, azaz a furatot végleges  
átmérővel készítjük. Kemény porózus képző-  
dményektől eltekintve, az elektromos fúrólyuk-  
szelvényezés is elveszti korábban említett je-  
lentőségét. Nagy szerepe van viszont az áram-  
lásméréseknek és a hőmérsékletméréseknek.

A fúrás eredményességét illetően ugyanis igen lényeges a fúrás közvetlen környezetében



1. ábra

Mindenekelőtt nagyobb feladatot jelent kemény kőzetekben a furat lemélyítése. Lassúbb a fúrás előrehaladás és még optimális fúrás-technikai feltételek biztosítása esetén is jelentősen megnő a fúrás munka időszükséglete. A vonatkozó költségek az össz építési költségen belül jelentősebb hányadot képviselnek, mint porózus rétegben történő fúrás esetén. Ezzel szemben a furat általában állékony és fúrás közben segédrakat beépítése ritkán válik szükségessé. Kivételt képeznek az erősen görgeteges, repedezett zónák, ahol öblítéses rotari eljárás alkalmazása esetén az öblítővíz veszteség okoz komoly nehézségeket.

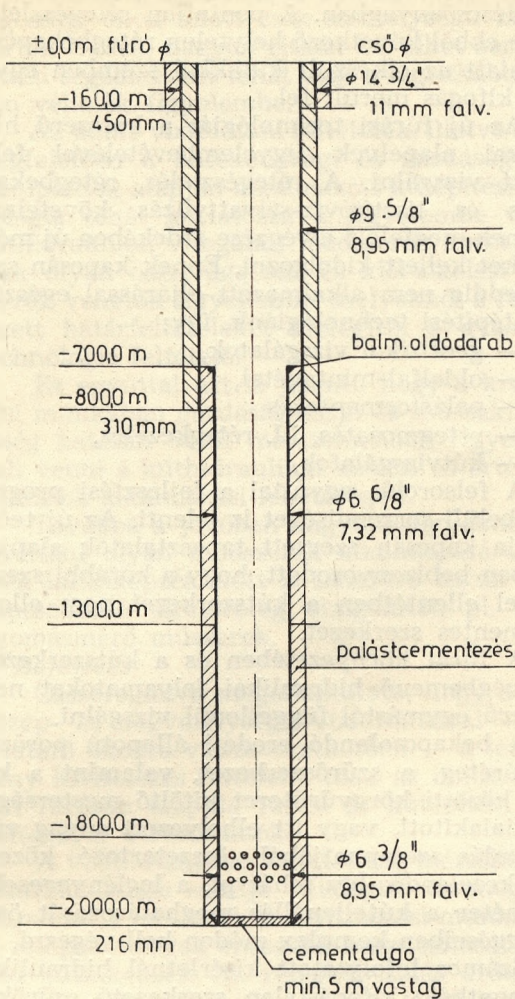
Az elmondottakból következik, hogy kemény kőzetekben, gazdaságossági megfontolá-

érvényes alábbi vízföldtani feltételek alakulása. (Juhász J.)

- a repedezettség foka, ill. a járatok képződésének mértéke az átfúrt rétegszelvényben,
- a fúrás közvetlen környezetének utánpótlódási viszonyai,
- a feltárt víztartó kiterjedése, ill. az elméleti leszívási hatósugár kialakításának feltételei.

Az említett adottságok, így a vízszint és a kitermelhető vízhozam is csak kutató és feltáró fúrás, vagy fúrások mélyítése kapcsán gyűjtött földtani és szivattyúzási adatok alapján tisztázhatók. Egyes kutak hidrogeológiai para-

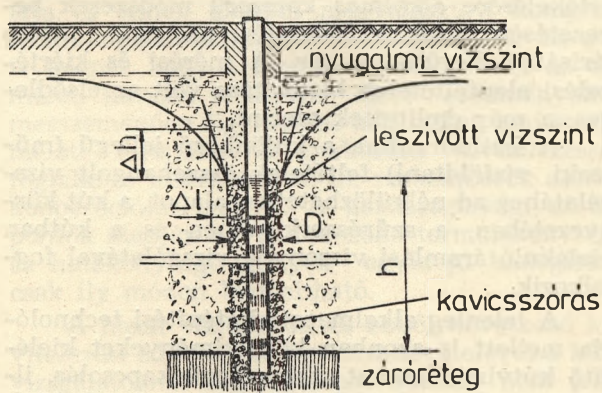




2. ábra

métereit azonban még közelítéssel sem fogadhatók el nagyobb területekre általános érvénnyel.

Karsztvíz és általában repedezett víztartók megcsapolása céljából mélyítendő fúrások tervezésekor tehát fokozott körültekintéssel kell eljárni.



3. ábra

Termelőkutak építése esetén a sztatikus és dinamikus vízszintek mélységbeli helyzete, gazdaságossági szempontokat figyelembevéve, nem lehet közömbös, hiszen a kútmélységet és a vízemelő-szerkezet megválasztását, ill. az építési és üzemelési költségeket döntően befolyásolják.

Mély sztatikus vízszint esetén, amennyiben a fúrás a felső száraz szakaszon omladékonny,

repedezett közettörmeléket harántol a fúróiszap veszteség miatt komoly fúrástechnikai nehézségek és jelentős többletköltségek merülhetnek fel.

A legutóbbi évek technológiai tapasztalatai bebizonyították, hogy adott esetben a helyi hidrológiai adottságok tisztázását és a gazdaságossági szemlélet fokozottabb érvényesülését nagymértékben elősegítik a fúratmélyítéskor időszakosan végzett ellenőrző műszeres mérések.

Egy kiképzendő kútban végzett reométeres vizsgálat pl. azt igazolja, hogy a 110 m mélységig feltárt mészkőből csak 55 m felett észlelhető vízbeáramlás és a kitermelt vízhozam 90 %-a a 40—45 m közötti mélységből származik.

Korábban már említettük, hogy az adott vízföldtani viszonyok döntő módon meghatározzák a vízfeltáráshoz és kútépítéshez alkalmazott technológiát. Ennek szemléltetése céljából végeztük el a korábban bemutatott összehasonlító osztályozást.

#### 4. Az elméleti kutatások szerepe a kútépítésben

Hazai vonatkozásban az intenzívebb kúthidraulikai kutatások a felszabadulás után indulhattak be. Az ipar és mezőgazdaság nagyarányú fejlesztése a vízhasznosítás bővítése, a lakosság ivóvízellátásának megfelelő szintű megoldása megkövetelte a hidrogeológiai törvényszerűségek alapos tanulmányozását és fejlettebb hidrogeológiai kutatási módszerek kidolgozását.

A vízhasznosítás területén, azelőtt elképzelhetetlen, nagyarányú tervek kerülhettek megvalósításra. A nagy beruházási összegek átgondoltabb, felelősségteljesebb, magasszintű tervezési és kivitelezési módszerek alkalmazását követelték meg, ill. tették lehetővé. A tudományos kutatás népgazdaságunk részéről komoly erkölcsi és anyagi támogatásban részesült.

A nagyarányú fejlesztési ütem az elméleti kutatás terén is gyors, magasszintű eredmények elérését követelte meg.

A nemzetközi viszonylatban is figyelemreméltó tudományos eredmények iránt az ipar részéről azonban csak a legutóbbi években mutatkozott meg különösebb érdeklődés. Ez egyrészt arra vezethető vissza, hogy különösen az 50-es években a mennyiségi szemléletből eredően a fúrási munka termelékenységének növelése volt az elsődleges szempont, ami a műszaki szint emelése és a technológia fejlesztése terén is éreztette hatását. Másrészt a vízkutató és kútépítési tevékenységet a régi szemlélet alapján mechanikusan végrehajtandó mélyépítési munkának tekintették, ahol a sokéves gyakorlati tapasztalat kellő alapot biztosíthat a kivitelezéshez. A bekapcsolandó vízadó rétegek és a kútszerkezet kapcsolata, a kút környezetében és a kútban lejátszódó folyamatok a kivitelezési munka során nem képezték vizsgálat tárgyát, ill. nem ismerték fel a vonatkozó elméleti megállapítások jelentőségét.

A legutóbbi évtizedben a népgazdaság egész területén egyre nagyobb mértékben kibontakozó egységes gazdaságossági törekvések döntő hatást gyakoroltak a kivitelező vállalatok szemléletére. Fokozódtak a kivitelezési munkák



minőségi elvégzésével szemben támasztott követelmények.

Ez a vízkutatás és vízfeltárás terén abban nyilvánult meg, hogy pl. jelentősen növekedtek az igények a kutak fajlagos vízhozama, a kitermelt víz kémiai összetétele, a kút tartós, üzembiztos működése vonatkozásában.

A kivitelező vállalatok a műszaki feltételek biztosítása érdekében növelték a szakmai színvonalat. Képzettebb szakemberek közreműködésével, magasabb szintű műszaki fejlesztési koncepciók alapján törekedtek a kialakult új feltételek között a magasabb szintű követelményeket kielégíteni.

Egyes részfeladatok megoldásánál nem nélkülözhetjük a Műszaki Egyetem Vízépítési Tanszékének és tudományos kutató intézetek közreműködését. Szűrőszerkezetek hidraulikai vizsgálatánál, mérőműszerek szerkesztésénél és ellenőrzésénél komoly segítséget kaptunk az elméleti kutatás területén dolgozó szakemberektől.

Különös figyelemmel a hidrogeológiai kutatásnál és feltárásnál jelentkező komplex feladatokra megállapítható, hogy a kivitelező vállalatok a jelen követelmények mellett az elméleti kutatás területén dolgozó szakemberek segítségét és az ott elért eredményeket nem nélkülözhetik. Az elmúlt időszakban számos jelét láthatjuk annak, hogy az elméleti kutatás és ipar együttműködése igen komoly lehetőségeket rejt magában.

A további együttműködés szempontjából igen kedvező, hogy egyrészt az elméleti kutatás vonalán egyre nagyobb mértékben veszik figyelembe a gyakorlati kivitelezési feltételeket, másrészt a kivitelező vállalatok műszaki szintje egyre nagyobb mértékben felel meg a korszerű technológia feltételezte követelményeknek.

A mélységi vízfeltárásnál a kivitelezés célja: adott vízföldtani feltételek által meghatározott maximális hozamú, tartós, homokmentes vízkivételt biztosító kutak építése.

A fenti cél érdekében, ismétlem, biztosítani kell a hidrogeológiai és mélyfúrás, ill. kútképzési technológiai feltételek összhangját.

Minden vonatkozásban kielégítő eredményre tehát csak a vonatkozó feltételek komplex vizsgálata alapján juthatunk.

Megfigyelhettük ezt a hazai fúrás és kútépítési technológia fejlesztése kapcsán is.

Ismeretes, hogy a szárazfúrás eljárás a rétepparaméterek meghatározása szempontjából jó mintavételt és kedvező rétegészlelési feltételeket biztosít. A hidraulikai szempontokat kielégítő szűrőszerkezet beépítése és hatásos tisztítószivattyúzás végrehajtása után a kütellenállás mértéke — különleges módszerek alkalmazása nélkül is — minimálisra szorítható. Ez a konvencionális módszer azonban az új gazdaságossági és termelékenységi követelményeknek már nem felelhetett meg.

A fúrás és béléscsővezési munka termelékenyebb végrehajtása érdekében került sor az öblítőiszap alkalmazásán alapuló fúrás technológia bevezetésére. Óriási mértékben fokozódott a fúrás sebesség, jelentős megtakarítást értünk

el béléscsőanyagban. A pontatlan rétegészlelés, ill. az ebből következő helytelen rétegbekapcsolás miatt az elkészült kutakkal szemben egyre több kifogás merült fel.

Az új fúrási technológiát a korszerű hidraulikai alapelvek figyelembevételével felül kellett vizsgálni. A rétegészlelés, rétegbekapcsolás és tisztítóvíz-szivattyúzás követelményeknek megfelelő elvégzése érdekében új módszereket kellett kidolgozni. Ennek kapcsán számos eddig nem alkalmazott eljárással egészült ki kútépítési technológiánk, így:

- geofizikai vizsgálatok,
- oldalfal-mintavétel,
- palástcementezés
- rétegmosatás, ill. rétegkezelés,
- kútvizsgálatok.

A felsorolás egyúttal a fejlesztési program belüli sorrendiséget is jelenti. Az új technológia kapcsán szerzett tapasztalatok alapján azonban bebizonyosodott, hogy a korábbi szemlélettel ellentétben a kútszerkezet nem ellenállásmentes szerkezet.

A furat környezetében és a kútszerkezetben végbemenő hidraulikai folyamatokat nem célszerű egymástól függetlenül vizsgálni.

A bekapcsolandó eredeti állapotú porózus vízadóréteg, a szűrőszerkezet, valamint a két elem közötti körgyűrűteret kitöltő mesterségesen kialakított, vagy ittel elhelyezett anyag vízbeáramlás szempontjából összetartozó közegként kezelendő. Így tehát pl. a leglényegesebb paraméter a kütellenállás meghatározását összefüggéseiben komplex módon kell végezni.

Számos lefolytatott kísérletnél hidraulikai szempontból kifogástalan szerkezetű szűrőket építettünk be. A várt jó eredmény mégis elmaradt, mert a szűrő környezetében nem végeztünk hatékony rétegtisztítást. Más esetben a gyenge vízhozameredmény azzal magyarázható, hogy korszerű eszközökkel végzett rétegtisztítás mellett nagy ellenállású, helytelen szerkezeti kialakítású szűrőt építettünk be.

A kúthidraulikai paraméterek mérésére és értékelésére alkalmas korszerű módszerek bevezetésére, csak a fejlesztési program utolsó fázisában kerülhetet sor. A mérési és kiértékelési alapfeltételek biztosítása volt az elsődleges, a már említettek szerint.

A kúthidraulika a különböző jellegű (műszaki, vízföldtani) feltételek összehangolt vizsgálatához ad nélkülözhetetlen alapot, a kút környezetében, a szűrőszerkezetben és a kútban kialakuló áramlási viszonyok vizsgálatával foglalkozik.

A jelenleg alkalmazott kútépítési technológia mellett is azonban követelményeket kielégítő kútvizsgálatokat csak rétegbekapcsolás, illetve részleges kútkiképzés után végezhetünk az alábbiak érdekében:

- ellenőrizhető a kút alkalmassága és pl. nem kielégítő eredmény esetén szűrőcsere végzendő,
- tisztázhatók a kút üzemi feltételei,
- perspektivikusan figyelembe vehető, értékes adatok nyerhetők a további kutatásokhoz.

Előzetes hidrogeológiai kutatófúrások, pró-



bakutak, megfigyelőkutak lemélyítésére gazdaságossági okok miatt csak kismélységű kútcsoportok esetén, nagyon ritkán kerülhet sor. Tervezési segédletként tehát csak a legkritkább esetben vehetők figyelembe.

Az adott vízföldtani feltételek, illetve ennek megfelelően a hatékonysági és gazdaságossági szempontok alapján alkalmazott kútépítési technológia tehát korlátozza a figyelembe vehető kúthidraulikai vizsgálati módszerek körét. Azaz csak olyan összefüggések és kiértékelési módszerek vehetők figyelembe, melyeknél a feltételezett határfeltételeket kielégítik a gyakorlati technológia feltételei.

Ez egyúttal azt is jelenti, hogy a kivitelezési munkában gazdaságossági és műszaki lehetőség határán belül messzemenően figyelembe kell venni a kúthidraulikai mérési és értékelési eljárások alkalmazási lehetőségeit.

Továbbá a jövőben nagyobb figyelmet kell fordítani olyan módszerek alkalmazására, melyek kútkiképzés előtt is lehetővé teszik a bekapcsolandó tárolóréteg vizsgálatát, pl. rétegnyomásmérő műszerek.

##### 5. Befejezés

Összefoglalva megállapítható, hogy a hazai közép- és nagymélységű vízfeltárásnál — vízföldtani okokra visszavezethetően — a termelékeny kivitelezés feltételei csak az öblítéses rotari fúrás alapuló fúrési és kútépítési technológiával biztosíthatók.

A vízföldtani megkutatottság mértéke és az adatfeldolgozás szintje kielégítő és megfelelő alapot ad a tervezési és kivitelezési munkákhoz. A rétegadottságok optimális hasznosítását biztosító kútkiképzés, ill. réteggelkapcsolás érdekében azonban elengedhetetlen számos járulékos technológiai művelet, — elektromos fúróluk-szelvényezés, oldalfal-mintavétel, iszapbontás, tisztítószivattyúzás, stb. — továbbá ellenőrző kivizsgálatok elvégzése.

A vízkutatás és feltárás tehát manapság magasszintű építési tevékenységet jelent. Eredményes munkát csak az adott vízföldtani és kúthidraulikai viszonyok összehangolt vizsgálata és ennek alapján megválasztott komplex technológiai módszerekkel érhetünk el. Ez azt is jelenti, hogy a korszerű kútépítésnél az elméleti kutatás területén elért eredményeket messzemenően figyelembe kell venni, ami az elméleti kutatással és gyakorlati kivitelezéssel foglalkozó intézmények, ill. szakemberek szoros kooperációját igényli. A gazdaságossági szempontok alapján egyre fokozódó termelékenységi és hatékonysági igények egyidejű kielégítése csak ily módon biztosítható.

A hazai vízföldtani és ebből következő kivitelezési adottságok figyelembevételével a kútvizsgálatoknál legmegbízhatóbban a nem permanens közelítő hidraulikai módszerek alkalmazhatók. A Theis-féle egyenleten alapuló grafoanalitikus módszerek egyedi kutak esetén is elfogadható közelítésként vehetők figyelembe, a réteg átlagos szivárgási tényezőjének és kútellenállások mértékének nagyságrendi jellemzésénél. A Dupuit-egyenlet alapján kapott eredmények ebben a vonatkozásban viszonyítási alapot képezhetnek.

A kútvizsgálatoknál alkalmazott jelenlegi módszerek a jövőben feltétlenül továbbfejlesztendők. Növelnünk kell a jelenleg alkalmazott módszerek megbízhatóságát, pontosságát, továbbá bővítenünk kell a gyakorlati alkalmazhatóság területét, pl. elektronikus számítógép alkalmazása révén. Fokozni kell új eljárások (pl. geofizikai) kialakításával kapcsolatos kutatásokat és ki kell dolgozni a kút kiképzése előtt is alkalmazható vizsgálati eljárások hazai technológiáját, szorgalmazni kell korszerű rétegvizsgáló műszerek bevezetését.

Járulékos kútvizsgálatok — termoszelvényezés, elektrolitikus karotázsmérés, áramlásmérés, stb. — alkalmazását általánossá kell tenni.

Az iszapöblítéses fúrési eljárás következményeként jelentkező járulékos kútellenállás mértékének csökkentése érdekében a rétegtisztítás kérdésével kiemelten kell foglalkozni. A jelenleg alkalmazott mechanikus és vegyi iszapbontási eljárások eredményesen alkalmazhatók. Termelőkenységi és hatékonysági okokból azonban ezen a területen is folytatni kell a kutatómunkákat.

A fajlagos vízhozam és a tisztítószivattyúzás hatékonyságának növelése érdekében további kutatásokat kell végeznünk az adott feltételek mellett megengedhető belépési sebesség mértékének tisztázása érdekében.

Kütszűrők megválasztásánál a réteg szerkezeti, szivárgási, továbbá a szűrőszerkezet hidraulikai jellemzőit kell összehangolni. Hazai vízföldtani és műszaki feltételek között legelőnyösebben az előregyártott ragasztott kavicszűrő és Johnson-típusú szerkezetek vehetők elsősorban figyelembe. További kutatások végzendők hazai gyártású, korszerű szűrőszerkezetek kialakítása érdekében. A korábban nagyobb mértékben végzendők kismintakísérletek, laboratóriumi vizsgálatok.

A fenti irányelvek megvalósítása érdekében:

- a tudományos kutató intézetek segítségét fokozottabban kell igénybe venni;
- növelni kell a munkahelyi kísérletek számát és színvonalát;
- az egyes területeken még csak elszigetelten alkalmazott, korszerű eljárások általános bevezetését elő kell segíteni;
- tovább kell fokozni a kivitelező vállalatok munkagépeinek és műszerparkjának korszerűsítését;
- emelni kell a szakmai színvonalat.

Д-р Патаки Нандор:

## НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА КОЛОДЦЕВ

Автор знакомит с настоящим техническим уровнем технологии строительства колодцев в Венгрии, с учетом гидрогеологических условий, постоянно повышающихся качественных и количественных требований к проходке поисковых и разведочных гидрогеологических скважин, и дает анализ возможностей дальнейшего развития.



# Az elektronikus számítástechnika alkalmazása a mélyfúrás kutatási, tervezési és üzemi feladataihoz

Írta: Fülöp Miklós

## 1. A fúrás technológiai számításokról általában

Általánosan elfogadott tény, hogy a mélyfúrási tevékenységeknél az elektronikus számítástechnika alkalmazása napjainkban nem olyan előrehaladott, mint más iparágakban, vagy az olajipar más területén (termelés, szállítás, feldolgozás). Ezen elmaradás okainak felderítése és a lemaradás behozásához megteendő lépések meghatározása érdekében kívánjuk részletesen áttekinteni a feladatokat és lehetőségeket.

Már előljáróban meg kell jegyeznünk, hogy a fenti említett lemaradás bizonyos értelemben szerencsés, hiszen a számítástechnika fejlődésének jónéhány szakaszát sikerült „átlépnünk”, valahogy úgy, mint ahogy egy újonnan létesített modern várost nem terhelik az adottságokból fakadó közlekedési, közművesítési, stb. problémák.

Hazai vonatkozásban vizsgálva természetes, hogy az olyan fejlett olajtermelő országokhoz képest, mint a Szovjetunió vagy az USA, a fúrási iparág ezen viszonylagos számítástechnikai elmaradottsága még nagyobb. De éppen a fúrástechnikailag kedvezőtlen hazai geológiai adottságok (túlnyomásos rétegek, kis geotermikus mélységlépcső, kilazult fedőrétegek) indokolják az elmaradás felszámolása érdekében tett fáradozásokat.

### 1.1 A mélyfúrási számítástechnika eszközei (hardware kérdések)

A bevezetőben említett elmaradás egyik fő oka, hogy a számítástechnikai fejlődés kezdeti szakaszában a számítógépek (főleg az első kategóriás gépek) helyigénye nagy, mozgathatósága lehetetlen volt, sőt a gépek üzeméhez (elsősorban a második kategóriás gépek esetében) szigorú klimatizálási feltételeket kötöttek ki. Ugyanakkor a fúrási ipar igen nagy mobilitása, a fúrási pontoknak az infrastruktúrától kieső helyeken való elhelyezkedése az első és második kategóriás gépek közvetlen alkalmazását nem tette lehetővé. Csak az igen kisméretű, kevésbé klímaérzékeny, harmadik kategóriai gépek megjelenésével válik lehetővé a fúrási ponton üzemelő állandó vagy szervizszerű gépi számítás.

Az elmaradás másik oka a fúrási számítási igényeknél fellépő nagyszámú paraméter és a változó, de viszonylag intenzív gyakoriság. Ezen tényezők (a később tárgyalt számítási módszerek mellett) meghatározták a számítógépek minimális memóriakapacitását, valamint nehézséget okoztak a nagy költségű, ezért gondosan előre beosztott alkalmazási rend és igénybevé-

teli lehetőség tekintetében. Csak a harmadik kategóriás gépek megjelenése és a velük párhuzamosan kifejlesztett programrendszer (software-ok) biztosítják a rendszertelen és nagyszámú adattárolás és számítási igények megvalósítását.

A huzalozott programozású (a gépbe áramkörileg beépített számítási rendszerű) kisgépek ezen számítások elvégzését ma már fúrási ponton is lehetővé teszik.

### 1.2 A mélyfúrási számítástechnika mérési és vezérlési problémái (input-output kérdések)

Az előző fejezetben vázolt gépkonstrukciós kérdéseken kívül, nagy problémát jelentett a számításokhoz szükséges adatok megalkotása, rögzítése és továbbítása, valamint a gép által meghatározott eredmények közlése.

A helyhez kötött gépek időszakában a probléma távközlési kérdéssé redukálódott. Azonban a közvetlen gépi elérés, (az ezzel járó impulzustechnikai problémák és ennek nagyfrekvenciás átviteli berendezési igénye) valamint a közvetett gépi elérés (az ehhez szükséges egyedi konstrukciójú adapterek szerkezeti problémái) között nem sikerült a helyes középutat megtalálni. A Szovjetunióban üzemi szinten bevezetett, a telefonhálózatot, vagy a nagyfeszültségű elektromos energiahálózatot felhasználó fúróberendezés, számítógép-kapcsolat volt feltehetőleg a legkedvezőbb megoldás.

A harmadik kategóriás gépek megjelenése ezt a problémát kiiktatta, így a meg nem talált optimumot ma már nincs értelme tovább keresni. Ugyanakkor input-output vonatkozásban a kérdés műszerezési és digitalizálási feladatok megoldását kívánja, hiszen a fúráskor jelentkező nagyszámú paramétert mérni és a számítógéppel lehetőleg közvetlenül közölni kell.

A fejlődés jelenlegi szakaszában az egyoldalú — az adatokból csak eredményt számító — és a kétirányú — a számított eredményeket vezérlésre közvetlenül felhasználó — számítástechnika közötti optimum megkeresése a cél.

### 1.3 A mélyfúrási számítástechnika software problémái

A számítástechnikai közelmúltban lezajlott fejlődésével lényegében egyidőben jelentkezett a fúrási iparággal szemben támasztott nagyobb követelmény, az egyre nagyobb mélységű fúrások igénye és az ezzel párhuzamosan adódó fizikai, műszaki és technológiai kérdések megoldása.

A jelentkező problémák elsősorban a matematikai modellezés tekintetében igényelnek



gyökeres minőségi változást. Amíg a 2000—3000 m mélységű fúrások műszaki feladatai többségükben közelítő módszerekkel megoldhatók voltak, addig a nagyobb mélységi igények miatt a közelítések hibái megnöttek és a közelítő eljárásokba addig be nem vont paraméterek hatása is jelentőssé vált. Ezért a kisebb memóriakapacitást és egyszerűbb software technikát igénylő számítások helyett a több tízezer memóriarekeszt igénylő (32—64 K) gépek és a differenciálegyenleteket numerikusan megoldó, vagy a sok paraméterű statisztikai módszerek mátrixtechnikáját számítani képes software rendszerek kerültek előtérbe.

## 2. Mélyfúrási számítástechnika Magyarországon

Hazánkban gyakorlatilag 1967 óta folyik fúrástechnológiai vonatkozásban elektronikus számítógépek igénybevétele. Kezdetben Elliot 803/B második kategóriás középgepet (2K) és ICL 1905A, ugyancsak második kategóriás nagy gépet (32K), később ICL 1903/A típusú, harmadik kategóriás (64K), múlt programozású, George 2 operációs rendszerrel üzemelő nagy gépet volt módunkban igénybe venni. Jelenleg folynak a előkészületek asztali kisgép (Hewlette—Packard) alkalmazásának bevezetésére.

A számításokat eleinte elméleti kérdések vizsgálata érdekében végeztük. Később azokat felhasználtuk nagymélységű fúrások műszaki terveinek elkészítéséhez (Hod—1, Makó—2), egyes kényesebb technológiai művelet operatív elkészítéséhez (cementezések, kiegyensúlyozott fúrási kísérletek).

A számításokat Budapesten futtattuk, az adatokat manuális továbbítás után a futtatás előtt lyukasztottuk lyukszalagra, vagy lyukkártyára, tehát a számítóközpont és a felhasználási hely között egyenlőre közvetlen kapcsolat nincs.

### 2.1 Áttekintő jellegű számítások

Az időszak kezdetén különböző, a fúrási mélység növekedésével egyre fontosabbá váló, fúrástechnológiai fizikai jelenségeket vizsgáltunk a lehetséges paraméterek teljes tartományára meghatározva az eredményeket. Ezekhez a gépet elsősorban a nagymennyiségű számítás elvégzése érdekében alkalmaztuk, azok gép nél-

$$L_{max} = \frac{\{[g L + 2(T_{ki} - T_o)]^2 - 4 L [2g - \frac{T_r - T_{ki}}{L} (T_{ki} - T_o)]^{1/2}\}}{2(2g - \frac{T_r - T_o}{L})} + \frac{g L + 2(T_i - T_o)}{2(2g - \frac{T_r - T_o}{L})}$$

Meghatároztuk a fúróluk végtelen idő múlva kialakuló nyugalmi hőmérsékletét, amit ugyancsak a paraméterek teljes tartományára, az öblítés leállítása után bekövetkező fúróluk hőmérséklet emelkedés kezdeti időszakában kapott hőmérséklet értékekből tudunk számítani. (Bálint—Magyar—Pach elmélettel), ahol;

$$T_{ny} = \frac{T_i - J T_o}{1 - J}$$

kül nem megoldható matematikai feladatokat nem tartalmaztak.

Kiszámítottuk a paraméterek teljes tartományára a fúróluk öblítésének nyomásvesztességét, a Grodde elmélet szerint, pl. lamináris áramlásnál a gyűrűs térre, ahol 100 méteres szakasz áramlási nyomásvesztése:

$$\Delta p = \frac{1}{a} \frac{\vartheta}{(D_k - D_b) 10^6}$$

$$\frac{1}{a} = a H + b; \quad H = \frac{2 \eta v}{(D_k - D_b) \vartheta}$$

továbbá  $a$  és  $b$  a  $H$  értékétől függő állandók, valamint a Metzner—Reed elmélet szerint, ahol

$$\Delta p = f \frac{v^2 \gamma}{D_k - D_b}$$

$f$  — a Fanning tényező, ami:

$$f = \frac{1,5 a(n)}{N'(n)^b (n)}$$

továbbá  $a$  és  $b$  az  $n$  kitevőtől függő állandó, valamint  $N'(n)$  az ugyancsak  $n$  kitevőtől függő kritikus Reynolds-szám, ami:

$$N'(n) = \frac{\gamma}{K} \frac{(D_k - D)^n v^{2-n}}{B(n)}$$

$$B(n) = 1,5 \left( \frac{2n + 1}{3n} \right)^n$$

A két elméletben eltérően alkalmazott reológiai paraméterek közötti összefüggés:

$$\eta = K \cdot 479^n (2^n - 1) \frac{1}{4,79}$$

$$\vartheta_{BM} = K \cdot 479^n (2 - 2^n)$$

Másodfokú közelítő módszerrel kiszámítottuk az Edwardson-féle, a talpi hőmérséklet ismeretét feltételező, a fúróluk gyűrűsterében kialakuló maximális állandósult hőmérsékletet:

$$T_{max} = g L_{max} - T_o$$

$$J = \frac{E_i \left( -\frac{r}{4kt} \right) - E_i \left( -\frac{r}{4k(t_i - t_o)} \right)}{E_i \left( -\frac{r}{4kt_o} \right)}$$

$E_i(x)$  az integrálexponenciális függvény, továbbá  $k$  a közettől függő állandó.

A leírt számítások lefuttatásakor az eredmények többszáz sornyomató oldalt tettek ki.



Amint a közölt összefüggésekből látható, a számítások különösebb, csak géppel megoldható matematikai problémát nem tartalmaznak.

Mégis a számítások birtokában jelentős előrehaladást értünk el. Így pl.:

— Az Edwardson elmélettel kapott számítási anyag birtokában azt úgy sikerült módosítani, hogy a talpi hőmérséklet ismerete nélkül is tudjuk számítani (természetesen kvadratlitikus közelítéssel) a fúróluk minden mélységében, a fúrócsőben vagy a gyűrűstérben áramló öblítőközeg állandósult hőmérsékletét.

— A kapott nagymennyiségű számítási anyag birtokában a jelenségek tendenciájának felismerése folytán a felsorolt feladatokhoz számsoros csúszó nomogramokat szerkesztettünk (Mélyfúrási tolotáblázatok 1—5.).

## 2. Operatív jellegű és tudományos számítások

Az elvégzett számítások operatív jellegű felhasználhatóságának érdekében a programokat átalakítottuk úgy, hogy azok a paraméterek lyukszalagon beolvasott, éppen aktuális értékre adják a kívánt eredményeket. Így egy-egy konkrét esetre tudunk számítási protokollt biztosítani, a köteteket kitevő számítási anyag helyett.

Elkészítettünk olyan programokat is, amelyeknél nem csak a nagyszámú művelet, hanem a matematikai módszer is szükségessé tette a számítógép igénybevételét. Így egy zárt, a fúrólukban lejátszódó gázfejlődés esetén a sarunál és a kútfejen jelentkező nyomásokat a Dolleschal S.—Tóth Z. féle modell alapján adódó implicit csak, numerikusan számítható összefüggésekből számítottuk:

$$(p_r^2 - A_1 G - A_2 G^2)^{1/2} -$$

$$- (p_2^2 - A_1 G)^{1/2} (1 - e) \frac{L_1 - L_2}{ZRT} -$$

$$\left( (p^2 + A_3 e \frac{G}{A_4} \ln \frac{A_4}{1,76})^{1/2} = 0 \right)$$

ahol  $A_1, A_2, A_3$  és  $A_4$  különböző, a rétegtől és a gáz tulajdonságától függő állandók.

További törekvésünk, hogy a közelítő módszerek helyett a maximális pontosságra törekedjünk.

Így egyes differenciálegyenletek integrálási nehézségei miatt alkalmazott elhanyagolások okozta hiba elkerülése érdekében a differenciálegyenletes alak numerikus számítását helyezzük előtérbe. Ezen utóbbi gondolatra jellemző példa egy gázos iszapot tartalmazó fúróluk nyomásviszonyainak meghatározása.

(Az egyszerűség kedvéért itt csak a statikus, az áramlási veszteségeket és a lifthatást figyelembe nem vevő számítás ismertetjük.)

Egy gázos fúróluk nyomásviszonyait az

$$F p \frac{dp}{dz} + FB \frac{dp}{dz} = A p$$

$$A = \gamma_0 + \gamma_1 \quad B = \frac{1}{2} G_0 \left( 1 + \frac{T - T_0}{273} \right)$$

differenciálegyenlet integrálásából kapott implicit alakú összefüggésből kapjuk. Maga az összefüggés is csak numerikusan számítható iterációs algoritmussal.

Közelebb vezet azonban a differenciális alak közvetlen numerikus számítása, amikor egy  $\Delta z$  mélységben a gáz térfogatát a  $z$  mélységben, az előző lépésben meghatározott nyomás és hőmérséklet alapján számíthatjuk. Megfelelően kicsi  $\Delta z$  lépésköz alkalmazásával (esetünkben 10, vagyis egy 3000 m mély fúróluk esetében 300 lépés, azaz kb. 1,5 perc Elliott gépidő) a kívánt pontosság elérhető.

Ha a dinamikus viszonyokat is leíró

$$F p \frac{dp}{dz} + FB \frac{dp}{dz} = A p + p_1 - C \frac{d^2 p}{dz^2} - p_2 p$$

differenciálegyenletet vizsgáljuk, annak integrálása csak jelentős elhanyagolásokkal valósítható meg. Viszont a numerikus integrálásnál az egyes lépésközökhöz tartozó járulékos nyomások figyelembevétele nem jelent különösebb nehézséget.

Hasonlóak a törekvéseink a fúróluk hőmérsékletének számításánál

$$T_2 = T_1 + A \frac{dT_1}{dz}$$

$$T_3 = T_2 + B \frac{dT_1}{dz} - B \frac{dT_2}{dz}$$

$$T_3 = g z + T_0$$

differenciál-egyenletrendszer numerikus integrálásával, amelynek során olyan jelenségek is figyelembe vehetők, mint az áramlási nyomásvesztések okozta hőfejlődés, a fúró munkájának hőegyenértéke, a függőleges hőáramlás, vagy a gyűrűstér és a nyugalmi hőszínten lévő távoli közetek közötti tér entrópiaváltozása.

Ugyanazt a módszert követtük akkor, amikor a fúrólukban lévő gázdugó kiöblítésének nyomásviszonyait számítottuk. Ideális esetben a számítás másodfokú egyenlet gyökeinek meghatározása csupán. A nyomásviszonyoknak  $\Delta z$  mélység lécszint szerinti meghatározása lehetővé teszi olyan jelenségek figyelembevételét, mint a gázdugó elkenődése, a súrlódási veszteségek okozta nyomásváltozások, a gáznyomás és hőmérséklet függő eltérési tényezőjének hatása, a szakaszonként változó lyukgeometria okozta sebességváltozások, vagy egy a nyitott szakaszban lévő elnyelő réteg okozta gázmennyiség-csökkenés.

### 2.3 Számítási rendszerek kialakítása

A továbbiakban a gépi lehetőségeket kihasználva azt tervezzük, hogy a felsorolt és a



jövőben programozandó számításokat szubrutin-ként alkalmazó programcsomagokat alakítsunk ki. Ezekkel pl. fúrólyukak műszaki terveinek készítését kívánjuk — teljes terjedelemben — gépesíteni. Távlabbi célunk egy a fúrési tevékenységet teljesen átfogó komplex fúrési programcsomag összeállítása.

A programrendszerek felépítésének illusztrálására jelenleg befejezés előtt álló béléscső számítási program nyújt jó példát. A program több szubrutinból épül fel, amelyek későbbi műszaki vagy gazdasági igények esetén külön-külön, a teljes rendszer átalakítása nélkül módosíthatók:

- *Az adattároló szubrutin*, amely az összes létező szabványos béléscső bármilyen adatának gyors hozzáférését teszi lehetővé. Ezenkívül a konkrét méretezés esetén, ár- és raktározási tényezők pótlólagos hozzárendelése lehetséges. Szabvány változásra a tárolt adatok közül a megváltozottak módosíthatók.
- *A szilárdsági számítást végző szubrutin*, ez jelenleg a kéttengelyű feszültségi állapotot számítja.
- *A terhelést meghatározó szubrutin*, amelyik a fúrólyuk élete során szükséges összes technológiai művelethez meghatározza tetszőleges mélységben a fellépő nyomásokat és húzóerőket.
- *A gazdasági optimalizáló szubrutin*, amelyik a szilárdságilag alkalmas csövek közül a legolcsóbb rakatot adó csövet keresi meg.
- *A vezérlő szubrutin*, amelyik a fenti rutinokkal 27 m lépcsőben végzi a rakat felépítését.
- *A raktárkészletet meghatározó szubrutin* (jelenleg kialakítás alatt).

### 3. Következtetések

A leírtakból kitűnik, hogy a számítástechnika és számítógépgyártás technika fejlődése, valamint a növekvő fúrési mélységek miatt adódó számítási igények növekedése időben egybeesett.

A feladat a harmadik kategóriás gépek mobilitását és számítási gyorsaságát kihasználó, optimális input-output rendszer és az ehhez kapcsolódó komplex fúrési számítási rendszer kialakítása. Az ehhez szükséges matematikai modellek meghatározása érdekes és rendkívül nagy feladat.

#### JELÖLÉSEK

- $A_p$  — áramlási nyomásvesztés [at.]
- $\vartheta$  — a fúróiszap mozgási ellenállása [ $\text{dyn/cm}^2$ ]
- $D_k$  — a gyűrűstér külső átmérő [cm]
- $D_b$  — a gyűrűstér belső átmérő [cm]
- $\eta$  — viszkozitás [cP]
- $v$  — áramlási sebesség [m/s]
- $\gamma$  — fúróiszap fajsúlya [ $\text{kp/dm}^3$ ]

- $n$  — pszeudoplasztikus „kitevő”
- $K$  — pszeudoplasztikus tényező
- $N$  — pszeudoplasztikus Reynolds szám
- $f$  — fanning tényező
- $L_{max}$  — hőmérséklet maximum helye a gyűrűstérben [m]
- $L$  — öblítési mélység [m]
- $T_{ki}$  — a kifolyó iszap hőmérséklete [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $T_o$  — felszíni középhőmérséklet [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $T_T$  — állandósult hőmérséklet a lyuktalpon [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $g$  — geotermikus gradiens [ $^{\circ}\text{C/m}$ ]
- $T_{ny}$  — réteghőmérséklet [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $T_i$  —  $t_i$  idő eltelte után mért hőmérséklet [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $T_{\sigma}$  — egy öblítési szakasz végén mért hőmérséklet [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $t_{\sigma}$  — az öblítési szakasz időtartama [h]
- $t_i$  — az  $i$ -ik mérésig eltelt idő [h]
- $r$  — lyuksugár [m]
- $p_r$  — rétegnomás [at]
- $p_s$  — nyomás a sugárnál [at]
- $G$  — átfejtődő gázmennyiség [ $\text{kp/cm}^2$ ]
- $L_s$  — sarumélység [m]
- $L_t$  — a termelő réteg mélysége [m]
- $F$  — fúrócső v. gyűrűstér felület [ $\text{m}^2$ ]
- $p$  — változó nyomás [at]
- $z$  — változó mélység [m]
- $G_{\sigma}$  — iszap gáztartalma [l]
- $T$  — változó hőmérséklet [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $p_1$  — felszíni fojtás [at]
- $p_b$  — buborékmozgás ellenállása [at]
- $T_1$  — a gyűrűstérben áramló iszap hőmérséklete „z” mélységben [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $T_2$  — a fúrócsőben áramló iszap hőmérséklete „z” mélységben [ $^{\circ}\text{C}$ ]

Фюлѐп Миклош:

#### ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОНИЧЕСКОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПОИСКА, ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ В ОТРАСЛИ ГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ

Автор делает попытку определить основные задачи с связи с отставанием в применении электронно-вычислительной техники в буровой деятельности, по сравнению с другими отраслями, что вызвано недостаточным обеспечением машинного оборудования и недостаточностью математического обеспечения. В этом аспекте дается информация об отечественном состоянии вычислительной техники в буровом деле, о применяемых до сих пор методах вычисления, затем о дальнейших запланированных возможностях и задачах.



# A KGST-tagországok nemzetközi együttműködése a fúróberendezések gyártása terén

Írta: Molnár György

A KGST Gépipari Állandó Bizottság a gépipari alágazatoknak megfelelően 15 szekcióban végzi az iparággal kapcsolatos nemzetközi együttműködési feladatok megoldását.

Ezen cikk legfontosabb feladata az, hogy bemutassa — természetesen a teljességre törekvés igénye nélkül — a KGST tagországok kőolaj- és földgázkutató, fúró és termelő, valamint a geológiai kutató berendezések gyártásával kapcsolatos gépipari együttműködését.

Az együttműködés az említett területen az 1956—1971. évek közötti időszakban a KGST Gépipari Állandó Bizottság 1. sz. Nehézgépgyártási Szekciója keretében folyt. Ebben az időszakban a témakörrel kapcsolatban végzett nemzetközi együttműködési tevékenység jelentősége és volumene egyre nőtt és ez a fejlődés tette indokolttá 1971-ben, hogy önálló, 15. sz. Kőolaj- és Gépipari Gépgyártási Szekció alakuljon. Ennek kapcsán a Magyar Népköztársaság Gépipari Állandó Kormánybizottsága megfelelő hazai szerveként létrehozta a 15. sz. Kőolaj- és Gázipari Gépgyártási Albizottságot, amelynek elnöke egyben a Szekció magyar tagja is. Az Albizottság munkájában a berendezések gyártásában, felhasználásában és külkereskedelmében érdekelt hazai szervek és vállalatok képviselői vesznek részt. A szekcióban kidolgozásra kerülő együttműködési témák magyar álláspontját az albizottság alakítja ki és azt az albizottság által kijelölt delegáció képviseli a szekció-, illetve munkaszervei ülésein. Az albizottság munka titkársági teendőit a Nehézgépgyártási Nemzetközi Együttműködési Titkárság végzi.

A szekció fő feladata az, hogy a KGST Földtani Állandó Bizottsága és a Kőolaj- és Gázipari Állandó Bizottság szerveivel szorosan együttműködve biztosítsa a felhasználók részéről felmerülő gép- és berendezésigények megfelelő műszaki színvonalon való minél teljesebb kielégítését.

A szekció tevékenysége a Gépipari Állandó Bizottság által jóváhagyott éves munkaterv alapján folyik. Évente két alkalommal szekcióülésre kerül sor, ahol a tagországok delegációi egyeztetik a munkacsoportok által kidolgozott ajánlásokat és előterjesztik a KGST Gépipari Állandó Bizottsága részére.

A Gépipari Állandó Bizottság 1. számú, majd 1971 után a 15. számú szekciójában folyó nemzetközi együttműködés keretében kidolgozott témák az alábbi fő csoportokba sorolhatók:

- a témakörhöz tartozó berendezések nomenklatúrájának kidolgozása, a berendezések tipizálása és szabványosítása;
- a berendezések gyártásával kapcsolatos helyzet műszaki-gazdasági elemzése és a berendezésekre vonatkozó műszaki és mennyiségi igények prognózisa;

- a berendezések gyártásszakosításával és nemzetközi kooperációban való előállításával kapcsolatos ajánlások kidolgozása, és a megfelelő egyezmények előkészítése;
- a műszaki-tudományos együttműködés megszervezése;

## 1. A kőolaj- és gázkutató, fúró és termelő, valamint a geológiai kutató berendezések nomenklatúrájának kidolgozása, a berendezések és részegységeik tipizálása és szabványosítása

Az 1. sz. szekció keretében megindult tevékenység első időszakában a fő hangsúly a tudományos-kutató és tervező-szerkesztő munkák koordinálása, valamint a szakosítás volt, ezért az így összeállított nomenklatúra elsősorban nem rendszerezési céllal készült, hanem segédanyagként a fenti feladatok elvégzéséhez.

A témakörbe tartozó berendezések tipizálására 1961—62-ben került sor. A tipizálási ajánlások 13 tételre bontva 156 típusméretet foglaltak magukban, és így lényegében a kőolaj- és gáztermelő berendezések mintegy 90 %-át tipizálták. A kidolgozott és elfogadott tipizálási ajánlások azonban 5 év alatt jelentős mértékben korszerűtlenné váltak. Egyrészt azért, mivel kidolgozásukkor nem vették kellő mértékben figyelembe a várható fejlődési tendenciákat, másrészt mivel a berendezések új konstrukcióinak kialakításakor nem támaszkodtak kellő mértékben a már tipizált berendezésekre. Ezért 1967-től szükségessé vált a tipizálási ajánlások átdolgozása.

A kidolgozott távlati szabványosítási tervnek megfelelően a KGST Végrehajtó Bizottsága 1965-ben jóváhagyta a hidrogeológiai és mérnökgeológiai fúróberendezések tipizálási ajánlásait, valamint a nagymélységű kutató fúrásra szolgáló berendezések fő típusaira vonatkozó ajánlások kidolgozásának tervét.

Ennek keretében kidolgozták a típusokat meghatározó fő- és segédparaméterek, valamint a csatlakozási méretek egységesítési ajánlásait. Ezek után megkezdődött a berendezések vizsgálati, átvételi és biztonságtechnikai követelményeire vonatkozó ajánlások kidolgozása.

1970 folyamán került sor a lengőcsigaszorok, koronacsigaszorok, horgok, öblítőfejek és az elevátorok fő paramétereinek tipizálására.

1972-ben elkészültek a szilárd ásványi nyersanyagok kutatófúrásaira szolgáló berendezések műszaki követelményeire, a hidrogeológiai és mérnökgeológiai fúróberendezések típusaira és fő paramétereire, valamint a hidrogeológiai és mérnökgeológiai fúrásokhoz alkalmazott kőzetfúró szerszámok típusaira és fő paramétereire vonatkozó szabványosítási ajánlások.



Jelenleg folyik a szilárd ásványi nyersanyagok fúrására szükséges szerszámok, a fúrók típusait és fő paramétereit egységesítő ajánlások kidolgozása.

Az 1975-ig terjedő időszakban készül el a gyorsan kopó részegységek és alkatrészek fő paramétereinek és csatlakozási méreteinek szabványosítása. Ennek első szakaszában 1971-ben, a megalakult 15. sz. szekció 1. ülésén egyeztették a fenti tételek nomenklatúráját, majd 1972-ben kidolgozták az öblítőszivattyúk, a fúrotömők, a forgatóasztalok és az iszapkezelő berendezések, valamint a kútfejszerelvények és a csigasorok ajánlatait. Ez a munka 1973-ban fejeződik be.

A geológiai futató, kőolaj- és gázfúró és termelő berendezések tipizálása és szabványosítása terén végzett tevékenység a gépek mintegy 90%-ára terjedt ki, s ezzel lényegében felölelte az ezen területhez tartozó összes fontosabb gépet és berendezést.

A végzett munka eredménye elsősorban az, hogy elősegíti a berendezés-állomány egységesítését, a berendezések típusméreteinek csökkentését (a tényleges csökkenés mintegy 25%-os értéket tesz ki). Magyarország, mint felhasználó részére a fenti változás előnyös volt, mert lehetővé vált egyes berendezések komplettírozása, akár szovjet, akár román gyártmányokból; könnyebben beszerezhetővé váltak egyes gép-egységek, lehetőség nyílt az országban alkalmazott berendezésállomány egységesítésére és ily módon meghibásodás esetén a tartalék alkatrészek, ill. egységek beszerzése kisebb problémát okozott a korábbi időszakhoz képest.

Hiányosságként említhető meg, hogy egyes gyártó cégek nem vették kellő mértékben figyelembe a tipizálási ajánlásokat és ezért az újabb típusok paramétereit nem minden esetben illeszkedtek bele az ajánlásokban meghatározott típusokba. Ez ugyan egyes esetekben minőségi javulást eredményezett, a csereszabotosságot azonban hátrányosan befolyásolta.

Magyarország gyártási oldalról csak kis mértékben volt érdekelt a fenti tipizálásokban, mivel szinte kizárólag csak hazai felhasználásra gyárt kútkezelő szerelvényeket, himbaberendezéseket, fúrócsőkarmantyúkat stb.

Összességében megállapítható, hogy a második fázisként végrehajtott tipizálás jelentős fejlődést eredményezett.

## 2. A berendezések gyártásával és felhasználásával kapcsolatos helyzet műszaki-gazdasági elemzése és a berendezések fejlesztési prognóza

A KGST-tagországok által elfogadott „Komplex program”-ban szereplő feladatoknak megfelelően az 1971–72-es években önálló téma keretében került sor a berendezések 1961–1970 közötti gyártásának és fejlesztésének műszaki-gazdasági elemzésére. Ennek eredményeképpen megállapítást nyert, hogy a vizsgált időszakban gyártott berendezések műszaki színvonala fokozatosan javult és az időszak végén megközelítette a világszínvonalat. A két fő

gyártó ország, a Szovjetunió és Románia gyártása jelentősen növekedett és így lehetővé vált a KGST-tagországok alapvető szükségleteinek kielégítése.

A munka második szakaszában dolgozták ki a berendezésekkel kapcsolatos igények 1985-ig terjedő időszakra vonatkozó előrejelzését, valamint az azok minőségére és műszaki-tudományos fejlesztésére vonatkozó prognózist.

A gyártó és a felhasználó országok által közölt adatok alapján megállapítható, hogy a gyártók fejlesztési elképzelései és a felhasználók igényei kellő összhangban állnak egymással. Az előrejelzés szerint a vizsgált időszakban a kőolaj- és földgázkutak fúrása és termelése során továbbra is a már ismert módszerek kerülnek alkalmazásra, a fejlődés elsősorban új, tökéletesített berendezés-komplexumok kialakításában fog megnyilvánulni.

A prognózis szerint a gyártó országok kőolajiparigép-gyártására az alábbi fő feladatok megoldása hárul:

- olyan berendezéstípusok kibocsátása, amelyek lehetővé teszik a közepes fúrás mélység növelését;
- a berendezések különböző geológiai és földrajzi feltételek közötti üzemi paramétereinek javítása.

A fentieknek megfelelően olyan új berendezéstípusok kialakítására van szükség, amelyek műszaki-gazdasági mutatói kedvezőek, fokozott élettartamúak és emellett könnyen szállíthatók és szerelhetők.

A téma kidolgozása során meghatározták a tervezési, műszaki fejlesztési és tudományos-kutatási munkák fő irányait is, melyek az alábbiak:

- a 10 000 méternél nagyobb mélységben fekvő telepek kutatására és termelésére szolgáló komplex berendezések kialakítása és gyártása;
- a kis és közepes mélységű (kb. 3000 méterig terjedő) fúrásokhoz alkalmazható szállítható fúróberendezések típusainak fejlesztése, különös tekintettel a nagy teherbírású gépkocsikra szerelt berendezésekre, a pótkocsikra és a nagy egységek felszíni szállítására szolgáló szállítóeszközökre;
- a fúrás műveletek komplex gépesítésére, automatizálására és optimalizálására szolgáló berendezések és készülékek kialakítása és gyártása;
- a fúróberendezésekhez az új fúrás technológiáknak megfelelő max. 1600 LE teljesítményű és 400 kp/cm<sup>2</sup>-ig terjedő üzemi nyomású korszerű öblítőszivattyúk kialakítása;
- a fúróberendezések ellátása az öblítőfolyadék előkészítésére és tisztítására szolgáló korszerű berendezésekkel;
- olyan nagyteljesítményű csoportos hajtóművek kialakítása, amelyek a motorok teljes teljesítményét képesek átadni az emelőműre vagy az öblítőszivattyúra, vagy ezt a teljesítményt a fúrás technológiai követelményeinek megfelelően tudják megosztani;



- a klasszikus elvektől eltérő új konstrukciójú fúrók kialakítása a fúróra eső teljesítmény fokozása és a fúrási sebességek növelése érdekében.
- a kőolajtermelés különböző (hidraulikus, termikus és kémiai) módszerekkel történő intenzívebbé tételére szolgáló berendezések kidolgozása, stb.

A fúróberendezések területén a Szovjetunióban jelenleg is igen jelentős fejlesztési munkálatok folynak, melyeknek eredményeképpen több új fúróberendezés-típus sorozatgyártása már megkezdődött, illetve az ipari vizsgálatok sikeres befejezte után közvetlenül sorozatgyártás előtt áll, más fúróberendezések prototípusainak ipari vizsgálata pedig jelenleg folyik. Ennek megfelelően az „Uralmas” fúróberendezés-család a közeljövőben több új típussal egészül ki.

### 3. Műszaki-tudományos együttműködés

A tudományos-kutató és tervező-szerkesztő munkák terén időszerű kérdések összeállításával a szekció 1959-ben foglalkozott és az 1965-ig terjedő időszakra meghatározta a műszaki fejlődés alapvető irányait. A javasolt témák a kőolajipari berendezések gyártási folyamataiban elérhető maximális automatizálást tüzték ki célul. Az országok által javasolt és jóváhagyott 240 téma közül 85 kőolajtermeléssel foglalkozik és 61 a kőolajfeldolgozást érinti. Ezeknek koordinálója az RSZK volt és az általa elkészített elemzés szerint a tervező-szerkesztő munkákban mutatkozó párhuzamosságok kiküszöbölése 4,5 millió műszaki munkaóra megtakarítását eredményezte.

A munka során különböző geológiai körülmények és fúrési mélységek esetén alkalmazott fúróberendezések, új típusú elektromos fúrók, nagyteljesítményű könnyű iszapszivattyúk és a fúrás segédanyagait gépesítő és automatizáló berendezések kerültek kidolgozásra. A fúrócsövek és súlyosbítórudak mechanikus megmunkálásával foglalkozó munkák 1966-ban fejeződtek be. Ezzel a tudományos-kutató munkák koordinált végzésének első szakasza lezárult. Magyarország kőolaj- és gáztermelő-berendezések tervező-szerkesztő munkái közül 8 témát vállalt el, kutatási téren viszont nem vett részt az együttműködésben. A kidolgozott témák egy-egy gépegység korszerűsítésével kapcsolatos tervező-szerkesztő munkákra irányultak, de terjedelmük nem volt jelentős.

A kőolaj- és gázipari berendezések tudományos-kutató és tervező-szerkesztői munkáinak koordinálása elsősorban a fejlesztési feladatok megosztását jelentette, s ezáltal bizonyos mértékig kiküszöbölte a korábbi párhuzamosságokat. A kitűzött feladatok többségének elvégzését a jelentős gyártással rendelkező Szovjetunió és Románia, valamint a Lengyel Népköztársaság vállalta el. A fejlesztés eredményeként jelentkező új megoldásokat az említett országok elsősorban saját gyártmányaiknál használták fel.

Magyarország számára a műszaki-tudományos együttműködés eredménye elsősorban a

Szovjet—Magyar Kétoldalú Munkacsoport keretében jelentkezett. Magyarország átadta a felhasználói és a szovjet berendezések üzeme során szerzett tapasztalatairól, valamint az azok alapján végrehajtott korszerűsítésekről szóló tájékoztatást, elősegítve ezáltal a szovjet berendezések további korszerűsítését.

Összefoglalva megállapítható, hogy a tervező-szerkesztő és tudományos-kutató témák koordinált végzése Magyarország — mint felhasználó — szempontjából elsősorban közvetve, a vásárolt gépek korszerűségében jelentkezett.

Az 1972-ben kidolgozott prognózis téma eredményeinek figyelembevételével a szekció 1973. évi munkatervébe három műszaki-tudományos együttműködési téma került felvételre. Ezek közül Magyarország az új kőolaj- és gáztermelő berendezések létrehozását és az egyes fúrési műveletek gépesítését célzó téma kidolgozásában vesz részt.

### 4. Gyártásszakosítási és kooperációs tevékenység

Az 1. sz. szekció gyártásszakosítási tevékenysége keretében elsőként 1957—69. között dolgozta ki a kőolajtermelő és kőolajfeldolgozó berendezések gyártásszakosítási ajánlásainak tervezetét, melyek a kőolajtermelő berendezések 12 tételét, a fúróberendezések 3 tételét, valamint egyéb kiszolgáló berendezéseket és szerelvényeket tartalmaztak.

Az ajánlások közül Magyarország a kútkelző szerelvények, himbaberendezések és mélyszivattyúk szempontjából olyan formában jelentett be érdekltséget, hogy saját szükségletére továbbra is gyártani kívánja azokat. Egyébként Románia és Szovjetunió az ajánlások valamennyi tételére szakosodott.

A Magyarországon gyártott szerelvényeket és berendezéseket elsősorban a kis darabszám jellemezte, és a gyártás célja a hazai szükségletek részbeni kielégítése volt (hasonló berendezéseket vásároltunk a szakosodott országoktól is).

Ezek után a szakosítás második szakaszában a szekció 24. ülésén kidolgozták a szakosított berendezések 1967—70 közötti kölcsönös szállításainak merlegeit, amelyek figyelembe vették a korábban elfogadott tipizálási ajánlásokat is.

Az említett szakosítási ajánlások a geológiai kutató és nagymélységű fúróberendezések 32 tételét tartalmazták (melyek ezen berendezések 95%-át tették ki). Ezek között 16 korábban szakosított és ugyancsak 16 újonnan szakosított tétel szerepelt, 6 típusméret teljesen új gyártmány, melyet korábban a tagországokban nem gyártottak.

A szakosítási ajánlások kidolgozásának eredményeként a geológiai kutató- és fúróberendezéseket sikerült alapvetően két országra — Romániára és Szovjetunióra — szakosítani. Az említett országok szakosított gyártása lényegében kielégíti a többi tagországok szükségleteit és részben kiküszöböli a korábbi tőkés im-



portot. Magyarország az említett tételek közül egyikre sem szakosodott.

Az előző ajánlásokhoz kapcsolódva a szekció 25. ülése kidolgozta az ásványi nyersanyagok geológiai kutatására szolgáló hidrogeológiai és mérnökgeológiai alapvető fúróberendezések 1967—70. közötti gyártásszakosítására és kölcsönös szállításaira vonatkozó ajánlásokat. Az ajánlásokat a Gépipari Állandó Bizottság 32. ülése, majd a Végrehajtó Bizottság (1966 április) érvényesítette. Az ajánlások tartalmazták a legfontosabb, hatékony berendezések típusméreteit és gyakorlatilag ezen berendezésfajták nomenklatúrájának 90%-át tették ki. A berendezések 80%-át Romániára és a Szovjetunióra szakosították és Lengyelország is berendezkedett 7 szakosított tétel gyártására. Magyarország a szakosított tételek mintegy 5%-át kitevő két tételre szakosodott.

Az 1966-ban elfogadott gyártásszakosítási ajánlásokat 1972-ben átdolgozták, a szilárd ásványkincsek kutatására szolgáló valamint a hidrogeológiai és mérnökgeológiai fúróberendezések sokoldalú nemzetközi gyártásszakosításáról szóló egyezmény aláírására 1973-ban kerül sor. Az egyezmény 1980 végéig lesz érvényben, majd ezután öt-öt éves időtartamokra lehet meghosszabbítani. A gyártásszakosítási egyezmény tartalmazza a szakosodó és a nem szakosodó felek kötelezettségeit, a szakosított berendezések árának megállapítására, a külkereskedelmi együttműködési kérdésekre, a szankciókra és a vitás kérdések megoldására, stb. vonatkozó előírásokat, valamint a szakosított berendezések főbb műszaki paramétereit és az 1973—75. évekre szóló kölcsönös szállítási volumeneket.

Az egyezmény hatálya a szilárd ásványkincsek feltárására szolgáló fúróberendezések 7 tételére és az azokhoz tartozó szivattyúk 5 tételére, valamint a hidrogeológiai és mérnökgeológiai fúróberendezések 23 tételére terjed ki. Az említett 35 tétel közül a Szovjetunió 25 tétel, Románia 15 tétel, Lengyelország és az NDK 8, illetve 3 tétel gyártására szakosodott (egy-egy tétel gyártására két illetve három ország is szakosodott).

A gyártásszakosítás eredményeképpen javult a szóban forgó berendezések gyártásának koncentrációja, ami elősegíti a berendezések műszaki színvonalának növelését és a termelési költségek csökkentését.

Magyarország szintén részt vett a gyártásszakosítás előkészítésében, mivel azonban az

általunk gyártott berendezéstípusokból a többi ország részéről nem jelentkezett igény, valamint mivel az 1976-ig várható hazai igények jelentéktelenek, Magyarország az 1973—75. évekre szóló szakosítási egyezményhez egyelőre nem csatlakozik. Lehetőség van azonban az egyezményhez való későbbi csatlakozásra és ennek megfelelően az 1976—80-as évekre vonatkozó felmérések alapján Magyarország meg fogja vizsgálni az aláírás lehetőségét.

A KGST Gépipari Állandó Bizottsága 1971—75. évi komplex munkatervében szerepel a komplex kőolaj- és gáztermelő berendezések gyártásszakosításának feladata is. Ennek megfelelően 1971-ben kidolgozták az említett berendezések nomenklatúráját, majd 1972-ben megkezdődött a gyártásszakosítási és kooperációs ajánlások kidolgozása. Az egyezmény aláírására előreláthatólag 1974-ben kerül majd sor.

Magyarország szempontjából a fenti szakosítások pozitívumaként — elsősorban hazánk felhasználói érdekeltsége oldaláról nézve — az új szakosított tételek gyártása emlithető meg, melyek a nyugati import mintegy 15—20%-os csökkentését teszik lehetővé.

A szakosítás során felmerült problémák kiküszöbölésére részben az utóbbi időben kidolgozott gyártásszakosítási egyezmények egységes szövegmintája tartalmaz megfelelő szankciókat, másrészt pedig azok az egyes komplett berendezésekhez tartozó részegységek nemzetközi kooperációban való gyártásának megszervezésével megoldhatók.

A fenti összefoglalás elsősorban a fúróberendezésekkel és az azokhoz kapcsolódó gépegyeségekkel és szerszámokkal foglalkozott és nem érintette a szekció munkájához közvetlenül hozzátartozó egyéb gépipari feladatokat.

Молнар Дёрдь:

## **СОТРУДНИЧЕСТВО СТРАН-ЧЛЕНОВ СЭВ В ПРОИЗВОДСТВЕ БУРОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ РАЗВЕДОЧНОГО БУРЕНИЯ**

В настоящей статье даются сведения о сотрудничестве стран-членов СЭВ в производстве установок для поисков и эксплуатации нефти и газа, установок для геолого-разведочных работ.



# Fúrógép- és technológiafejlesztési program gazdaságossági kérdései

Irták: Kovács István—Streicher Ferenc

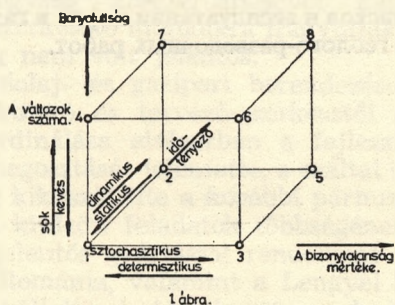
## 1. A gazdaságossági számítások helyzete a mélyfúrás gyakorlatában

A kismélységű fúrásos kutatás során számtalanszor felmerül a kérdés, vajon a műszaki gazdasági döntések előkészítésében alkalmazható-e valamilyen matematikai módszer. Az ok ismeretes, a fúrási tevékenység során nyert kevés információ (nem geológiai) is sztochasztikus kapcsolatokon alapul. Ehhez hozzájárul még, hogy jelenlegi lehetőségeink mellett számos kapcsolat számszerűsített figyelembevételét vizsgálatainkból ki kell zárunk, elsősorban az emberi viselkedéssel összefüggő hatások egész komplexumát, melyek a jelenlegi műszaki színvonal mellett a fúrási eredményt jelentősen befolyásolják.

A kérdés felvetésekor a gyakorlatban két szélsőséges szemlélettel találkozhatunk. Egyik az egzaktásra való törekvés, a másik a fúrási tevékenység csupán intuíción alapján történő irányítását hangsúlyozza.

Az első szemlélet hirdetői szerint a feltételek még nem érettek meg — alacsony a műszerezettség, automatizálási fok, stb. — ahhoz, hogy a döntések előkészítésében matematikai módszereket alkalmazzunk. A másik szemlélet képviselői szerint — mely a fúrási munka kisipari jellegével kapcsolatos, a megfelelő gyakorlattal rendelkező vezető, formális matematikai modellek nélkül is megoldhatja a döntési problémáit.

Mielőtt állást foglalnánk a fenti kérdésekben, célszerűnek látszik a gyakorlatban felmerülő döntési problémákat rendszerezni, elhelyezni, elsősorban a problémátípus oldaláról nézve. Ehhez igen szemléltető R. A. Howard felosztása az ún. problémater-modell szerint (1. ábra), amely nagyvonalúan illusztrálja a döntési problémák struktúráját.



1. ábra.

A problémater dimenziói tehát:  
 — az idő,  
 — a bizonytalanság,  
 — a bonyolultság.

Az időtől való függőség a statikustól a dinamikus állapotig változik.

A bizonytalanság mértéke a determinisztikus helyzetektől — amikor minden változó ismert — az erősen valószínűségi helyzetekig terjedhet, amikor a változókról kevés információval rendelkezünk.

A bonyolultságot a szükséges változók számával fejezhetjük ki. Eszerint megkülönböztünk egyedi, illetve optimumszámításokat, stb.

A háromdimenziós tér minden csúcsa megfelel egy-egy modellcsoportnak. A legbonyolultabb a 8. csúcs. A valószínűségi problémák igen csekély hányada helyezkedik el az 1-es csúcs közelében. Fokozottan érvényes ez a megállapítás a mélyfúró iparban felmerülő problémákra, ahol a tényezők nagyfokú inhomogénitása folytán a különféle, legtöbbször sztochasztikus kapcsolatok, szerteágazó reagálási láncok nyomkövetése rendkívül nehéz és sok esetben lehetetlen.

A bevezetőben felvetett kérdésre a válasz semmiesetre sem lehet a semmittevés, a várakozás, amíg a feltételek teljesítettek lesznek. Így a jelenlegi valószínűségi helyzetre épülő megoldás csak valamilyen kompromisszum útján kereshető.

Jelenlegi feladatunk kapcsán — technológia- és fúrógépfejlesztés — annak gyakorlati realizálását szem előtt tartva a megoldás egészére vonatkozóan a heurisztikus közelítésmódot alkalmazzuk. E közelítésmóddhoz tartozó módszerekkel, mint ismeretes nem állíthatjuk, hogy optimális eredményhez jutunk, s egyben tudatában vagyunk a továbbhaladás szükségességének. Ilyen szemléletű módszer az ár—költség—nyereség struktúramodell is, mellyel fejlesztési problémánk gazdaságossági kérdéseit vizsgáljuk. A számítás bemutatása előtt szükségesnek látszik a modell egyik komponensével, a költséggel kapcsolatos általános ismeretekkel részletesebben foglalkozni.

## 2. Költségtani alapfogalmak

### 2.1. A költségek csoportosítása.

A termelési költségek alakulásának megfigyelése, elemzése, ellenőrzése céljából azokat különféle szempontok szerint osztályozzuk.

- költségnemek
- gazdasági tartalom
- a felhasználás módja
- a költségek összetétele
- a termelési volumenhez és összetételhez való reagálás szerint.

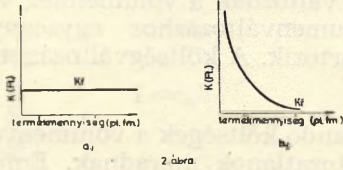
Mint hogy az első négy szempont szerinti csoportosítás általában a hagyományos önkölt-



ség-számítással kapcsolatos, melynek eredményei mindig valamilyen statikus állapotra vonatkoznak, így ezekkel részletesen nem foglalkozunk.

## 2.2. A költségek osztályozása a termelési volumenhez és összetételhez való viszony szerint.

Azokat a költségeket, amelyek a termelés méreteitől, összetételétől bizonyos határok kö-



2. ábra

zött függetlenek, állandó, míg azokat, amelyek a volumentől és összetételtől függnek, változó költségeknek nevezzük.

Az állandó költségekre vonatkozó megállapítás csak bizonyos határok között érvényes. A volumen nagyarányú változása esetén az állandó költségek is változnak. Ez a változás azon-

ban nem a volumenváltozás függvényében, hanem egy meghatározott volumen elérése után, lépcsőzetesen következik be. A fix költségek — a 2-es ábra szerint — az összköltségben vízszintes egyenesként, az egységönköltségben hiperbolaként ábrázolhatók.

A változó költségek a változás tulajdonsága szerint lehetnek

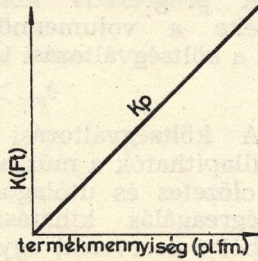
- proporcionálisan változó
- progresszíven változó és
- degresszíven változó

költségek.

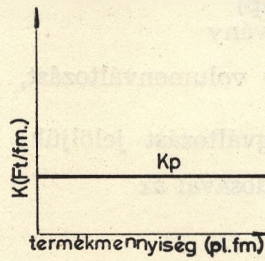
A proporcionális költség a volumenváltozással arányosan változik (a termelés mennyiségi változásával a költségváltozás egyenesen arányos).

A proporcionális költségek változása a volumen függvényében az összköltség vonatkozásában egy, az origóból kiinduló 45°-os egyenes, míg ugyanez a költség a termék egységköltségében állandó költségként jelentkezik. (3. ábra)

Progresszíven változó költség esetén a költség növekedése a termelés mennyiségi növekedésének mértékét meghaladja. Általában túlterhelés következtében adódhat, amikor valamilyen különleges ok miatt az átlagosnál nagyobb termelésre van szükség, és az erre való ösztönzés az átlagosnál nagyobb bérköltség kifizetését

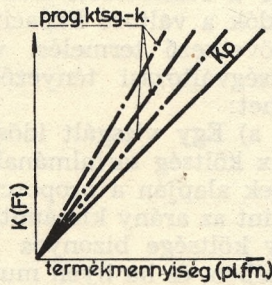


a<sub>1</sub>

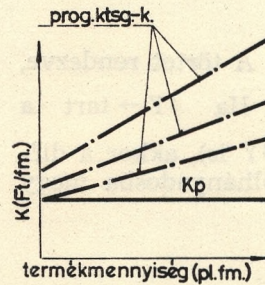


b<sub>1</sub>

3. ábra.



a<sub>1</sub>

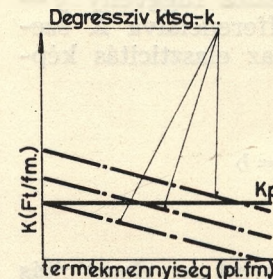


b<sub>1</sub>

4. ábra.



a<sub>1</sub>



b<sub>1</sub>

5. ábra.



indokolja. Az összes költségen belül a progresszív költségeket ábrázolva  $45^\circ$ – $90^\circ$ -os szöget zárnak be. 4. a. ábra. Az egység önköltségében a progresszív költségek a 4. b. ábra szerint alakulnak.

Degresszív költségek felmerülésekor a termelésnövekedés mértéke a költségnövekedés mértékét meghaladja. Túlnyomó részét az üzemi általános költségek teszik ki, leszámítva a fix költségeket. Ezek az általában több költségnemből összetett költségek rendszerint konkrét tevékenységgel hozhatók kapcsolatba. Az időszaki összes költségen belül a költségek ábrázolásánál — fix tartalmuk miatt — nem indulnak az origóból, s a kezdőpontjukból induló vízszintessel kisebb szöget zárnak be, mint a proporcionális költségek. 5. a. ábra. Az egységönköltségben a degresszív költségek az 5. b. ábra szerint alakulnak.

### 2.3. A volumenváltozás—költségváltozás kapcsolatának kvantifikálása az elaszticitás meghatározása alapján.

A vizsgált kapcsolat sztochasztikus jellegű, így meghatározása regressziós függvénnyel történik. Vezessük be az alábbi jelöléseket:

X: volumen (pl. fm/hó, nap)

Y: költség (pl. Ft/hó, nap)

y: f(x) regressziós függvény

Ha a  $\frac{\Delta X}{X}$ -el a relatív volumenváltozást,

és  $\frac{\Delta Y}{Y}$ -al a relatív költségváltozást jelöljük, akkor a két kifejezés hányadosával az

$$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta Y}{Y}}{\frac{\Delta X}{X}}$$

elaszticitást határoztuk meg. A törtet rendezve,  $\frac{\Delta Y}{\Delta X}$  - differenciahányados. Ha  $\Delta Y \rightarrow \text{tart}$  a 0-hoz (s így természetesen  $\Delta Y$  is), akkor a differenciahányados differenciálhányadosba megy át, azaz

$$\varepsilon = \frac{dx}{dy} \cdot \frac{Y}{X}$$

Ha az  $y = f(x)$  regressziós függvény  $y = ax^b$  alakú, akkor ezt differenciálva X szerint, majd behelyettesítve az elaszticitás képletébe az

$$\varepsilon = \frac{abx^{b-1}}{ax^b} = b$$

eredmény adódik, mely szerint az elaszticitás egyenlő a függvény b hatványkitevőjével és nem függ X nagyságától. Az elaszticitás ezen előnyének kihasználását az adatszolgáltatás hiá-

nyosságai korlátozzák. Így a gyakorlatban az elaszticitást figyelmen kívül hagyják, illetve  $b = 1$  feltételezéssel fogadják el.

### 2.4. A költségreagálás szemszerűsítése költségváltozási tényezők segítségével.

Az állandó és változó költségek elhatárolására a szakirodalom az ún. költségváltozási tényező alkalmazását ajánlja. A költségváltozási tényező egy-egy költségfajta volumennel való változásának mértékét fejezi ki.

Proporcionális költségek esetén a költségek arányosan változnak a volumennel, vagyis egységnyi volumenváltozáshoz egységnyi költségváltozás tartozik. A költségváltozási tényező:

$$\delta_p = 1$$

Az állandó költségek a volumenváltozás hatására változatlanok maradnak. Ennek megfelelően a költségváltozási tényező:

$$\delta_f = 0$$

A degresszív költségek növekedésének mértéke elmarad a volumennövekedéstől, így a költségváltozási tényező 0 és 1 értéke között helyezkedik el, tehát

$$0 < \delta_d < 1$$

A progresszív költségek növekedésének mértéke a volumennövekedést meghaladja, ezért a költségváltozási tényező

$$\delta_{prg} > 1$$

A költségváltozási tényezők képzésével megállapíthatók a műszaki fejlesztés, szervezés, stb. előzetes és utólagos költségkihatásai. A költségreagálás kihatásainak számszerűsítése céljából a szervezeti egységek sajátosságainak megfelelően ki kell alakítani a mérési egységeket, a költségrészletezéseket. Következő lépésként a részletezett költségek kapcsolatba hozandók a változó kapacitáskihasználás hatására bekövetkező termelési volumenváltozással. A költségváltozási tényezők meghatározása történhet:

a) Egy vizsgált időszak összes költségéből a fix költség tartalmának meghatározása, majd ennek alapján a proporcionális költségrész, valamint az arány kiszámítása. (Pl. egy TMK-műhely költsége bizonyos karbantartási munka esetében, és ha ilyen munka nem merül fel.)

$$\delta = \frac{K_{fr}}{K_o}$$

b) A második, empirikus meghatározási mód esetében a két időszak költségváltozási százalékát viszonyítjuk a volumenváltozás százalékához, melyet normaórákkal fejezhetünk ki. Így:

$$\delta = \frac{\Delta K}{\Delta V}$$

c) meghatározható a tényező becslés útján is. A költségváltozási tényezőnek valamennyi



		100-300 M-IG.							300-650 M-IG.					800-955 M-IG.			1200-2000 M-IG.	
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2
Szocialista reláció.		BZK-2V-100	5G-150	MKB 200/300				5G-300			SZBA-500		5G-650 B	SZBA-800				HP-1200
Kapitalista reláció					Ly-24	Acker,W'	Wirt B0		Wirt B1A	Acker III.		Ly 34			Új-Acker	Ly-38	Ly-44	
Túrasi mélység fm.	Gyémánt k-val.			300	220	244				488	500	530		800	900	935	1925	2000
	Sörét-fém k-val.	100	150-250	200				300-600			300		1000	500				1500
Túrasi φ-k.	Kezdő.	92	100	132		3°		150		3°	146	HQ 88,9	200	156	66,4 NWX	HQ	HQ	250
	Befejező.	59	36			1 1/2°		48				AQ 44,5	59					
	Gyémánt.			48	A0					1 1/2°	59			59	44,4 AWX	AQ	AQ	59
	Fém-sörét			93							112			112				93
Túrórud φ		42-93,5		42-50	EW - AW			44,45-98,97			42-50	HQ HQ BQ AQ		42-50		HQ ; HQ BQ ; AQ	HQ ; HQ BQ ; AQ	50-63 1/2
Túrasi szög.		0°-360°		70°-90°	0°-900°	0°-360°	0°-360°			0°-360°	0°-360°	0°-360°		60°-90°	0°-360°	0°-360°	0°-360°	80°-90°
Forgatófej fordulatszám.	Lassú	177 ; 276 462 ; 730	240,342; 524 746; 1009; 1434	100; 200; 355 555; 813	284 ; 408 688	160; 131; 805 1022		33; 62 100; 165		88-495 90-705		20; 41; 76; 824 24; 158; 803	48; 71; 106 158; 240; 360		01; 126; 231 390	70 ; 141 264; 444	107; 347; 634 1066	
	Gyors	290 ; 450 760 ; 1200	300; 425; 650 826; 1250; 1784	160; 290; 515 805; 1160	973; 828; 1536 523; 1182; 1773	204 ; 422 772 ; 1302		290; 518 842; 1390		115 - 900 154 - 1286		30; 56; 107; 170 240; 600; 1100 850	104; 155; 280 342; 505; 782		232; 481 880; 1484	290; 600 1100; 1850	238; 473; 865 1462; 281; 523 1065; 4900	
Hidraulikával kifejezhető erő.	Lefelé kp.		2440	3000	1700		2200	4850	3600			4950	8500			70 atm.		15000
	Felfelé kp.		3000	4000			3000	6500	6000				10000			70 atm.	5620	
Befogófej					mech.	mech.	Hidr.		Hidr.	mech.	Hidr. vez. automata.	mech.		Hidr. vez. automata.	Hidr. és mech.	mech.	mech.	Hidr. vez. automata
Forgató előtolási hossz mm.					610		3350		4800		400	610		500		610	610	600
Kötélsebesség m/p - m/s				0,82; 1,23; 2,25 3,30; 5,15	2,5-3,2-0,6 W	16 ; 32; 58 98			0-2,5		1; 1,6; 2,4	26; 50; 0,6 162 W		0,7; 1,24; 1,86 2,43; 3,88; 4,3	0,5; 0,5; 0,5,8 0,4; 3,6; 7,0 1,26; 2,40	2,2; 4,5; 8,8 14,0. W	20; 4,3; 7,8 19,2. W	0,70; 1,14; 2,44 3,04; 3,34; 4,37 6,20
Villá hűzőereje kp.			1150.	2000				3850	2200		2000	3500	3550	3500		4500	6500	5500
Hegyhajtó motor és teljesítménye.	Fajta			vill- diesel	diesel	diesel.	diesel		diesel.	diesel.	vill- diesel	diesel.		vill- diesel	diesel	diesel	diesel.	vill- diesel
	Vill. mot. kw.			13							22			30				55
	Diesel LE.			40	10,2	11,9	30		42		40	36		75	47	51	60	
Árbóc magasság. m.				14,0			4,22		6,12			3820 lip				3820 lip.		
Szivattyú	Teljesítmény kp.			25 ; 40 75 ; 125			120 - 800		240-435			130; 78; 43 21; 17			17; 80,8; 44,4 78,8; 196,2	132; 78; 43 21; 17		132; 78; 43 21; 17.
	Nyomómag.			40 atm.			15-27 atm.		40-20 atm.			35-56 atm.			45,7 atm.	35-58 atm.		35-56 atm.
Fűrógép súly. Mp.					0,565	0,895	1,730		3,6			0,965			1,497	1,48	2,6	
Összsúly. Mp.						0,855			5,65			1,927			1,248	2,45		
Gyorsmagszedővel felszerel-e.			igen		felszerelve			igen.	igen			felszerelve	igen			felszerelve	felszerelve	
Beszerzési érték m.Ft.				0,7			16,20		2,7		0,7	1,2			1,28	1,5	1,8	
Forgatónyomaték mkp.							14-125		15-400									



rész költségre való meghatározása után, kiszámítható az átlagos költségváltozási tényező:

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \delta_i}{\sum_{i=1}^n K_i}$$

ahol  $K$  = az egyes költségfajtákkal kapcsolatos költség

$n$  = költségfajták száma.

Az átlagos költségváltozási tényező — az egyes költségváltozási tényezők súlyozott átlagaként — a költségek meghatározott csoportjának volumenváltozásra való reagálását, illetve ennek átlagos mértékét fejezi ki. Így a különböző mértékben változó, és az állandó költségeket két kategóriába: a proporcionális és állandó költségek csoportjába tömöríti.

A költségek az ÁKN-struktúramodell másik két komponensével való kapcsolatát a feladat során ismertetjük.

### 3. A mélyfúrási profilkak megfelelő fúróberendezések rövid műszaki jellemzése

Az 1. sz. táblázatban láthatók azoknak a fúrógépeknek a műszaki adatai, amelyek ismereteink szerint fejlesztés szempontjából szóba jöhetnek. A műszaki jellemzők könnyebb összehasonlítása érdekében a berendezéseket úgy csoportosítottuk, hogy a közel azonos mélységkapacitású, különböző gyártmányú fúrógépeket helyeztük a táblázatban egymás mellé. A táblázatban távolról sem szerepel minden adat, amiket a fúrógépekről ismerünk. Azonban a legfontosabb jellemzők — amelyek alapján a műszaki és gazdasági szempontból való kiválasztás megtörténhet — szerepelnek. A mélységkapacitás, a fúrási átmérők, emelőerők és súlyadatokon túlmenően két fontos szempontra kell felhívni a figyelmet:

- a) a fúrógép forgatófejének fordulatszám-tartományára, mint a gyémántfúrás egyik rendkívül fontos tényezőjére;
- b) a forgatófejnél a hidraulikus befogás lehetőségére.

A fúrógépek beszerzésénél és a beszerzések ütemezésénél a következő alapvető szempontokat kell figyelembe venni:

A fejlesztés olyan irányú legyen, hogy a beszerezni kívánt fúrógépek az üzem profiljának, az alkalmazandó és a legnagyobb termelékenységű fúrási technológiának legjobban megfeleljen.

Az alkalmazandó technológiában két irányban várható lényeges változás a jelenlegi helyzethez viszonyítva:

- A teljes szelvényű fúrás aránya a jelenlegi 19%-ról a tervciklus végére kb. 50%-ra fog emelkedni;
- A teljes szelvényű fúrás arányának növelésénél törekedni kell a mennél kisebb átmérőjű teljes szelvényű fúrás megvalósítására.

A magfúrásnál a jelenlegi 25—33%-os gyémántfúrási arányt — mivel annak létjogosultsága mind minőségi, mind gazdaságossági szempontból már hazai vonatkozásban is bizonyítást nyert — 50%-ra kell emelni, és csak ott szabad a viszonylag nagy fúrási átmérőt követelő hagyományos (fémbetétes, sörét) fúrási technológiát alkalmazni, ahol azt a rétegviszonyok (agyag, márga, homok stb.) indokoltá teszik. Üzemünk vonatkozásában az összes fúrási volumennek legfeljebb 25%-ában. Gyémántfúrásnál különösen tekintettel kell lenni az ugrásszerűen magas termelékenységet ígérő köteles gyorsmagszedő technológia alkalmazási lehetőségére.

Üzemünknek olyan fúrógépeket kell beszerezni, amelyekkel mind a magfúrások, mind a kis átmérőjű teljes szelvényű fúrások nagy termelékenységgel mélyíthetők. Ezzel kapcsolatosan alapvető követelmények:

a) forgatófejek nagy fordulatszám-tartománya,

a gyors előtolási lehetőség, minimális ki- és beépítési időszükséglet.

A gépfejlesztési programnál feltétlenül figyelemmel kell lennünk arra is, hogy legalább egy olyan komplett fúrógépet szerezzünk be a hozzátartozó szerszámokkal együtt, amellyel optimális viszonyok között alkalmazhatjuk a köteles gyorsmagszedéses fúrási technológiát, hogy az abban rejlő lehetőségeket üzemünknel is felhasználhassuk és a további tervezéshez figyelembe vehessük.

### 4. A fúrógép- és technológiai fejlesztés gazdasági hatékonyságának vizsgálata.

Az egyes géptípusok ÁKN komponenseit az alábbiak szerint határozzuk meg:

- a) a várható teljesítmények alakulását az ismert területen végzett fúrás adataiból, a beszerzendő fúrógépek műszaki mutatóiból, valamint a külföldi tapasztalatok és az elméleti megfontolások felhasználásával határozzuk meg.
- b) Ár: a jelenleg érvényes árhatósági árat vesszük figyelembe. Változatlanak tartjuk.
- c) Költség: a fúrószerszámok, anyagok felhasználását üzemí tapasztalati anyagnormák és külföldi tapasztalatok alapján vesszük fel. A változatlanak tartott költségnemeknél az azonos kapacitáskategóriába tartozó ZIF gépek tényadatait vesszük számításba.

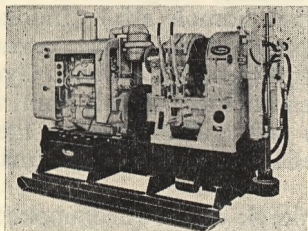
Az említett szempontok szerinti vizsgálatot csak a Longyear—44 gép esetében mutatjuk be, a többi gépnél hasonló elvek szerint jártunk el.

A Longyear—44 (Ly—44) típusú fúróberendezés (6. ábra) várható teljesítményalakulásában döntően két tényező változása fog dominálni. Egyik a magasabb fordulatszám, mely magasabb mechanikai fúrási sebességet eredményez, a másik a munkaidőmérlegben várható kedvező hatású struktúraváltozás. Utóbbinál csak a fúrócsere időcsökkenését vesszük figyelembe, mely a rotációs időben realizálódik.

Vizsgálatunk bázisideje az 1972. év, amikor a fúrás kizárólag ZIF—1200-as berendezésekkel és konvencionális gyémánttechnológiával



történt. A fúrásnál az 1972. évi átlagos fordulatszám 100 fp<sup>-1</sup> (ZIF—1200-as I—II. átlag). A Ly—44 típusnál az emelt fordulatszám alkalmazását egyrészt a gép magasabb fordulatszámkapacitása, másrészt az egyenes tengelyűséget biztosító, ezáltal a vibrációhatást nagymérték-



ben csökkentő új lyukszerkezete teszi lehetővé. A tervezett átlagos fordulatszámot 500 p<sup>-1</sup>-nek, a talpterhelést 1,8 Mp-nak felvéve az Eckel—Bielstein—Cannen-féle empirikus összefüggésből a várható mechanikai sebesség alakulására következtethetünk.

Eszerint

$$v = a \cdot P \cdot n^{0,5} \text{ (m/ó)}$$

A bázisadatokból

$$a = \frac{V}{P \cdot n^{0,5}} = \frac{0,54}{2,5 \cdot 100^{0,5}} = 0,021$$

A várható mechanikai sebesség tehát

$$v = 0,021 \cdot 1,8 \cdot 500^{0,5} \\ v = 095 \text{ m/ó}$$

A ki- és beépítési idő 1972-ben  $T_{cs1} = 4,8$  ó/nap, a tiszta fúrési idő  $T_r = 10,4$  ó/nap, az átlagos előfúrési hossz  $l_1 = 4$  m volt. Az új technológiával a várható előfúrési hossz  $l_2 = 30$  m a fajlagos ki- és beépítési időt változatlanak tartva (azonos fúrótorny) a Ly—44 fúrócsere ideje:

$$T_{cs2} = k \cdot \frac{l_1}{l_2} \cdot T_{cs1} = \frac{0,95}{0,54} \cdot \frac{4}{30} \cdot 4,8 = 1,1 \text{ ó/n}$$

A „k” tényező a mechanikai sebesség változásának hatása. A magvétel ideje  $t_n$  az átlagos ki- és beépítési hosszából  $L$ , valamint az alkalmazható vitlasebességből  $v$ , határozható meg.

$$t_n = \frac{L}{v} + t_e = \frac{1200}{3300} + 0,1 = 0,5 \text{ óra}$$

$t_e$ : a mag kivételének ideje

Napi ötszöri „n” magzedést tervezve

$$T_n = n \cdot t_n = 5 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ óra/nap}$$

Így az összefúrótorny és magvételi idő

$$T_\sigma = T_{cs2} + T_n = 3,6 \text{ óra/nap.}$$

A fúrócsere időkülönbsége a rotációs időt,  $T_r$ — $t$  fogja növelni Így

$$T_r = T_{r1} + (T_{cs1} - T_\sigma) = 10,4 + (4,8 - 3,6) \\ T_r \sim 12 \text{ óra/nap}$$

A várható kereskedelmi sebesség és éves volumen

$$V_k = v_m \cdot T_r = 0,95 \cdot 12 = 11 \text{ m/nap}$$

$$V_{éves} = 350 \cdot 11 = 3850 \text{ m}$$

A felhasznált és számított adatok összefoglalva a 2. sz. táblázatban láthatók.

2. táblázat

Fúrógéptípus	Terhelés Mp	Fordulat fp <sup>-1</sup>	Rotációs idő óra/n	Mech. seb. m/ó	Fúrócs. és magv. idő óra/n	Kereskedelmi seb. m/nap	Éves teljesítm. m
ZIF—1200	2,5	100	10,4	0,54	4,8	5,4	1900
Ly—44	1,8	500	12	0,95	3,6	11	3850

A várható élettartam, illetve fajlagos felhasználás szerint a Ly—44. típ. összes költségét az alábbiak szerint csoportosítottuk. (3. sz. táblázat)

3. táblázat

Megnevezés	Vételár e Ft	Járulékos e Ft	Össz. kts. e Ft	Fajlagos, ill. időszakos kts. Ft/m Ft/év	
1. Fúrószerszámok					
Gyémántkorona	720	240	960	300	
Bővítőkorona	90	40	130	30	
Magcső	530	270	800	130	
Fúrócső	2000	1100	3100	240	
Béléscső	880	470	1350	560	
Összesen:	4220	2120	6340	1260	
2. Egyéb szerszámok, anyagok	980	520	1500	380 000	
3. Állóeszközök	Gépegységek	1600	870	2470	380 000
Ly—44 össz. költség			10 310		



A következőkben táblázatosan közöljük a ZIF—1200 tényleges, majd a Ly—44 várható költség struktúráját. A táblázatok értelmezésé-

vel képet kaphatunk meghatározásuk módjára. 4. és 5. sz. táblázat.

4. táblázat

Költségrészletezés	$K_{\delta}$	$\delta$	Red. Prop. A/év	A költségek redukciója		
				Eredeti $K_f$	Redukált $K_{fr}$	Összes fix $K_{f\delta}$
Szerszám — anyag	1,6	0,8	1,3	—	0,3	0,3
Szállítás	0,4	0,15	0,1	—	0,3	0,3
Gépjármű	0,9	0,1	0,1	—	0,8	0,8
Egyéb	1,3	0,1	0,1	—	1,2	1,2
Gyáregységi	0,5	0,1	0,1	—	0,4	0,4
Összesen	4,7		1,7	—	3,0	3,0
Egy gépnapra (e Ft)	13,4		5,0			8,4

5. táblázat

Költségrészletezés	m Ft $K_{\delta}$	$\delta$	Red. Prop. m Ft/év	A költségek reprodukciója		
				Eredeti $K_f$	Redukált $K_{fr}$	Összes fix $K_{f\delta}$
Fúrószerszámok	4,8	1,0	4,8	—	—	—
Egyéb szerszámok és anyagok	0,4	0,2	0,1	—	0,3	0,3
Új állóeszközök	0,4		—	0,4	—	0,4
Szállítás	0,2		—	0,2	—	0,2
Gépműhely	0,8	0,1	0,1	—	0,7	0,7
Egyéb változatlan	1,0	1,0	0,1	—	0,9	0,9
Gyáregységi	1,1	0,1	0,1	—	1,0	1,0
Összesen	8,7	—	5,2	0,6	2,9	3,5
Egy gépnapra (e Ft)	25		15			10

Az átlagos költségváltozási tényező a ZIF—1200-as típusnál

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i \delta_i}{\sum_{i=1}^n K_i} = \frac{1,7}{4,7} = 0,37$$

Az átlagos költségváltozási tényező a Ly—44 típusnál

$$\bar{\delta} = \frac{5,2}{8,7} = 0,6$$

Az így meghatározott költségstruktúrát az alábbiak szerint hozzuk kapcsolatba az  $\bar{A}$  árbevétel és  $N$  nyereséggel.

$$N = \bar{A} - (K_{r\delta} + K_{f\delta}) \text{ (Ft/év)}$$

Az árak állandóságát feltételezve, így az árbevétel és az összes proporcionális költség lineáris változóként jelentkeznek. Ezek különbsége az  $F$  fedezet.

Tehát

$$F = \bar{A} - K_{\delta} \text{ (Ft/év) és így}$$

$$N = F - K_{\delta} \text{ (Ft/év)}$$

A fentiek szerint meghatározott ZIF—1200-as tényleges, és a Ly—44-es fűrőgép várható ÁKN-struktúrája az adatok behelyettesítése után a 6. sz. táblázatban látható.

6. táblázat

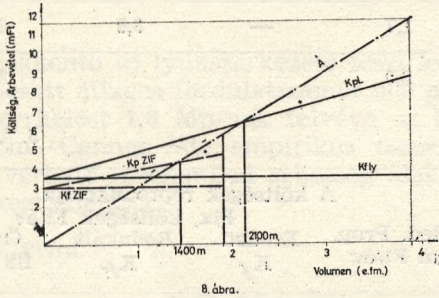
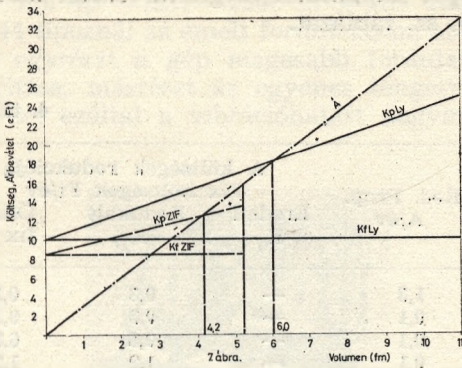
Tényezők	ZIF—1200-as tényleges m Ft	Ly—44 várható m Ft	Struktúra- változás m Ft
$\bar{A}$	5,7	11,6	5,9
$-K_{p\delta}$	1,7	5,2	-3,5
$-K_{f\delta}$	4,0	6,4	2,4
$F$	3,0	3,5	-0,5
$N$	1,0	2,9	1,9

A táblázat adatai alapján a 7. és 8. ábrán a ZIF—1200-as, valamint a Ly—44-es fűrőgép ÁKN-struktúráját grafikusán is ábrázoltuk, a kritikus pontok feltüntetésével. (A 8. ábra éves időszakra, a 7. a. egy gépnapra.)

Az ÁKN-struktúra alapján a Ly—44 megtérülés ideje

$$T_m = \frac{\sum_{i=1}^m B_i}{\sum_{i=1}^m N_i} = \frac{10,3}{1,9} = 2,8 \text{ év}$$





A megtérülés elfogadható értékű.  
A befektetés hatékonysága

$$G_o = \frac{1}{T_m} = \frac{1}{2,8} = 0,36$$

További következtetések vonhatók le, ha megvizsgáljuk, hogy az egyes ÁKN-komponensek 10%-os változása hány %-os nyereségváltozást eredményez.

10%-os árbevétel hatása

$$\Delta N_A = \frac{\Delta A}{N} \cdot 100 = 0,1 \cdot \frac{11,6}{2,9} \cdot 100 = 40\%$$

10%-os proporcionális költségváltozás

$$\Delta N_{Kp} = \frac{\Delta K_p}{N} \cdot 100 = 0,1 \cdot \frac{5,2}{2,9} \cdot 100 = 18\%$$

10%-os volumenváltozás hatása

$$\Delta N_v = \frac{\Delta F}{N} \cdot 100 = 0,1 \cdot \frac{6,4}{2,9} \cdot 100 = 22\%$$

10%-os fix költségváltozás

$$\Delta N_{Kf} = \frac{\Delta K_f}{N} \cdot 100 = 0,1 \cdot \frac{3,5}{2,9} \cdot 100 = 12\%$$

Az elvégzett számítások szerint a vizsgált változások nyereségkihatásának szemszögéből a legnagyobb jelentősége az ár-, ill. árbevétel-változásnak van.

A kvantifikálható eredményeken kívül az új gép beállítása számos területen érezteti hatását. Ezek közül csak a legfontosabbakat említjük. Először is új, de a jelenleg a világszínvonalat képviselő kisátmérőjű fúrási technológia bevezetését jelenti, mely a gyémántkorona optimális működtetését teszi lehetővé,

ezzel jelentős termelékenységgel emelkedés várható. A folyamatos magcszedés a magkihozatalt javítja és a magot kíméli. A gép műszerezettségi foka a fúrási adatok javulását növeli, melytől a fúrási műszaki munka színvonalának fellendítése is várható. Az említetteken kívül gyűrűződő hatásként jelentkezhet a fúrási fizikai munka iránti fokozottabb érdeklődés, melyet a gép magasabb automatizálási foka vonhat maga után.

A konvencionális lyukszerkezethez viszonyítva természetesen kedvezőtlen hatásterületei is vannak az új technológiának, melynek első sorban a lecsökkent lyukátmérő a következménye. Ez főképpen a lyukban végződő geofizikai és hidrogeológiai vizsgálatokra terjed ki.

Hatékonysági vizsgálatunk alap gondolatát mint látható volt, az ipari termelés során előállított termékek, valamint a fúrási tevékenység során nyert folyóméterek közti analógia szolgáltatja. A számítás során természetesen felvett adatokat is használtunk, s így a valóságos üzemi, vállalati helyzetre épülő vizsgálatainkhoz képest a bemutatott példa is leegyszerűsödött. Külön nem foglalkoztunk pl. az új gépek várható költségstruktúrájának elemzésével, ezeknek az üzemi, illetve vállalati ÁNK-struktúrára gyakorolt hatásaival. E vizsgálatoknál azonban már erősen hatnak a vállalati sajátosságok, valamint a piaci helyzet is, így ezek ismertetését nem láttuk célszerűnek.

#### IRODALOM

- Dr. Alliquander Ödön*: Rotari fúrás. Műszaki Könyvkiadó 1968.
- James D. Cumming*: Diamond Drill Handbook. Printed and Bound Canada 1971.
- Diamond bites and their use in shallow Holes. Christensen Diamond Produkts Co.
- Werner Heyberger*: Diamantwerkzeuge in der Schürfböhrtechnik. London.
- Dr. Papp Ottó*: Vállalati döntések gazdaságtana. BME TI 1971.
- Deli-Kocsis-Ladó*: Rendszerelméleten alapuló gazdaságossági számítások. Műszaki Könyvkiadó 1971.
- Ladó-Deli-Kocsis*: A komplex iparvállalati tervezés módszertana. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó 1971.
- Dr. Ladó László*: Az ipari folyamatok mozgatói elemei. Műszaki Könyvkiadó 1971.
- Horváth Gyula*: Vezetői döntések megalapozása gazdaságmatematikai módszerekkel. BME TI. 1972.
- Dr. Fülöp Sándor-Simon Miklós*: Esettanulmányok és vállalati játékok. Közgazdasági és Jogi K. 1969.
- Ferenczi Sándor*: Maximális jövedelmezőséget biztosító gyártmányösszetétel kialakítása. BME TI. 1972.

Ковач Иштван—Штрейхер Ференц:

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРОГРАММЫ РАЗРАБОТКИ БУРОВЫХ УСТАНОВОК И ТЕХНОЛОГИИ

Статья состоит из четырех глав. В первой из них освещаются математические приемы, используемые в буровом деле. Из-за небольшого объема информационных данных, часть которых содержит и элементы вероятности, авторы — вместо точных методов предла-



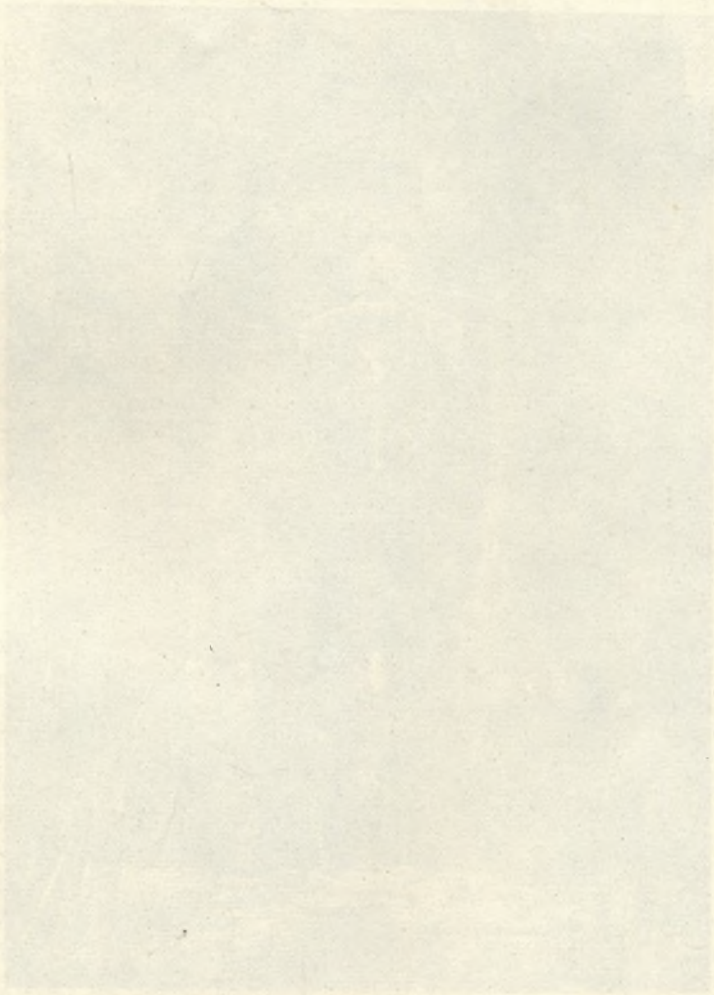
гают хеуристические методы. Модел цена-себестоимость-прибыль является также таким методом который дает экономический анализ усовершенствования технологии бурения и буровых установок.

Во второй главе освещаются некоторые основные понятия себестоимости, уделяя особое внимание зависимости изменения объема и себестоимости,

у которых квантификация проводилась факторами изменения себестоимости.

В третьей главе дается техническая характеристика возможных вариантов усовершенствования буровых станков.

В четвертой главе излагается анализ экономической эффективности станка типа ЛОНЖИР-44, по модели цена-себестоимость-прибыль.





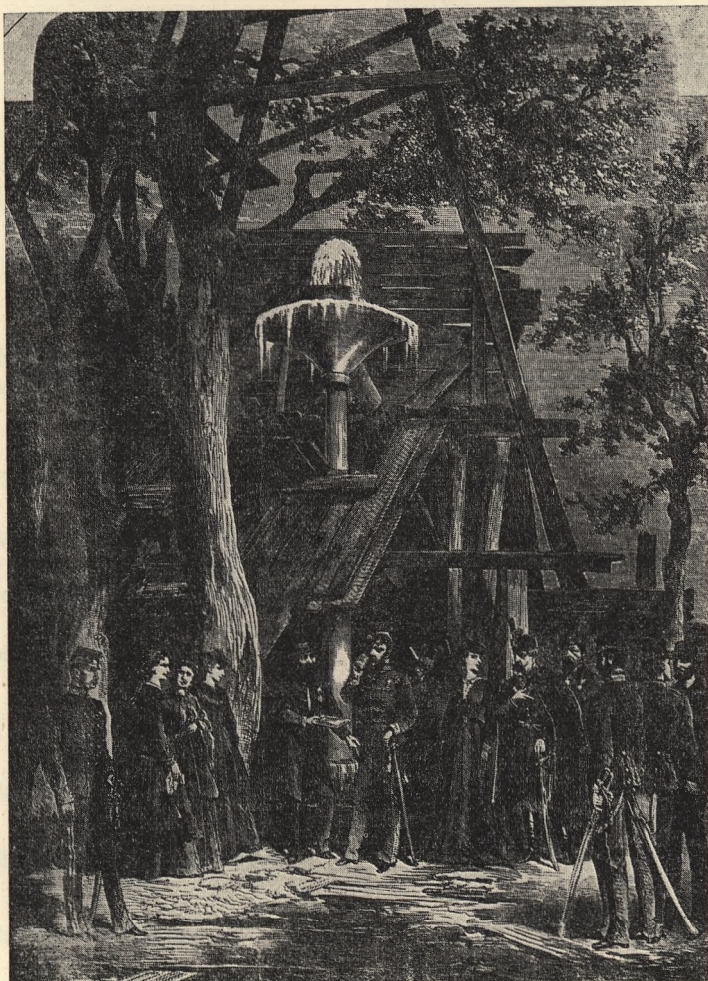
# A hévízkutak kútfejkiképzésének kialakulása

Írta: Csath Béla

A hazai hévízkutatás és mélyfúrás kezdeti időszakának története a magyarországi mélyfúrás történetéhez szorosan kapcsolódik, melynek részben fő célja a víznek, mint elsőrendű élet-szükségletnek fedezése, másrészt pedig egyéb célokkal lemélyített fúrások (szénhirdogén-, szén- és érc kutatások) segítségével ezen nyersanyagok felkutatása és feltárása volt. [1]

ban csak a legritkább esetben következik be, a mélységi víztárolók ugyanis egymással igen nagy területen összeköttetésben állnak és közöttük nyomáskülönbség tételezhető fel.

Sokkal nagyobb annak a valószínűsége, hogy a mélységi vizek túlnyomó része hidrodinamikus állapotban van és a nyomást jelző szint eltér a vízszintestől, vagyis a víztárolók



1. ábra: A margitszigeti artézi kút

Az alábbiakban a vízkutak, közelebbről a mély hévízkutak kivitelezésével összefüggő, az idők folyamán kialakult kútfej kiképzési módszereket tárgyaljuk felszálló és mélytükű kutak esetében.

A mélységi víztároló hasadékrendszerét vagy pórusait kitöltő víz mindig bizonyos nyomás alatt áll, amit rétegvíznyomásnak nevezünk, mely lehet hidrosztatikus vagy hidrodinamikus.

A hidrosztatikus nyomás olyan zárt mélységi víztárolóban alakul ki, ahol sem vízszintes, sem függőleges vízmozgás nem lehetséges, azaz a víz sztatikus állapotban van. Ebben az esetben zárttükű víztárolóról beszélünk. Ez azon-

közt hidrodinamikus gradiens jön létre. Ez annál jelentősebb lehet, minél nagyobb az egymással összeköttetésben lévő víztárolók energiakészlet-különbsége.

Mivel minden oldalról zárt víztároló alig tételezhető fel, ezért a rétegvizek kevés kivételtől eltekintve a hidrodinamika törvényeit követik.

A rétegvíznyomás — akár sztatikus, akár dinamikus — több energiaféleségből tevődik össze és magában foglalja a vízoszlop, a hőtágulás és a vízben elnyelt gáz nyomását. A mélységi vizek energiakészletének igen jelentős részét az oldott gáz képviseli, mely a vizek fel-



színre emelését nagymértékben elősegíti és fel-  
szökő vizet szolgáltatnak. [2]

Mély hévízkútjaink mintegy 90%-ánál  
ilyen felszálló termelési módról beszélhetünk.

E rövid bevezetés után vizsgáljuk a mély  
hévízkutak kútfej kiképzésének fejlődését a  
Zsigmondy-féle városligeti kúttól napjainkig.  
A tárgyalásnál szem előtt kell tartani, hogy a  
mélyfúrási hévízkutak telepítése túlnyomórészt  
egyedi tervezésű. Ez alatt az értendő, hogy egy  
területen általában csak egy kút kivitelezésére  
kerül sor, a telepítés nem olyan jellegű, mint  
a szénhidrogéntermelő kutaké, ahol egy mező-  
ben a racionális termelésnek megfelelően sok  
fúrás kerül lemélyítésre, s ezeknek kúttá való  
kiképzésére. Tárgyalás során csak a 700 méter-  
nél mélyebb hévízkutakat vesszük figyelembe.

### I. A városligeti I. sz. kút

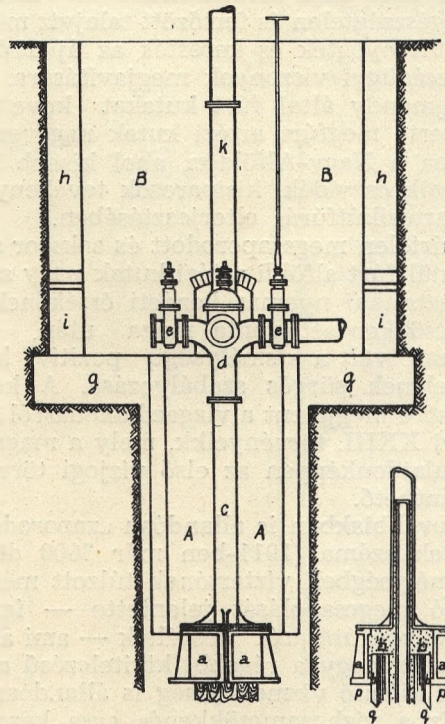
Az első hazai kísérleti vízfúrások lemélyí-  
tése, valamint a margitszigeti mintaszerű arté-  
zi kút (1. ábra) elkészítése után Zsigmondy Vil-  
mos nevéhez fűződik a Városliget—I. sz. hévíz-  
kút fúrásának jelentős eseménye is. 1868—1878,  
ez a két évszám jelzi a magyarországi mély hé-  
vízkutak iparszerű fúrásának kezdetét.

A 970,48 m mélységben befejezett fúrásban  
— innen várta Zsigmondy a termálvizet — 11  
db „bélelő” és 2 db dongás vörösfenyőből ké-  
szült „foglaló” csőszakaszt épített be. A fúrás le-  
mélyítése közben 929,82 m mélységnél álltak  
hozzá a „forrás foglálásához”, melyről Zsig-  
mondy így ír: „Miután attól kellett tartanunk,  
hogy a forrásfoglalási munkálatoknál nagy ne-  
hézségek merülnek fel, ha a felszálló víz meny-  
nyisége és hőfoka az eddigi tapasztalat arányá-  
ban növekednék, beszüntettük egyelőre a fúrást  
és hozzáálltunk a forrás foglálásához.” „A for-  
rás foglalásának feladata lévén a mélységből  
jövő összes víznek egyesítése és annak a talaj  
felszíne felé való vezetése, mindenekelőtt arról  
kellett gondoskodnunk, hogy az összes csőrakat-  
ok egybe foglaltassanak és ezáltal a víz elszé-  
ledése megakadályoztassék.” „Szükségesnek  
mutatkozott a csőszakaszt közötti hézagok elzá-  
rása, ami finom kavics betöltése által eszközöl-  
tetett.” „Mind azon célra, hogy az összes cső-  
szakaszt egybefoglaltassanak, mind pedig hogy  
az azok közti hézagok kavicsal kitöltessenek,  
mindenekelőtt a furakna mélyítéséhez kellett  
fogni, hogy az érintett csőszakaszt felső végei-  
hez jutni lehessen.” [3]

Sok nehézséggel járt a furakna építése —  
az állandó talajvíz szivattyúzása miatt — mely  
két részből állott: egy alsó kör alakú és egy felső  
„négyzetes” részből (2. ábra). Az akna mélyí-  
tésével egyidejűleg elkészültek a csövek össze-

foglalására szükséges öntvények, azaz a kútfej  
részei.

1. A fából készült „b” iránycsőre helyezett  
két „aa” részből álló és csavarokkal ösz-  
szeszerítható talpcső (mely az alsó akna-  
részbe került beépítésre). Ez a talpcső  
tekinthető a későbbi beléscsőfej ősenek.



2. ábra: A városligeti Zsigmondy-féle hévízkút  
kútfejszelvénye

2. Az alul szélesebb, felül keskenyebb ka-  
rimával ellátott egyenes „c” vascső szin-  
tén még az akna alsó részében van.
3. A négyágú „eeee” vízzárókkal ellátott  
„d” vízszabályozó, melyhez a víz tovave-  
zetése tetszés szerinti csővel csatlakoztathatók  
(felső aknarészben).

A „d” vízszabályozó rész íves megoldása  
már kedvező hidraulikai szempontokat vett figye-  
lembe. Szembetűnő azonban, hogy hiányzik  
a főtölözőr.

Ez a kútfej tekinthető a kőolajkutak kiké-  
zéséből átvett „karácsonyfa” ősenek.

Az „aa” talpcső 50 cm vastagságú portland-  
cementből készült betonlapra lett helyezve és a  
„b” iránycsőre való ráerősítés után az egész  
aknát kitöltötték betonnal a talpcső magassá-  
gáig.

Erre a betonlapra lett téglából, portland-  
cementből az alsó kör alakú akna falazva. A  
felső „B” akna 50 cm vastag „g” betonlapra ke-  
rült, melyre iszapolt téglából készült „h” falat  
emeltek a föld felszínéig. A négy vízzáró fal  
irányában „iiii” fülkéket hagytak szabadon,  
hogy bármikor ki lehessen azokon vezetni a cső-  
veket a fal megbontása nélkül.

„A kifolyó vízmennyiség megmérése az  
udvarban egy 10 hektolitert tartalmazó mérő-



aknát készítettünk, melybe a kútból kifolyó víz 50 cm-rel a föld színe alatt minden pillanatban megmérhettünk” — írta Zsizmondy. [3]

A nagy akarással és ritka kitartással létesített, közel 1 km-nyi mély hévízkút abban az időben Európa-szerte méltó feltűnést keltett. A városligeti kútúrás fényes eredménye hazánkban különösen az alföldi városok lakóira volt nagy hatással, akik távol minden élő vízforrástól, az egészségtelen és fertőzött talajvíz minden kárhozátát nyögték és keresték az új utakat a közegészségügyi viszonyok megjavítására.

Zsizmondy által fúrt kutakat követte az országsszerte megfúrt artézi kutak nagy száma, különösen a Nagy-Alföldön, ahol kisebb fúróvállalkozók és vidéki kisiparosok tevékenykedtek az artézikútúrás elterjesztésében.

A hirtelen megszorodott és sokszor szakszerűtlenül fúrt alföldi artézi kutak nagy száma a hidrosztatikai nyomás kezdeti értékének rohamos csökkenését vonta maga után, ezért szükségessé vált a kismélységű pozitív kutak vízkivételének sürgős szabályozása. A kérdés rendezésére megjelent a vízgazdálkodásról szóló 1885. évi XXIII. törvénycikk, mely a maga korában tulajdonképpen az első vízjogi törvénynek tekinthető.

A továbbiakban is állandóan szaporodó artézi kutak száma (1911-ben már 3600 db) az alföldi mélységbeli víztartónak túlzott mértékben való megcsapolását jelentette — így az Alföld „agyonfúrásáról” beszéltek — ami abban jelentkezett, hogy a régebbi kivitelezésű artézi kutakból kiömlő vízmennyiség is állandóan fogyott. Ez a vízhozamsökkenés arra kényszerítette az illetékes hatóságokat, hogy a további mélyfúrások telepítése és a meglévő artézi kutak üzemeltetésének ügyét a törvényhozás útján rendezze. A tárgyi tervezet beújítása előtt az akkor illetékes földművelésügyi miniszter szakmai ankétot hívott össze 1911. december 20-án, melyen a kérdésben érdekelt tudományos egyesületek és tárcák — Belügy, Pénzügy és Földművelésügyi Minisztérium képviselői — vettek részt. Az ankét tárgya az „artézi kutak törzskönyvezése” volt.

Erről az ankétról Papp Károly a későbbiekben így írt: „Magyarország geológusai az akkori 700—800 m-es fúrások mélységét kevesellték, s mint elérhetetlen vágyakozást emlegették a 2000 m-es fúrást az Alföld közepe táján”. [4]

E tárgyalás eredményeképpen született meg a vízjogról szóló 1885. évi XXIII. tc. kiegészítését, módosítását képező 1913. évi XVIII. tc. — újabb vízjogi törvény — melynek végrehajtása már a vízpazarlás megszüntetésére alkalmas berendezés alkalmazásáról is intézkedett a tc. 3. §-ban: „ha valamely artézi kútból több víz kerül felszínre, mint amennyit a kút tulajdonosa felhasznál, a hatóság a tulajdonost a vízpazarlás megszüntetésére alkalmas berendezések és átalakításoknak záros határidőn belül való foganatosítására kötelezheti”.

Ilyen kötelezettséggel a vízjogi engedélyezési hatóságai jogú szerveknek és az Állami Földtani Intézetnek tartoztak a kivitelezők.

Az 1913. XVIII. tc. végrehajtása tárgyában az 1914. évi földművelésügyi miniszter 1200. sz.

rendelet 12. §-a intézkedik: „az átalakítás, melyet ily esetekben hatóság elrendelhet, állhat abban, hogy a csövet felfelé meg kell hosszabbítani oly magasságig, melynél a vízkiömlés a szükségletet túl nem haladó mennyiségre csökken, vagy pedig állhat abban, hogy a csövet elzáró csappal látják el”.

Ennek értelmében a pozitív, tehát a túlfolyó mély hévízkutaknál a kútfej kiképzésnek olyan-  
nak kell lennie, hogy egyrészt a vízpazarlás elkerülhető legyen, másrészt a kútfej a kút hozamának szabályozásakor vagy annak teljes lezárásakor fellépő dinamikus hatásokat mérsékelje.

A vízpazarlás megszüntetésének módjai:

1. A csőmagasításra elzáró szerkezetet szerelnek. A több fordulattal bíró, lassan záró tolószerkezettel lassabban térünk át a kút lezárásával kapcsolatban a megszünt dinamikus egyensúlyból a sztatikus egyensúlyi állapotba és viszont. Így annál inkább lesz a zárás és nyitás lökésmentes.
2. A kezelőaknába kútfej, azaz egy elosztórendszer alkalmazása. Ennek minden elágazása tolózárral lezárható kell, hogy legyen. A kútfej ilyen elhelyezésére és kiképzésére azért van szükség, hogy a kútjavítás és a különféle vizsgálatok, mérések (nyugalmi szint, vízhozam stb.) könnyen elvégezhetőek legyenek. [5]

Az 1911. decemberi ankétan elhangzott „sopánkodások” visszhangjaként jelent meg Halaváts Gyulának 1914-ben egy cikke, melyben az alföldi pontusi üledékbe való behatolást javasolja a további kutatások során, „mert bizony hiszem, hogy itt újabb bővíző víztárolók fekszenek”. „Hogy milyen mélységben fekszik ez a pontusi víztartó, az attól függ, hogy hol mélyítjük le a fúrólukat. A medence szélén kisebb, kb. 800—1000 m mélységben, míg a medence közepén 1500 m-re is le kell fúrni, hogy ezt elérjük” [6]

Az eddigi kutatófúrások a mai Magyarország határain kívül eső területeken mélyültek le gáz és kőolaj kutatására és feltárására. A termelés megindítására is ezeken a területeken került sor. A Pénzügyminisztérium vezetői végül is elfogadták Böckh Hugó főgeológus javaslatát és 1918 év nyarán az alföldi mélyfúrások mellett döntöttek. A budapesti városligeti fúráshoz hasonlóan nagyobb mélységű (700 m-nél mélyebb) kutak fúrására csak most került sor, amikor elsősorban a szénhidrogének feltárására megtelepítették a Nagyhortobágy I. jelű fúrást 1918-ban (a fúrás mélysége 1115,2 m volt).

Magyarország az első világháborút követő békeszerződés értelmében a jelentős és nagyobb mérvű kitermelésre alkalmas kőolaj- és földgáz-előfordulásait maradvány nélkül elvesztette. A kiesett szénhidrogén-termelési lehetőségek pótlására a kincstár, azaz a Pénzügyminisztérium kebelébe tartozó XV. Bányászati Osztály már a húszas évek elején jelentős erőfeszítéseket tett. [7]

Az elvégzendő feladatok Schafarzik Ferenc 1920-ban megjelent cikkében az alábbiak szerint foglalhatók össze: „... a közeljövőben sok természeti kincset éppen hazánk

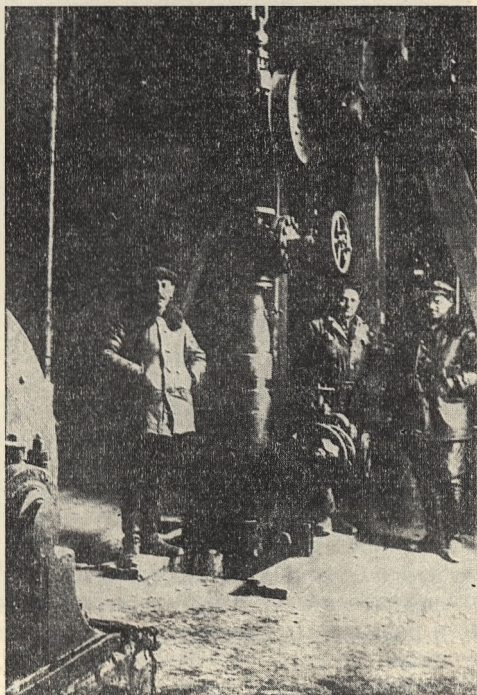






(1224,0 m), mind a II. sz. fúrás (801,0 m) — mely fúrásnak a célja kizárólag az I. sz. fúrásban a 626 m-nél kezdődő apró kavicsos homokból álló gáztér megnyitása volt — azonban szénhidrogén és gáz feltárása céljából meddő lett, viszont a mély hévízkutak száma újból szaporodott. (I. sz. kút 2480 l/p 56 °C-os víz és 3576 m<sup>3</sup> napi földgáz, II. sz. kút 870 l/p 55 °C-os víz és napi 1107 m<sup>3</sup> gáz.)

A Karcag—I. sz. fúrásnál nyert felszerelést a 3. ábrán közölt gázkütelzáró szerkezet — melyet előbb egy közbelső rétegvizsgálathoz is használtak, (4. ábra) ez esetben a 241/226 mm Ø-jű bélésű csőhöz csatlakozott átmenettel — és ezzel is történt a kút termeltetése.



4. ábra: Karcag, Berekfürdő I. sz. fúrásnál a kútfej kiképzés

A következő években termálvizet továbbra is nagyrészt a kincstár kutató üzemének meddő szénhidrogén-fúrásai tártak fel. (Debrecen I—II., Tiszaörs).

### III. Hévízfeltárási céllal készült fúrások (1927—1930)

Az óriási szenzációt keltő hajdúszoboszlói 73 fokos hőforrás feltárása óta az alföldi városok legfőbb vágya az volt, hogy hasonló hőforrást bukkanjanak.

Az alföldi városok közül Szolnok volt az első, mely a város belterületén — a Tisza Szálló előtti köztéren — egy mélyebb artézi kút fúrására határozta el magát. A 952 m mély fúrást a Lapp cég vitelezte ki és 9 bélésű csőszloppal lett bélelve a furat. A rétegvizsgálati műveletek során a 872,8—877,8 m-ben meghasított bélésű mögötti homokrétegből 1300 l/p 53—54 °C-os víz és naponta 210—220 m<sup>3</sup> gáz került a felszínre.

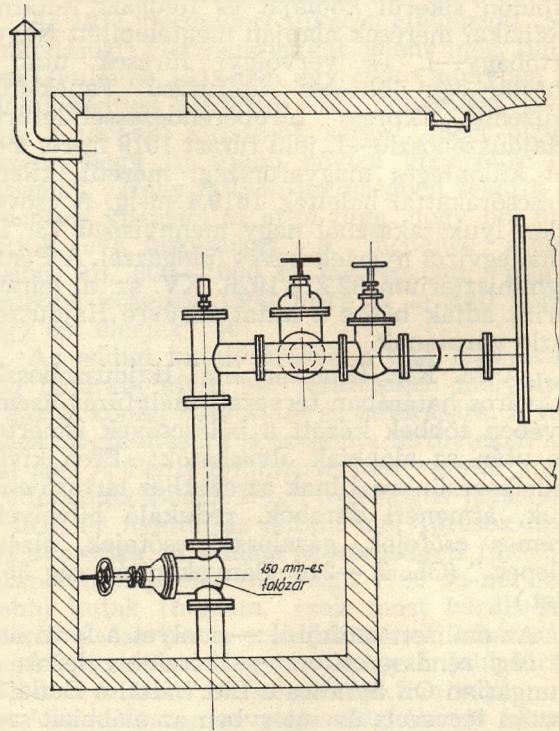
A vizet kombinált bélésű csőben termeltették, ahol a 165 mm Ø-jű bélésű csőhöz közvetlenül csatlakozott a később készített akna talpa feletti szerelvény. Tekintettel arra, hogy a víz gázt is tartalmazott, ennek műszaki úton történő felhasználására, azaz a forrásvízből való gáz kinyerése az utca színe alatt alkalmazott, erre a célra épített aknában elhelyezett zárt tartályban történt.

Az aknában lévő 150 mm Ø-jű főtölzár alatt (5. ábra) semmiféle leágazás nem volt, így ennek a tolonak a javítása csak a kút teljes elfolyása után volt lehetséges.

Ez a termálkút egyike azon keveseknek, amely fölé díszes kútfejt készítettek (6. ábra), melynek az a hátránya, hogy a kút javításakor ezt le kell bontani.

A kifejezetten hévízfeltárási céllal mélyített kutak sorát Szolnok után a szegedi Anna-kút fúrása követte, melyet 954 m-es mélységgel 1927-ben fejeztek be.

Az Alföldön az egyre szaporodó fúrt kutak mélysége elérte a 400—500 m-t. Ezeket a fúrásokat pozitív artézi víz feltárása érdekében mélyítették le elsősorban olyan városok, községek, kúttársaságok és uradalmak részére, ahol nagyobb mennyiségű és gravitációs úton, vagyis természetes nyomás mellett elvezethető túlfolyó



5. ábra: A szolnoki Tisza Szálló hévízkútjának kiképzése

vízre volt szükség az ún. körzeti vízvezeték létesítése céljából.

A kúttechnika fejletlensége és esetenként a földtani viszonyok kedvezőtlen volta miatt mind mélyebbre kényszerültek a kutatással anélkül, hogy a kitűzött célt maradéktalanul elérték volna. A túlfolyó víz többnyire kevés lett és





6. ábra: Diszes kútő a termálkút felett

emellett meleg is volt. Ezért ezek a vizek eleinte inkább csalódást okoztak és csak fokozatosan ismerték fel jelentőségüket és komplex használhatóságukat.

Ebben az időben mélyített fúrások Békésen, Mezőberényben, Dévaványán és Tarhoson már megközelítették a 800 m-t. Ezeket a kutakat magánvállalkozók készítették, akik a kincstári fúrásoknál kialakult fúrési technológia ismerete nélkül, saját tapasztalataikat felhasználva mélyítették le azokat. Ezeknél a kútfejkiképzést a csőmagasításos rendszerrel készítették el.

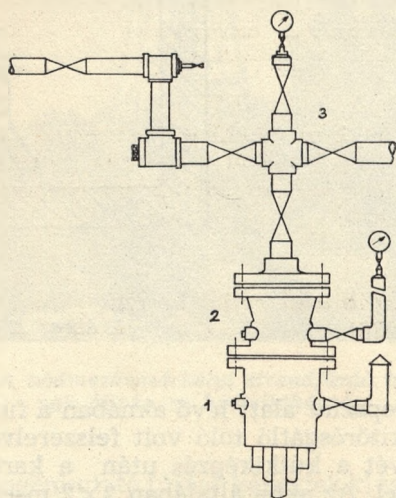
A magyarországi hévízfeltárások történetének második szakasza, mely 1924-től szorosan összefüggött a szénhidrogén-kutatások történetével, 1934-re befejezettek tekinthető. A termálvizek feltárásának lehetősége, szükségessége mind többször jelentkezik hivatalos formákban, előadásokon, így többek között ifj. Lóczy Lajos „Memorandum a bányageológiai kutatások felendítése ügyében” írt cikkében a gázos forró vizekkel külön foglalkozik: „Alföldünk forróvízkincsét fel kell használnunk hőenergia-nyerésre. Nem csak városok fűtésére, balneológiai célokra, hanem melegházi iparnak (virágház) létesítésére is alapot nyújthatnának a fúrások útján feltárt vizek” (M. Kir. Földtani Intézet 1933–1935. évi jelentése). [9]

Az elmúlt időszakban a mélyfúrési hévízkutak kiképzésében csak a Kincstár volt következetes, a többi fúrásoknál egyedi megoldásokat alkalmaztak.

#### IV. Atmeneti időszak 1935–1949-ig a mélyfúrési iparág államosításáig

Ennek az időszaknak fontos eseménye volt, hogy a magyarországi kincstári ásványolaj- és földgázkutatás történetében változás történt

1935 tavaszán, amikor a kutatás a Pénzügyminisztérium hatásköréből az újonnan felállított Iparügyi Minisztérium hatáskörébe utaltatott át. A második esemény, hogy ugyanezen év fordulópontot hozott az olajkutatások terén is. Ekkor vette kezdetét ugyanis a Dunántúlon az „Eurogasco” kutatófúrési tevékenysége az akkoriban legmodernebb gőzüzemű rotary fúróberendezésekkel. A rotary fúrési technológia meghonosította a teleszkópikus beléscsővezési eljárást beléscsőcementezéssel, beléscső-fejekkel, termelőcsővel. A beléscsőfejekből (1) és terme-



7. ábra: Szénhidrogén felszálló kutak kútfejszerelvénye („karácsonyfa”)

lőcső-fejekből (2) folyamatosan felépülő lyukfejszerelvény a kút termelésbeállításához szükséges tolórendszerrel, a karácsonyfavával (3) kútfejszerelvényé egészült ki (7. ábra). A karácsonyfa szögperemmel csatlakozik a termelő-

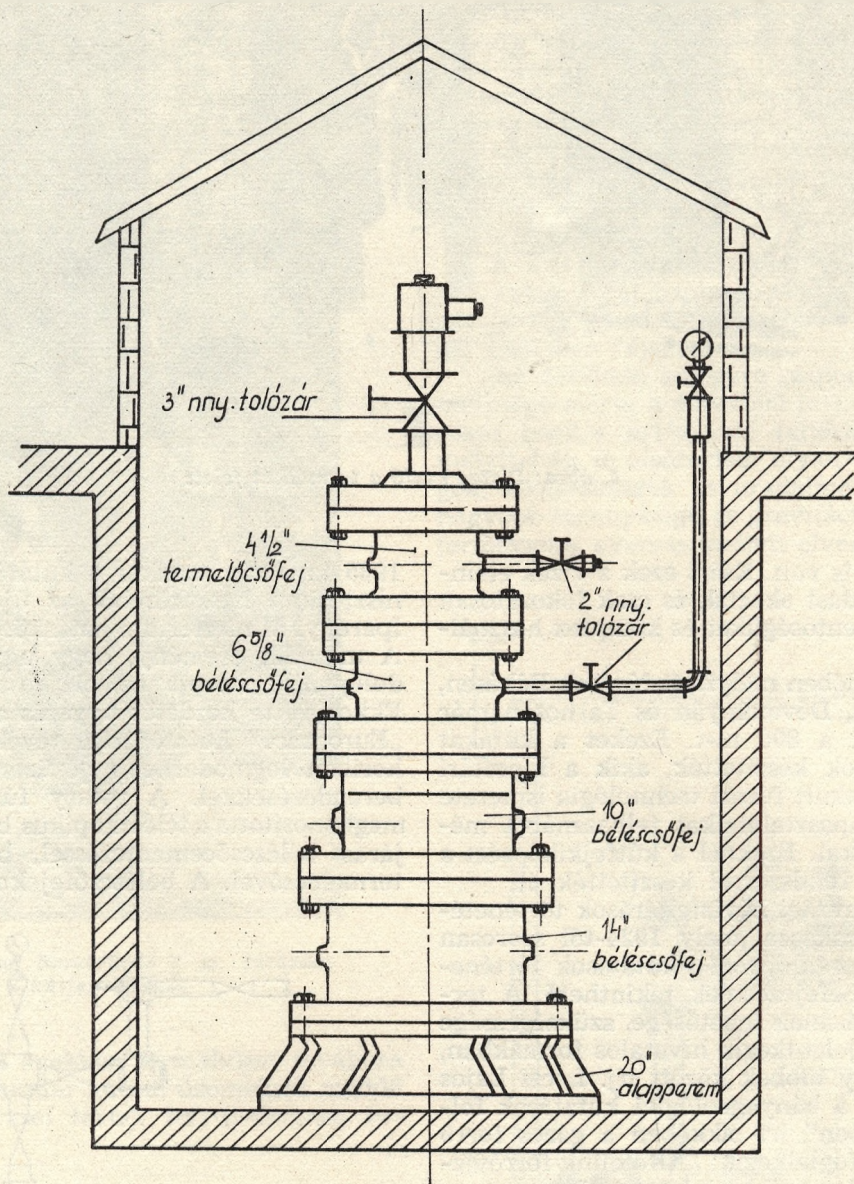


csőfejhez. A szögperem fölött helyezkedik el a 3"-es magasnyomású főtoló, a magasnyomású négyperemes keresztidom, kanalizátoló (3"-es magasnyomású) és a feszmérő, míg a keresztidom kétoldali lecsatlakozásán van a két 3"-es nagynyomású válltoló.

A lyukfejszerelvény teljesen, a kútfejszerelvény többé-kevésbé az aknában helyezkedett

Az egyre nagyobb lendületet vett hazai olajkutatás során számos, szénhidrogén szempontjából meddő fúrást képeztek ki termásvíz-termelő kúttá. Ezeknek a kútfejkiképzése a meddő szénhidrogénfúrások esetében nagyrészt más és más kialakítású.

Nézzük példaképpen a cserkeszőlői, azaz a Tizsakürt—1. sz. fúrás kútfejkiképzését, mely



8. ábra: A cserkeszőlői hévízkút kútfejkiképzése

el. A terepszint alatt lévő aknában a fúrás ideje alatt a kitörésgátló toló volt felszerelve, melynek helyét a kútkiképzés után a karácsonyfa foglalta el. Az akna általában 2×2 m-es alapterületű és különböző mélységű.

A mély hévízkutatás és fúrás tárgyalt szakaszának következő állomásai: Budapesten a Városligetben mélyített II. sz. fúrás Lapp—Zsigmondy cégek közös kivitelezésében, a Mezőkövesd—I. (Zsóry-fürdő) és Hajdúszoboszló—III. MÁV állomás, Komló XVII. akna a Kincstár, valamint a nagyatádi fürdőfúrás egyéb vállalkozó kivitelezésében.

fúrást a m. kir. kincstár megbízásából a MAORT üzemek bérfúrásban mélyítették le (1942—43) saját módszereivel.

Rétegvizsgálatok befejeztével a kút hozama több napi megfigyelés után 15 m<sup>3</sup>/óraban volt megállapítható, hőfoka 90 °C. Zárt tolóállás mellett a nyomás 12 at volt. A lyukfejszerelvényre a szabvány karácsonyfa helyébe a víz elfolyására szolgáló leegyszerűsített karácsonyfa került felszerelésre a 8. ábra szerint, majd a kút fölé ajtóval ellátott cserépfedésű téglaház lett építve.



A csokonyavisontai (G—2. sz.) szénhidrogénkutató-fúrás vizére (156 l/p 37 °C, 300—350 m<sup>3</sup> gáz) vonatkozólag dr. Erdélyi F. János geológus így írt: „A G—2 értékes hévize az artézi feltárásokat igénylő Somogyban igen nagy jelentőségű. Balneológiai szempontból erősen figyelemre méltó... jól kifizetődő vállalkozást jelentene, ha csupán a primőr mezőgazdasági kultúrák kifejlesztésére gondolunk csak.”

Ebben az időszakban még Igalon, Köröszegapátin és Sárrétudvarin képeztek ki meddő szénhidrogénkutató fúrásokat hévízkúttá és Kisújszálláson valamint Gyulán mélyítették hévízkutatás céljából új fúrást.

A már említett 1914. évi 1200 FM. rendelet részbeni megváltoztatásáról és kiegészítéséről szóló 25.963/1933/V. Á. csop. FM. sz. rendelet 6. pontja a következőket mondja: „... az elhomokosodás veszélye megfelelő biztonsági zárószervek alkalmazásával kiküszöbölhető, néhol pedig az önműködő zárócsap biztonsági szelepen keresztül csekélyebb mérvű állandó vízfolyás engedélyezése elégséges az elhomokosodás elkerülésére”.

Bár ez a rendelet a kifolyó artézi kutak termeltetésénél játszik szerepet, mégis a mély hévízkutak kútfejképzésének kialakításánál is figyelembe veendő tényező, mert ezen kutaknál főleg zárás alkalmával idézhető elő olyan elrennyomás, mely a homokolódás lehetőségét eredményezheti.

Ebben az időszakban a kis számú mélyfúrású hévízkutak készítésének az okait az alábbiakban foglalhatjuk össze:

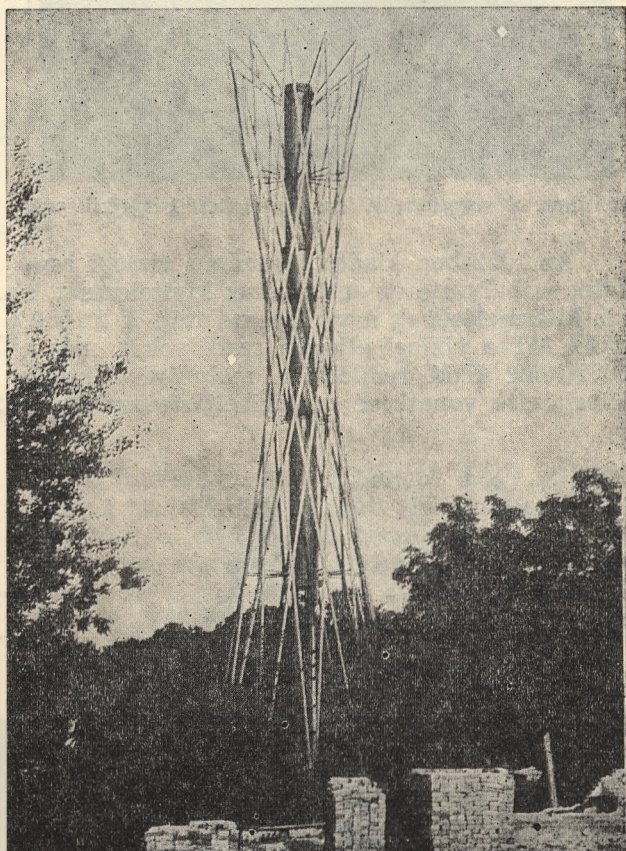
- a tárgyi időszakban sem a főhatóság, sem a fúró vállalatok nem, vagy alig rendelkeztek megfelelő típusú és mélységkapacitású fúróberendezésekkel, amelyek a nagyobb mélységekre megfelelő biztonság mellett felhasználhatók lettek volna;
- az akkori fúrású technológia mellett alig észlelték a vízvezető rétegeket, másrészt azok mélységbeli meghatározása téves és pontatlan volt;
- a kútkiképzési mód a hazai gyártmányú 7—8 különböző méretű csövekből álló csősorral igen kockázatos és költséges vállalkozás volt a 700 m-nél nagyobb mélységű kutak fúrásának;
- a furat kihegyesedése következtében beépítendő kis átmérőjű befejező illetve szűrő miatt olyan kevés volt a vízhozam, amelyre még kádfürdőt sem volt érdemes telepíteni;
- végül az államosítást megelőző időben nem volt olyan hivatali szerv, amelynek feladata lett volna az egész kútfúró ipar irányítása és felügyelete, s nagyrészt ennek volt a következménye, hogy helytelen volt a kivitelezés technológiája és a vízgazdálkodás korszerű szempontjainak sem felelt meg.

V. A kútfúró ipar államosításától (1949) az Országos Vízkutató és Fúró Vállalat megalakulásáig (1958)

Erre a közel 10 esztendő időszakára nagyszámú kismélységű vízkútfúrás kivül 700 m-nél mélyebb vizkutató fúrás mindössze 10 db esik, viszont ugyanakkor 13 db szénhidrogénkutató fúrás képeztek ki termásvíztermelő kúttá.

Ezekben az években mind nagyobb és nagyobb érdeklődés nyilvánul meg a hévizek iránt. Egyre inkább már nem ivás, hanem fürdési célokra kívánták a mélyebb szintből fakadó vizeket feltárni és hasznosítani. A lakosság zárt és szabad fürdési lehetőségének lakóhelyén történő biztosítási igénye mellett a termásvizek hőenergiájának hasznosítása legtöbb esetben igen gazdaságosnak bizonyult (pl. Szeged „Haladás” Tsz, Szarvas, Halgazdaság).

Ebben az időszakban az egyre növekvő szénhidrogénkutató alkalmával több meddő



9. ábra: A hódmezővásárhelyi strandfürdő hévízkútjának állványos kútfejkiképzése

szénhidrogénkutató fúrás képeztek ki termásvíz-kúttá, zömében a Vízkutató és Fúró Vállalat bevonásával (pl. Bük), különösen azokat, amelyek városok, települések közelében kerültek lemélyítésre. Ebben az esetben a feltárt hévíznek felhasználása nem jelentett nehézséget. Sajnos sok meddő fúrás hasznosítását megnehezítette, hogy a reménybeli kőolajkutató szerkezetre telepített kutatófúrás túlnyomórészt várostól, községtől, tehát a hasznosítási helyektől távol esett.



zását írja elő. 1953-ban megjelenik a MNOSZ 5199—53. számmal a Fürt Kutak Szabványa [14]. A 682/25—2/1954. sz. rendelet a mélyfúratú kutak létesítésére vonatkozó vízjogi eljárás szabályozását írja elő, a 682/23—7/1955. OFV. sz. alatt a kúttelepítések kiegészítő rendelete jelenik meg, míg a 189/1956. OFV 12. rend. a vízföldtani szakvélemény kiadásával foglalkozik. A mély hévízkutak fúrására és kiképzésére sem az eddig közölt rendeletek, sem pedig a kútszabvány nem tartalmazott előírásokat.

Milyen volt ebben az időben a kútfej kiképzés?

Az ez idő alatt kivitelezett mélyfúrási hévízkutak kiképzésénél leggyakoribb az állványcső használata. Ilyen például a hódmezővásárhelyi strandfürdő hévízkútjának állványcsőves megoldása (9. ábra), ahol a kútfej fölé 17 m magas állványcsövet építettek, hogy a termálvíz termeltetésénél a kút zárása és nyitása lökésmentesen történjék, majd az állványcsövet hiperboloid alakú tartószerkezettel vették körül.

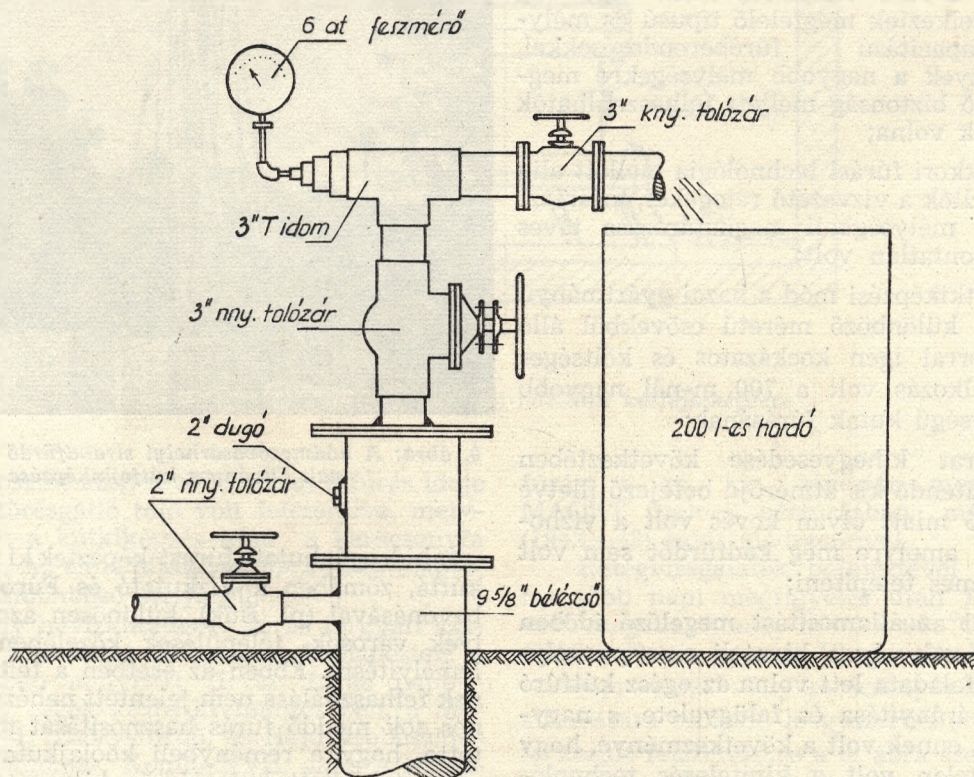
A meddő szénhidrogénfúrásoknál a termálkút kútfejének kiképzésénél esetről esetre más és más leegyszerűsített formával találkozunk. Két példa erre az esetre:

Nagyszénáson a strandfürdő részére történő végleges kútfej kiképzést a 10. ábra mutatja be. Amint látható az alapperem és a béléscsőfej megmaradt, a „karácsonyfa” rész azonban leegyszerűsített alakban került beépítésre, természetesen a szűk szelvény biztosításával. (Az eredeti kút lyukfej kiképzése, tekin-



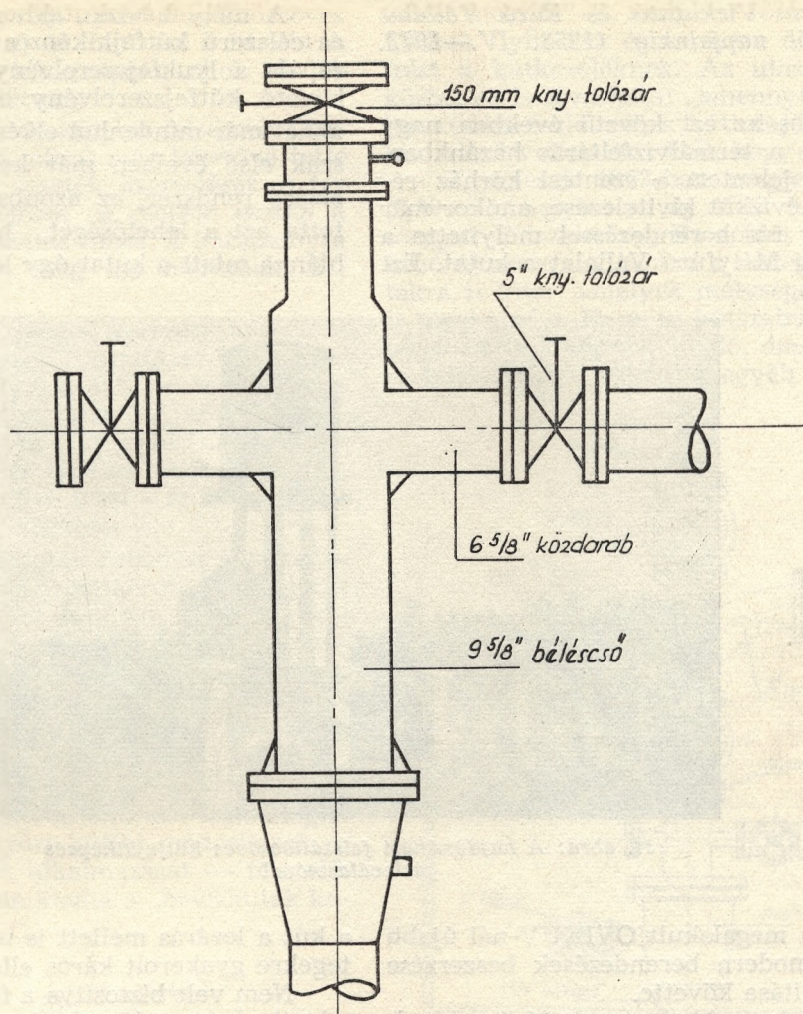
10. ábra: A nagyszénási leegyszerűsített kútfej kiképzés

Az 1952-ben kiadott 2. számú vízjogi rendelet szabályozta az artézikutak kivitelezését, a víz kitermelését és a víz használatát. A 2/1952. (I 8.) MT a vízjogi eljárási szabályokat, míg a 2072/1952. HIM rendelet a mélyfúrású kutak létesítésére vonatkozó vízjogi eljárás szabályo-



11. ábra: A körömi (Sajóhidvég—3) hévízkút víztermelésre átalakított kútfej kiképzése





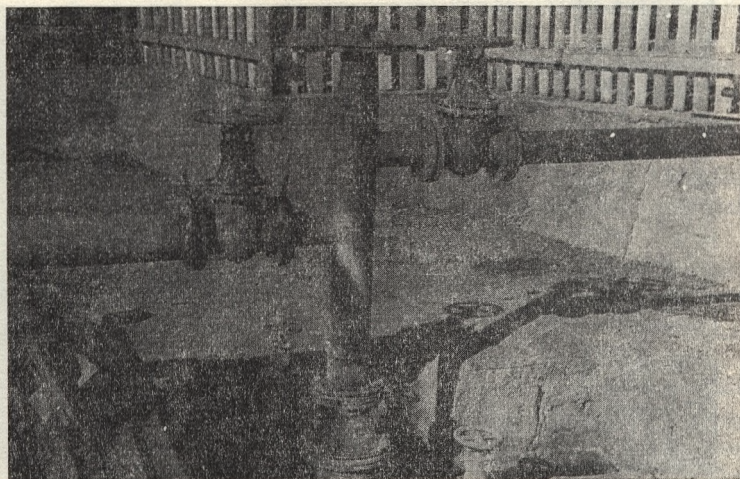
12. ábr.: A szentesi kórház hévízkútjának kútfejkiképzése

tettel arra, hogy a fúrás kutatófúrás jellegű volt, megegyezett a 8. ábrán látható lyukfejszerelvénnyel.)

A Sajóhidvég—Köröm-i fúrásnál a kútfejkiképzés egyéni elképzelés alapján készült. (11. ábra)

A meddő szénhidrogén-fúrásoknak hévíz-

kúttá való kiképzésénél látható, hogy elkerülhető a vízpazarlás. A kút vízhozamának változtatása a felső tolózár beszabályozásával történik, valamint teljes lezárás esetén a lökésmentesség is biztosítva van a főtolózár lezárásával egyidejűleg történő ún. „lefuvató” tolózár nyitásával.



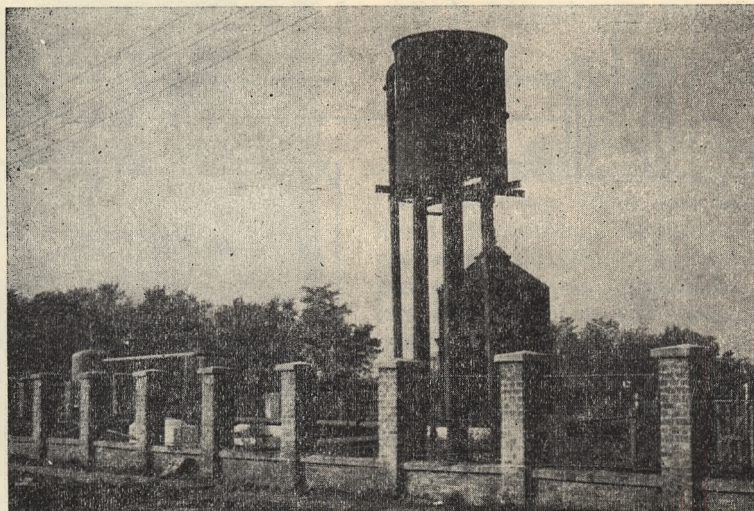
13. ábra: A békéscsabai Árpád-strandfürdő hévízkútjának módosított kútfejkiképzése



VI. Az Országos Vízkutató és Fúró Vállalat megalakulásától napjainkig (1958. IV.—1972. XII.)

1958-ban és az ezt követő években nagy lendületet vett a termálfeltárás hazánkban. Fordulópontot jelentett a szentesi kórház részére készült hévízkút kivitelezése, amikor már modern rotary fúróberendezéssel mélyítette a jogelőd Ceglédi Mélyfúró Vállalat a kutat. Ezt

A mély hévízkutakhoz megfelelő korszerű és célszerű kútfejkiképzés még váratott magára, de a lyukfejszerelvény és a kútkiképzést követő kútfejszerelvény befogadására szolgáló aknát már mindenhol elkészítették. A fenti időszak első éveiben már kezdett kialakulni egy elzáró rendszer, ez azonban még nem biztosította azt a lehetőséget, hogy az elzáró főtoló hiánya miatt a kutat úgy lehessen lezárni, hogy



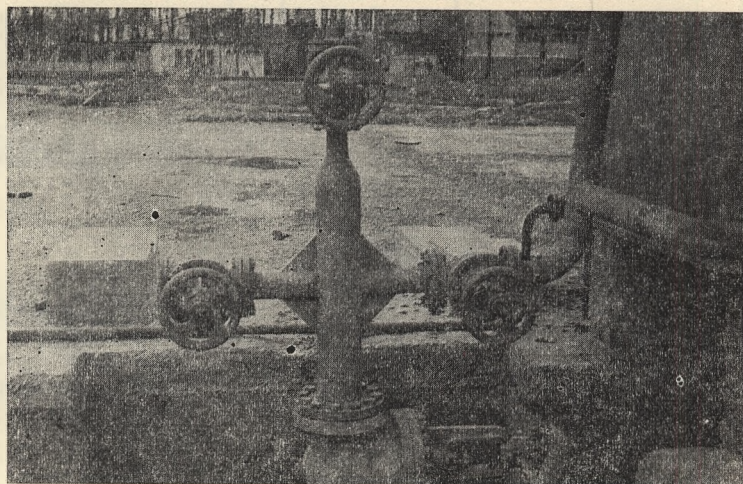
14. ábra: A hajdunánási felszállócsöves kútfejkiképzés gázleválasztóval

a berendezést a megalakult OVIKUV-nál újabb Diesel-üzemű modern berendezések beszerzése és munkába állítása követte.

Fenti berendezésekkel végzett fúrásmodnak az előnyei: a gyors fúrási előrehaladás, aránylag olcsó folyóméterköltség. Az új fúrási technológia kialakítása az öblítőiszap használata, elektromos fúrólyukszelvényezés, a vízadó rétegek beléscső-cementezéssel való elválasztása, valamint a rétegeknek perforálással való megnyitása tette lehetővé. Az új módszer bevezetése új korszakot nyitott a nagymélységű vízadó rétegek és vízkészletek kutatásában, feltárásában.

a kút a lezárás mellett is tudjon termelni a rétegekre gyakorolt káros ellenhatás nélkül.

Nem volt biztosítva a felső tolózár rendszerknél elvégzendő tolózárcsere lehetősége sem. Ebben az időben használt kútfejkiképzést a 12. ábra szemlélteti. Ilyen volt felszerelve az említett szentesi kórház kútjánál is. Egy módosított kivitelre példa a békéscsabai Árpád-ligeti strand kútfejkiképzése a 13. ábra szerint, ahol a beléscsőfej pereme felett jól látható egy közbelső perem, mely a kútba belőgátott 133/124 mm Ø-jű beléscső tartását van hivatva biztosítani.



15. ábra: A győri strandfürdő hévízkútjának „karácsonyfa” kiképzése



Találkozunk még régi típusú felszállócsöves kiképzéssel is (Gyoma) és mint azt a 14. ábrán látható hajdunánási kútkiképzés, ahol később gázleválasztót is építettek.

A győri strandfürdő kútjára felszerelt „karácsonyfa” (1962) (15. ábra) már lehetővé tette a főtoló alatti 2”-es vezeték üzemelését és így esetleges váltólók zárása és cseréje esetén a rétegekre káros ellenhatás nincs. E karácsonyfa szerelvényei azonban még kis méretűek, 2”, 3”, 4”-esek voltak.

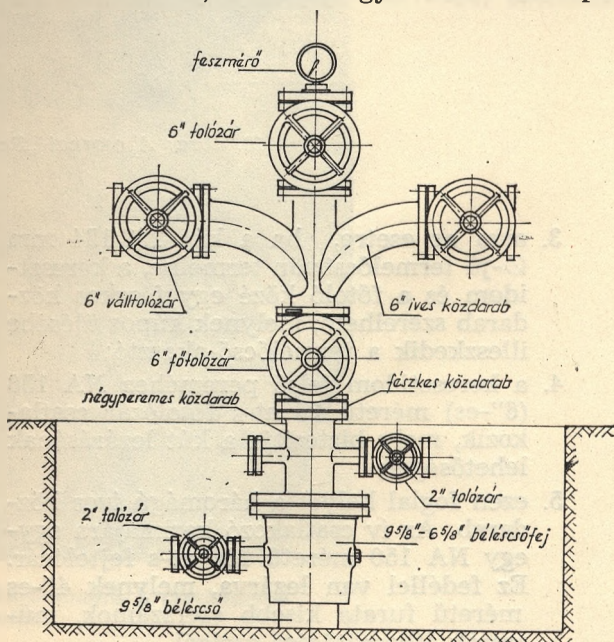
A termálkutak egységes, korszerű felsőrész-kiképzését az Országos Vízkutató és Fúró Vállalat 1962-ben szabályozta a 2. sz. technológiai utasításban (547/1962. sz. alatt). A kötelező előírás kitér a karácsonyfa felszereléséhez szükséges akna egységes méretére és elkészítésére is. Ez a kútfej típus lehetővé teszi a kúthidraulikai mérések zavartalan elvégzését is.

A nagymélységű kutak rohamos növekedésével mind gyakrabban jelentkezett a vízkólerakódás jelensége, amikor is a kifolyási keresztmetszet annyira leszűkült, hogy a nagynyomású kút lecsökkent vízhozama már gyakran porlasztva jött ki a szabadon maradt csőnyíláson. Előfordult, hogy rövid idő múlva teljesen megszűnt a kút termelése.

Erre való tekintettel az Országos Vízkutató és Fúró Vállalat a fentebb említett technológiai utasításban már a győri kútfej módosítását — így nagyobb méretek alkalmazását — írta elő. Ezt követően 1963-ban kiadta a „hévizkutak ke-

zelési utasítás”-át, melyben többek között a tolózárak nyitására és zárására ad részletes előírást a kútkezelőknek. Az utasításban többek között ez is olvasható: „amennyiben a kútfejen lerakódást észlelnék, a kúttulajdonos azonnal a kivitelező vállalathoz kell, hogy forduljon”.

Ugyancsak 1963-ban megjelent az MSZ 5199—53. helyett az új MSZ 5199/1—7/62. sz. magyar kútszabvány. Ez a fúrt kutakra vonatkozó új szabvány azokra a melegvíztermelő kutakra is kitér, amelyek mélysége 500—600 m-t is meghaladja. Ez az új kútszabvány olyan végleges kútfejkiképzést ír elő, amely a vízhozam és hőmérséklet, valamint egyéb hidraulikai pa-



17. ábra: A Vízkutató és Fúró Vállalat által módosított és használt hévizkútfej kiképzése

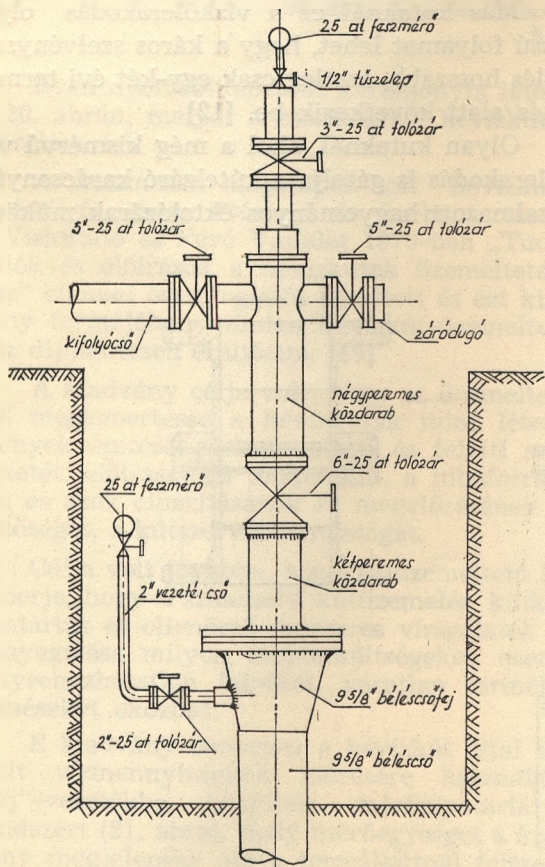
raméter bármikor mérését, továbbá a vízhozam illetve a fellépő áramlási sebesség csökkentésére lehetőséget biztosít. [14]

Az MSZ 5199—62. sz. szabvány két megoldást ajánl: állócsöves, illetve légtartályos, valamint az olajbányászatból bizonyos fokú módosítással átvett „karácsonyfa” rendszert. (16. ábra).

Az új kútszabvány bevezetése után a Vízkutató és Fúró Vállalat által lemélyített fúrásokra már a szabványban előírt kútfejszerelvény kerül, az új kutak tapasztalatai alapján azonban a vállalat 1967-ben házi szabványban (VSZ 13—67) újból rögzítette a termálkutak új kútfejszerelvényét. [15]

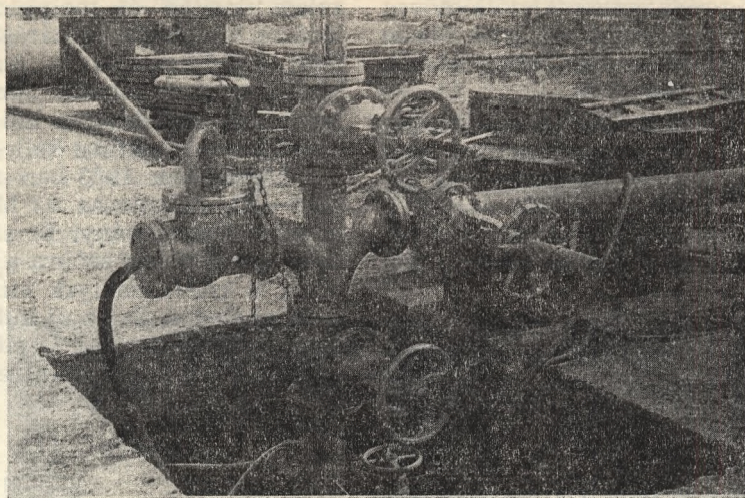
Az új 25 at üzemnyomású kútfejszerelvény (17. ábra) szerkezeti felépítése:

1. A béléscsőfej — az MSZ 5123 vagy az MSZ 5124 szerint — 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>” Ø-jű külső béléscsőhöz csavarmenettel csatlakozik;
2. a béléscsőfejhez szabványos acél tömítőgyűrűs, négyperemes magasító közdarab (keresztidom) csatlakozik, oldalt kettő darab NA 50 méretű 25 at-s tolózárral vagy vakperemmel;



16. ábra: Az MSZ 5199/1—6/62 alapján rendszeresített hévizkútfej





18. ábra: A csornai „Petőfi” Tsz. hévízkút kiképzése

3. arra az esetre, ha a kút 133/124 mm  $\varnothing$ -jú termelőcsövön termelne, a keresztidom és a főtoló közé egy fészkes közdarab szerelhető, melynek kúpos ülésébe illeszkedik a termelőcső-akasztó;
4. a keresztidom felső pereméhez NA 150 (6"-es) méretű 25 at-s főtolózárral csatlakozik, mely biztosítja a kút lezárásának lehetőségét;
5. ezen foglal helyet a háromágú íves közdarab. Az ív csatlakozó karimájára egy-egy NA 150 méretű 150 at-s fejtolózárral. Ez fedéllel van lezárva, melynek 4"-es méretű furata kisebb szerszámok, műszerek átbocsátására szolgál.

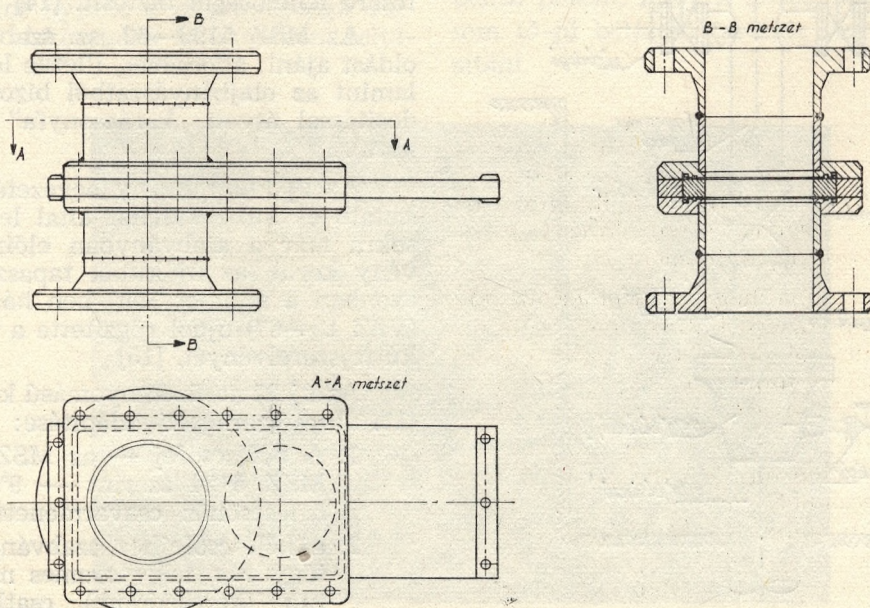
A fedél nyílását a kút nyomásának megfelelő méréshatárú csőrugós manométer zárja le.

A csornai Petőfi Tsz. hévízkútjának kútfejkiképzését látjuk a 18. ábrán, mely már a házi szabvány szerint készült.

A hévízkutaknál egyik legnagyobb problémát jelenleg a vízkövesedés jelenti. Ennek mérve és a lerakódás gyorsasága is különböző lehet aszerint, hogy milyen rétegek vannak termelésbe bekapcsolva. Vannak olyan kutak, amelyeknél a vízkövesedés olyan gyors, hogy néhány napos termeltetés után a kútlezáró tololozárak nem működtethetők és a lerakódás egy-két hét alatt annyira leszűkíti a szelvényt — mind a termelő bélésű, mind a felszíni szelvények és csövek vonatkozásában —, hogy lecsökken a vízhozam.

Más kutaknál ez a vízkölerakódás olyan lassú folyamat lehet, hogy a káros szelvénytűkülés hosszabb, esetleg csak egy-két évi termeltetés alatt következik be. [12]

Olyan kutaknál, ahol a még kismérvű vízkölerakódás is gátolja a kútlezáró karácsonyfán alkalmazott hagyományos éktolozárak működé-

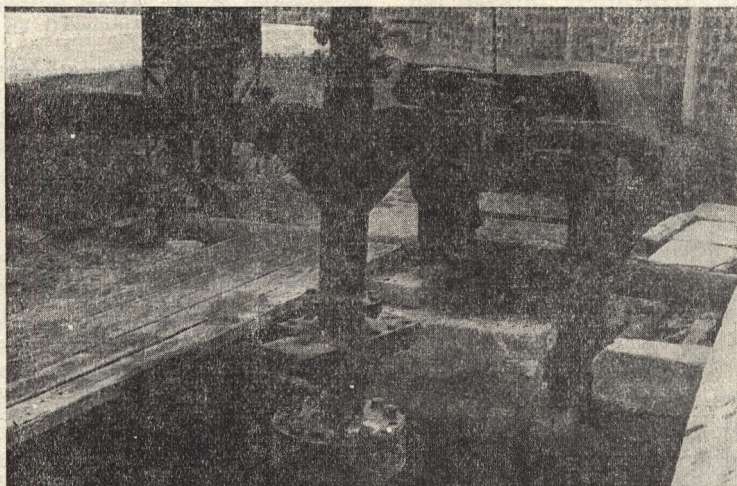


19. ábra: 150 mm-es nyelvcsúszó



sét, kútfejszerelvénnyül VIKUV típusú nyelvestolózáras karácsonyfát alkalmaznak.

Ennek a nyelvestolózárak (19. ábra) a lényege, hogy a zárónyelv (1) egy finoman megmunkált felületű acéllap, mely tömítésekkel ellátott másik két sík felület között (tolózártest) (2) mozgatható. A záró nyelv mozgatása kalapácsütésekkel is történhet károsodás nélkül. A nyelvestolózár minden zárását és nyitását az biztosítja, hogy a síklapok közé nem rakodhat le vízkő és ha az átmérőszelvényben le is rakodik, a kalapácsütésekkel megmozdított zárónyelv eltöri, elnyírja és az összetört lerakodást az áramló víz magával sodorja.



20. ábra: Nyelvestolózárás karácsonyfa a cserkeszőlői hévízkúton

Ilyen nyelvestolózárás karácsonyfa látható a 20. ábrán, melyet a cserkeszőlői hévízkútnál szereltek fel.

A rohamosan megszorodott hévízkutak szakszerű üzemeltetéséről és karbantartásáról a Vízkutató és Fűrés Vállalat 1970-ben „Tudnivalók és előírások a hévízkutak üzemeltetéséhez” címmel összefoglalót készített és ezt kiadvány formájában minden hévízkút-üzemeltetőhöz díjmentesen eljuttatta. [16]

A kiadvány célja volt, hogy az üzemeltetővel megismertesse a hévízkutak mint létesítmények építését, felszín alatti és feletti szerkezetét, előírászerű működését, a hibaforrásokat és azok elhárításának és megelőzésének lehetőségét, a kútszerviz fontosságát.

Célja volt továbbá, hogy az üzemeltető felismerje, hogy a szakszerű kútüzemelés, kútkarbantartás és ellenőrző műszeres vizsgálatok elhanyagolása milyen többletköltségeket, esetleg helyrehozhatatlan károkat, váratlan termelésekieséseket okozhat.

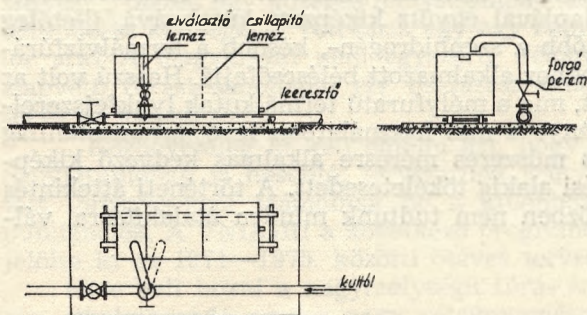
E kiadvány ismerteti a hévízkút által termelt vízmennyiségnek mérésére használatos „fej”-vezetékbe beépített mérőpipatartályos rendszert (21. ábra), mely mérőegységet a kiadvány megjelenése óta a termálkútnál felszerelik.

A bevezetőben említettük, hogy a felszálló hévízkutak mellett vannak olyan kutak is, ame-

lyeknél az optimális kútműködési körülmények között a rendelkezésre álló rétegenergia nem elegendő a megfelelő mennyiségű hévíz kitermelésére. Ezeknél a hévízkutaknál a termelést búvárszivattyúval vagy kompresszorral biztosítják. A teljesség kedvéért ezért meg kell emlékeznünk a negatív (mélytűkrű) kutak kútfejkiképzéséről is.

A kompresszorral termelhető hévízkutak kútfejkiképzését a Vízkutató és Fűrés Vállalat VSZ 14—71 számú házi szabványban rögzítette [17]. A kútfejszerelvény (22. ábra) szerkezeti felépítése:

1. a  $9\frac{5}{8}$ " Ø-jű beléscsőfejhez háromperemes keresztidom csatlakozik, egyik oldalán egy darab 25 at-s méretű tolózárral;
2. ezen foglal helyet a háromirányú íves közdarab. Az ív csatlakozó karimájára egy-egy NA 150 (6"-es) méretű 25 at-s tolózár van szerelve, míg a felső részét furatos fedél zárja le. Ebben peremes karmantyúkkal ültethető a  $1\frac{1}{4}$ "-es leve-

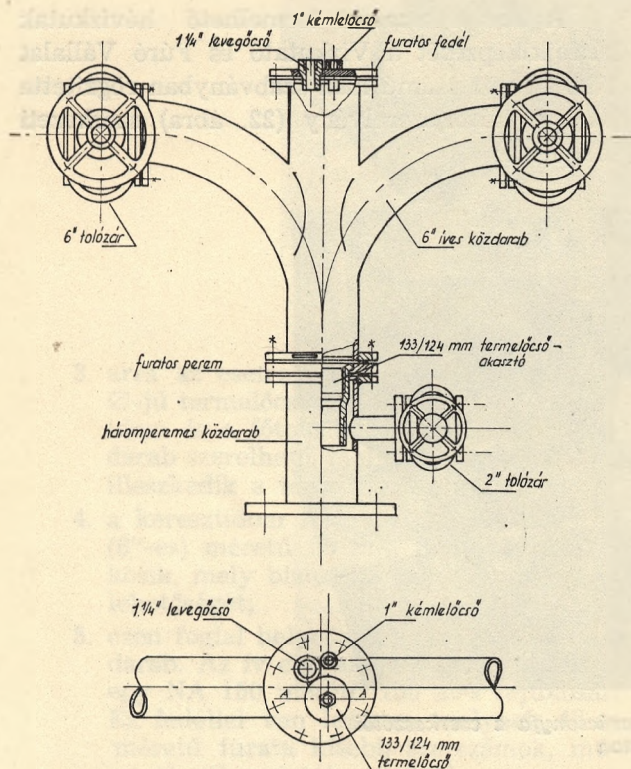


21. ábra: Mérőpipás mérőtartály

göcső, valamint az 1"-es kémlelőcső. A furatos fedélen keresztül 90 mm Ø-jű VIKUV típusú áramlási sebességmérő műszer (reométer) lebocsátható a kútba. Ha a kút  $6\frac{5}{8}$ "-es vagy 165/155 mm Ø-jű termelő beléscsővel van kiképezve vagy



hasonló méretű termelőcső van a fejszerelvénybe belógatva, akkor ez esetben 90 mm-es áramlási sebességmérőt csak a levegő- és kémlelőcső kiépítése után lehet bevezetni. Ez után a két csövet vissza kell építeni.



22. ábra: Kompresszoros hévízkút-felsőrésze

Itt jegyezzük meg, hogy VIKUV most fejlesztette ki a 40 mm átmérőjű reométertípust, mely már alkalmas a 2<sup>7</sup>/<sub>8</sub>”-es termelőcsőbe történő áramlásmérések elvégzésére is.

Zsigmondy által készített „furakna” és a beléscsőoszlopoknak az összefogása („talpcső”) a későbbi időkben átalakult a fúróberendezés alapjával együtt kiképzett kútnávvá, illetőleg előbb a szénhidrogén-, később a termálfúráshoz alkalmazott beléscsőfejé. Hosszú volt az út, míg a mélyfúratú termálkútak lyukfejszerelvénye a mai használatban lévő, áramlástanilag és műszeres mérésre alkalmas kedvező kiképzési alakig tökéletesedett. A történeti áttekintés közben nem tudunk minden átalakításra, vál-

tozásra kitérni, de nagy vonalakban igyekezünk időbeli és fejlődési sorrendben tárgyalni a kútfejszerelvények kialakulását.

## IRODALOM

1. *Alliquander Ö.*: Adalékok a magyarországi mélyfúrás történetéhez, különös tekintettel a szénhidrogénkutatás és feltáró fúrásokra. Bányászati és Kohászati Lapok 1. (1968).
2. *Urbancsek J.*: Magyarország vízföldtani adottsága. Mérnök Továbbképző Intézet 4633. Bp. 1968.
3. *Zsigmondy V.*: A városligeti artézi kút Budapesten. Bp. 1878.
4. *Papp K.*: A kincstári csonkamagyarországi szénhidrogénkutató mélyfúrások. Bányászati és Kohászati Lapok 5. sz. (1940).
5. *Schmidt E. R.*: Artézi kútfők és önműködő zárószervezetek. Bányászati és Kohászati Lapok 23. sz. (1936).
6. *Halaváts Gy.*: Nagybecskereki fúrás. M. Kir. Földtani Intézet évkönyve XXII. (1914).
7. *Csath B.—Iharos M.*: Az 1921—23-ban lemélyített első budafapusztai mélyfúrás. Kőolaj és Földgáz 1. sz. (1973).
8. *Schafarzik F.*: A mélyfúrás fejlődése és jövődő feladatai hazánkban. Természettudományi Közlöny, 1920.
9. *ifj. Lóczy L.*: Memorandum a bányageológiai kutatások fellendítése ügyében. M. Kir. Földtani Intézet jelentése 1933—35.
10. *Bélteky L.*: A hazai termális vizet feltáró kútfúrások. Hidrológiai Közlöny 4. sz. 1960.
11. *Bélteky L.*: A hazai termális vízfeltárás időszerű kérdései. Hidrológiai Közlöny 6. sz. 1961.
12. *Bélteky L.*: A fúrt kútra vonatkozó kútszabvány korszerűsítésének műszaki és gazdasági jelentősége. Hidrológiai Közlöny 3. sz. 1963.
13. *Csath B.*: Mély hévízkutak kiképzése. Kőolaj és Földgáz 5. sz. 1971.
14. MSZ 5199—62.
15. Hévízkút felsőrész házi szabvány VSZ 13—67. OVH Vízkutató és Fúró Vállalat házi szabványa.
16. *Majerszky B.*: Tudnivalók és előírások a hévízkutak üzemeltetéséhez. VIZDOK 1970.
17. Kompresszoros hévízkút-felsőrésze. VSZ 14—71. Vízkutató és Fúró Vállalat házi szabványa.
18. *Csath B.—Majerszky B.*: Nagymélységű hévízkutak fúrása és termelésbe állítása. VITUKI 1966.

Чат Бела:

## БУРЕНИЕ УСТЬЯ СКВАЖИН ГЛУБОКИХ ТЕРМАЛЬНЫХ КОЛОДЦЕВ

В настоящей статье приказаны методы, применяемые при строительстве устьев колодцев при восходящих и глубоких колодцах. Приказаны современная оснастка современных термальных скважин, пригодна для измерения токов и прочих измерений.



## A nagymélységű fúrastechnika műszaki technológiai újdonságai

Összeállította: Szabó György

Egy szemle jellegű, érdekességek tárgyalására szorítókozó összefoglalás a választott témakörben nem tarthat ugyan igényt a teljességre, célja azonban nem egyszerű tájékoztatás. Néhány műszaki-technikai újdonság kiragadása nemcsak önmagában lehet hasznos, de az ismeretetés kapcsán lehetőség nyílik bizonyos feladatok kijelölésére is.

A nagymélységű fúrás-kutatás rendkívül összetett feladat, népgazdasági szinten jelentős költségvállalást igényel, ezért meg kell ragadni minden olyan lehetőséget, amely a fejlett szénhidrogéntermelő államok kutatási eredményeként rendelkezésre áll és hozzáférhető. Különösen érvényes ez a hazai eddigi nagymélységű kutatási eredmények alapján rendkívül bonyolultnak ítélt geológiai, szénhidrogénföldtani, fúrastechnológiai feltételek kényszerítő körülményeivel nehezített tevékenységre.

A korlátozott pénzügyi lehetőségek a világon mindenütt előtérbe helyezik a költség-optimalizálásra irányuló törekvéseket. Különösen erőteljes az ilyen irányú tevékenység a rendkívül nagy üzembentartási költségigényű, nagy mélységkapacitású fúróberendezések esetében. Ezek közül is messze kiemelkednek a tengeri fúrófedélzetek, amelyek üzembentartási költsége meghaladja a 10—15 \$/perc értéket.

Az Oil and Gas Journal 1972. augusztus 28-i száma rendkívül érdekes beszámolóban foglalkozik az optimalizált fúrás sajátos üzemi megvalósításával. Az AMOCO INTERNATIONAL egy, az angol partközeli északi-tengeri kutatást végző fedélzetén alkalmazza a számítógépes fúróberendezés-irányítást olyképpen, hogy a vezérlő egység, egy minikomputer, közvetlen napi kapcsolatban van a tulsai központtal. Az információközlés mesterséges hold igénybevételével történik. A továbbított adatokat számítógép, illetve a szerviz szolgáltató mérnökök értékelik és meghatározzák az optimális paramétereket. Ezzel csupán az iszapköltségek csökkentése útján a fúrás költségei mintegy 25%-os mérséklésére nyílt lehetőség: a 98—115 \$-os (30—35 \$/láb) méterköltséget két fúrásnál sikerült leszorítani 80 \$/m-re. A fúrások lefutási ideje 34 napról 25-re csökkent, az eddigi rekord 19 nap. Az optimalizálás jelentőségét az a tény hangsúlyozza, hogy a fedélzet költsége meghaladja a 2500 \$/nap-ot.

Az AMOCO cég terv szerint az elkövetkezendő években tovább kívánja fejleszteni az optimalizálás és a hírközlés rendszerét, ami alkalmas lesz így a világ bármely területén történő fúrás irányítására. Az optimalizálás alapját képező adatbank felépítése is gyakorlatilag elkezdődött, a cég szerint három éven belül rendelkezésre állhat.

A rendkívül érdekes közlemény jelentősége az, hogy az optimalizált fúrás gyakorlati megvalósításáról, de főképpen gazdasági eredményeiről tudósít.

Mindez kézenfekvően bizonyítja, hogy manapság a legkorszerűbb technikát is igénybe lehet és kell venni a minimális kockázatvállalás érdekében. A legújabb szakirodalom értékelésekor azonban szembetűnő egy lényegesen kevésbé látványos fejlesztési törekvés, amely mesterséges hold igénybevétele nélkül „csak” a fúrási rendszer szabályozására irányul. Az úgynevezett TDC-rendszerekről (Total Drilling Control) van szó.

Sorrendiség, vagy minden egyéb rangsorolás nélkül ki kell emelni az USA-ban széles körben alkalmazott rendszerek közül a DRESSER csoport „DATA” és a BAROID „CDC” (Computerised Drilling Control) egységét. Európában a francia GEOSERVICES rendelkezik az előzőkhöz hasonló portábilis komplex mérő-ellenőrző laboratóriummal, amelyekben a „folyamat vizszoacsatolást” speciális elektronikus analóg számológépek végzik. Számos paraméter egyidejű mérését és regisztrálást hajtják végre ezek a „monitorok”, amelyek közül a leglényegesebb a fúrási rendszer tényezőin kívül (szerszámsúly, fúróterhelés, fordulatszám, nyomaték, folyadékmennyiség, stb.) a gáztartalom szelvényezés, az iszapparaméterek mérése, a fúrás sebesség regisztrálása, értékelése.

Az említett TDC-egységek előállítása igen költséges, ezért a különböző cégektől szerviz formájában bérelhetők, a bérleti díj azonban tekintélyes, 200—700 \$/nap nagyságú.

Akkor, amikor hangsúlyozott minden takarékosági törekvés, azonnal felmerül a kérdés: mi indokolja ezt a széles körben alkalmazott „luxust”, hiszen egy közepes mélységkapacitású berendezés költségével vetekszik egy-egy monitor ára? A magyarázat nem egyszerű, néhány alapvető fúrastechnológiai elv tisztázása szükséges az indokláshoz.

Közbevetőleg ki kell emelni azt, hogy a Szovjetunióban is hasonló, tervszerűen irányított törekvésekről számolnak be a különböző publikációk. A VNIIGRI a következő programot jelölte ki az 1971—1975. közötti ötéves tervre: „... létre kell hozni a nagymélységű fúrás során alkalmazandó szuper nagy rétegnyomások szabályozásának és a mély és nagymélységű fúrólyukak fúrás technológiájának az adott alapon való tökéletesítési rendszereit”. Ezzel kapcsolatban egy sürgető részfeladatot határoztak meg „... A fúrólyuk öblítési rendszerének mérő és ellenőrző műszereit olyan egységes komplexumba lehet egyesíteni, amelynek célja először is a gyűrűstérbe való rétegfolyadék beha-



tolás korai jelzése, figyelembe véve az USA-ban alkalmazott „Monitor” mérőpultok példáját.”

Az utóbbi évek legnagyobb horderejű fúrástechnológiai felismerése a közismert kiegyensúlyozott fúrási rendszer bevezetése. Egyszerűen összefoglalva az elve az, hogy a fúrás hidraulikai rendszerében olyan iszapfajsúlyt kell alkalmazni, amely a tényleges tárolóréteg pórusnyomások ellensúlyozását túlegyensúlyozás nélkül látja el. A következmény: az ilyen fúrás a leggazdaságosabb, kockázata minimális, és adott esetben ezekből képezhetők ki a legtermelékenyebb kutak;

— mert fúrástechnológiailag a legkedvezőbb, a legolcsóbb, hiszen nagy fúrási sebességet garantál, ezért kisebb összköltségű fúrást biztosít;

— mert a tárolórétegek épségét és eredeti állapotát a legmesszebbmenően megőrzi.

A kiegyensúlyozott fúrás alapja a tárolórétegek pórusnyomásának meghatározása és az ebből levezethető rétegrepestési nyomások gradiensvonalának megszerkesztése. Követelménye egy sor iszaptechnológiai jellegű probléma megoldása, a kitorésvédelmi rendszer célszerű kiegészítése, és a fúrási művelet műszerezésének — automatizálásának megszervezése abból a célból, hogy az öblítés mennyiségi és minőségi egyensúlya állandóan követhető legyen, és az érzékeny detektálás alapját képezhesse a biztos egyensúly helyreállításának. Erre a célra szolgálnak az említett monitorok.

A monitorok alkalmazásának elvi alapja a „szabályozott fúrástechnológia” rendkívül egyszerű, ennek ellenére el kell oszlatni minden olyan elképzelést, amely szerint elég az, ha rendelkezésre áll a monitor bérleti díja, a szolgáltatást adó cég a befektetett pénzért oldja meg a feladatot. Kategórikusan kijelenthető: a finanszírozásra fordított összeg ez esetben kibotott pénz lesz. A kiegyensúlyozott fúrástechnológia alkalmazásakor a geofizikus-, geológus- és fúrómérnökök kollektív együttműködésére van szükség. Az egyik legfontosabb részfeladat például a biztonsági bélésűcsősarú helyének meghatározása. A műszerezettség biztosítja a rétegnomás előrejelzését. A biztonsági rakat sarúját a nagynyomású öszlet feletti „behatolási előzónába” kell tenni. Nincs sok jelentősége egy monitornak, ha az adott nagymélységű fúrásra érvényes előzetes geoműszaki tervben megjelölt mélység elérésekor be kell építeni a biztonsági rakatot.

A kiegyensúlyozott fúrástechnológia alkalmazásához következőképp nemcsak technikai eszközökre van szükség, a konvencionális szakmai álláspont bizonyos megváltoztatása elengedhetetlen. Sőt alapjában véve egy úgynevezett továbbképzési feladatot is vállalni kell, amelyet ki kell terjeszteni a fúróberendezés legénységétől a műszaki vezetőségig. A külföldi irodalomban már fellelhetők praktikus differenciált oktatási anyagok is, azonban nem volna helyes a mechanikus adaptálásuk. A hazai sajtóságokat tekintetbe kell venni, sőt számos elvi kérdés is még tisztázásra vár.

Ilyen elvi kérdés például az, hogy a nyomásszabályozás történhet-e az öblítőiszapba való levegő diszpergálásával? E módszer gyökere az, hogy viszonylag egyszerűen változtatható levegő adagolással a fúrási rendszer nyomása. Bizonyos esetekben egyedül célravezető technológia lehet, és a gázzal vagy levegővel való fúrás új perspektívát nyújthat. A Szovjetunióban és az USA-ban, de másutt is fantasztikus eredményeket érnek el aerizált öblítéssel, azonban az alkalmazhatóságnak bizonyos kritériumai vannak.

A kiegyensúlyozott technológia nagy mélységű kutatási célú alkalmazásakor a levegő diszpergálásával megvalósított nyomásszabályozás alapelvekbe ütközik. A részletekbe nem menő indokolás legfontosabb tényezőjeként ki kell emelni a behatolási előzóna (a nagynyomású rétegösszlet) indikálhatóságának elvesztését (iszapkarotázs). Az ilyen jellegű öszletek rendkívüli kritériumokat támasztanak az öblítőiszappal szemben (ozmotikus hatások). A szilárdanyagtartalom szabályozás következőképp alapvető igény, azt a levegő alkalmazása nem teszi mellőzhetővé. A nagynyomású tárolók felett levő instabil márgák érzékenyen reagálnak a hidrodinamikusan ütésekre, az abból adódó ismétlődő igénybevételre. Ezért is kell szigorúan korlátozni a szerszámmozgatást. A levegő-folyadék diszperz rendszer e tekintetben rendkívül erőteljes dinamikus igénybevételt okoz, ami igen hátrányos.

A kiegyensúlyozott technológia leglényegesebb eleme az egyensúlyfelbomlás azonnali észlelése. Ez mindenekelőtt térfogatmérési feladat, másrészt nyomásmérésen alapszik. Meg kell állapítani egyebek között az is, hogy a rétegfolyadék beáramlás milyen mennyiségű és minőségű, milyen „utánpótlásra” kell számítani, stb. A légfázis jelenléte mindezt lehetetlenné teszi.

Végül egy további alkalmazási akadály: A megbomlott egyensúly helyreállítását a legelterjedtebben az úgynevezett „állandó fúrócsőnyomású” öblítési eljárással történik, a várható nyomásviszonyok meglehetősen pontossággal számíthatók az alkalmazott módszerekkel. A művelet során törvényszerűen bekövetkezik egy nyomáscsúcs, amely nagysága a fúrás további folytathatósága szempontjából kritikus (rétegrepedés). A légfázis rendkívül kedvezőtlenül befolyásolja az egyensúlyhelyreállítás nyomásviszonyait.

A kiegyensúlyozott technológia számít az egyensúly felbomlására, éppen ezért felkészül a gyors helyreállításra. Erre a célra szolgálnak a különböző ellennyomásszabályozó egységek. Ilyen hazai kifejlesztésű kézi vezérlésű egység rendelkezésünkre is áll, és folyamatban van az üzemi kipróbálása a továbbfejlesztett kísérleti félautomata változatnak. Ezeknek a berendezéseknek a lényege a folyamatosan változtatható átáramlási keresztmetszet, amellyel az ellennyomás mértéke fokozatmentesen és gyorsan beállítható.

A szabályozott nyomású technológia bevezetésének előfeltétele a korábbiakban érintett



tudatformálás, továbbképzés. Az USA-ban ilyen célra gyakorló központok is rendelkezésre állnak. Ezzel kapcsolatos egy jelentős műszaki újdonság a kitörésvédelmi gyakorló szimulátor. Rendeltetése az, hogy segítségével a fúróberendezés legénysége az ellennyomás szabályozás, az állandó fúrásnyomással vezérelt egyensúly helyreállítás rutinját elsajátítsa.

Erre a célra a Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszékén a közelmúltban elkészült egy szimulátor, hasznosságát fúrómérnökök részvételével megrendezett tanfolyam bizonyította.

A kitörésvédelmi szimulátor három egységből áll. Az első a vezérlő asztal, amelyet a kiképző kezel; a második a fúróberendezés jelképeivel és szabályozó-, kapcsolóelemeivel ellátott tábla, amelynél az egyik kiképzendő áll és végzi a kiképző által a vezérlőasztalról iniciált jelekre reagálva a szükséges műveleteket; a harmadik egység a kitörésgátló (ellennyomás-szabályozó) rendszert jelképezi, ezen elvégezhető az iniciált fluidumbeáramlással megbomlott öblítési egyensúly ellennyomás-szabályozásos (fúvókaszabályozással megoldott) egyensúly helyreállítása.

A szimulátor alkalmas a fúróberendezéssel végezhető műveletek utánzására, szabályozási (beavatkozási) lehetőségeket nyújt a fúrólyukban végbemenő folyamatokra. A gyakorlás érdekében a kiképző megfelelő műveleti helyzetet tud előállítani, illetve leállíthatja, megszakíthatja a folyamatokat, a gyakorló személy tevékenységét értékelni, magyarázni tudja. A fúróberendezés működését, öblítési rendszerét és a vele érintkező tároló rétegeket, valamint az elzáró, szabályozó elemeket jelképező rendszeren alkalmazhatók a beavatkozási akciók és azok tényleges reakciói. Megtalálhatók tehát mindazok a fúrási művelet ábrázolásához és végrehajtásához szükséges jelző-készülékek, kapcsolókarok, amelyek a fúrási művelettel kapcsolatosak, annak mindenkor állását mutatják, amelyek az öblítőkör, illetve a hozzá kapcsolódó rétegek rendszerében a mennyiségi és nyomás-egyensúly helyzetét mutatják és annak befolyásolására alkalmasak. A cél elsősorban az egyszerűbb, általánosabban előforduló öblítőkör-tárolóréteg egyensúly helyzetének, egyensúly megbomlási eseteknek szimulálása.

A szimulátor szerkesztésekor a villamosáram és a folyadékáram közötti analógiát használták fel a tervezők. A csőrendszereken — beleértve az elzáró, szabályozó elemeket is — áramló folyadék nyomásesést szenved. Ezzel analóg módon a villamosáram ellenállásokon

feszültségcsökkenéssel halad át, amely arányos az áramerősség és az áramkörben lévő ellenállások összegének szorzatával. A statikus nyomások az áramforrás feszültség szintjének felelnek meg. Az analógia tehát azt jelenti, hogy az öblítés mennyiségnek az áramerősség, az öblítési nyomásnak, nyomásesésnek a feszültség, illetve feszültségesés felel meg, míg az öblítőszivattyú löketség változásának az impulzusadó frekvenciaváltozása, a hidraulikus teljesítménnyel a villamos teljesítmény analóg fogalom. Az elektromos modell tehát megfelelő áramkörökkel a fúrás öblítési rendszerének nyomásjellemzőit, illetve azok változását képezi, szimulálja. Az elektromos modell mint szimulátor pontosan reagál minden olyan külső változásra, amelyet a kiképző, vagy kiképezendő személy az áramkörben előidéz. Reagál arra, hogyan állítják be a „szivattyúzás ütemét”, miként változtatják a „nyomásszabályozó fúvóka” keresztmetszetét, egyidejűleg azonban reagálni kell a kiképző által létrehozott változásokra is, ezért megtalálhatók a kiképző asztalán mindazok a paralel szabályozó és kapcsoló elemek, amelyek a szimulált fúróberendezés vezérlő táblán fellelhetők.

Meghatározott ütemezés szerint a terv az, hogy a fúróberendezések irányító személyzetétől kezdve a felső műszaki vezetésig — természetesen differenciáltan — a kitörésvédelmi gyakorló szimulátor segítségével megtörténjen a továbbképzés, hogy az „állandó fúrócsőnyomású” egyensúly helyreállítási módszer valóban rutinmunka legyen.

A nagymélységű fúrástechnika műszaki technológiai újdonságai közül önkényesen kiragadott néhány eszközt, illetve kérdéscsoport bemutatásával talán sikerül utalni arra, hogy a nagymélységű fúrások mélyítése komplex feladat, a siker érdekében kollektív összefogásra van szükség.

#### IRODALOM

1. *Alliquander Ö., Gilicz B.*: A kiegyensúlyozott fúrás elméleti alapjai és gyakorlati feltételei I—III. NIMDOK 1972—1973.
2. *Kennedy, J. L.*: Op drilling passes Satellite test, gears for expansion Oil and Gas Journal 1972. aug. 28. p. 84, 87.
3. *Anikiev, K. A.*: Prognoz szverhviszokih plasztovüh davlenij i szoversensztvovani glubokogo bure-nija na neft is gaz; Nedra (Leningrad) 1971.
4. Composite Catalogue, Baroid Products and Services, Houston (Texas) 1972—73.
5. Dresser Magcobar Analog D. A. T. A. Monitoring Unit (Prospektus).
6. Well logging and drilling control services, Geoservices (Prospektus).



# Kitüntetések

A Magyar Forradalmi Munkás—Paraszt Kormány hazánk felszabadulásának 28. évfordulója alkalmából a

## „MUNKAÉRDEMREND EZÜST FOKOZATA”

kitüntetésben részesítette

HONFI FERENC igazgatóhelyettest  
(Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet)

## „MUNKAÉRDEMREND BRONZ FOKOZATA”

kitüntetésben részesítette

VARGA GYULA  
tudományos főmunkatársat  
(Magyar Állami Földtani Intézet)

A Központi Földtani Hivatal elnöke hazánk felszabadulásának 28. évfordulója alkalmából a

## „FÖLDTANI KUTATÁS KIVÁLÓ DOLGOZÓJA”

kitüntetésben részesítette

Dr. Faller Gusztáv osztályvezetőt  
(Nehézipari Minisztérium)

Dr. Jánossy Dénes osztályvezetőt  
(Természettudományi Múzeum)

Dr. Verő József tudományos osztályvezetőt  
(Magyar Tudományos Akadémia Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet)

Bencze Tamás főelőadót  
(Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal)

Szabó Miklós csoportvezetőt  
(Központi Földtani Hivatal)

Dr. Háhn György főelőadót  
(Központi Földtani Hivatal)

Biró Ernő igazgatóhelyettest  
(Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Dunántúli Kutató és Feltáró Üzem)

Varga Imre igazgatóhelyettest  
(Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Geofizikai Üzem)

T. Kovács Gábor csoportvezetőt  
(Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Nagyalföldi Kutató és Feltáró Üzem)

Dr. Scheuer Gyula geológust  
(Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat)  
Dr. Forbáth Lászlóné szervezőtitkárt  
(Magyarhoni Földtani Társulat)

Dr. Gondozó György  
osztályvezető-helyettest  
(Oroszlányi Szénbányák)  
Makrai László főgeológust  
(Középdunántúli Szénbányák)  
Dr. Emszt Miklós tudományos munkatársat  
(Magyar Állami Földtani Intézet)

Kéri János osztályvezetőt  
(Magyar Állami Földtani Intézet)  
Forgó László geológus technikust  
(Magyar Állami Földtani Intézet)  
Kocsis Lajos feltáró szakmunkást  
(Magyar Állami Földtani Intézet)  
Schantzl Róbert tudományos főmunkatársat  
(Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet)

Böjtös Árpád könyvtárost  
(Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet)

Kakas Kristóf tudományos munkatársat  
(Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet)

Kövári János vezetőgeológust  
(Mecseki Ércbányászati Vállalat)

Ludas Ferencné csoportvezetőt  
(Bauxitkutató Vállalat)

Benkő Imre fűrási csoportvezetőt  
(Bakonyi Bauxitkutató Vállalat)

Vajda József fűró mestert  
(Bauxitkutató Vállalat)

Dr. Némedi Varga Zoltán osztályvezetőt  
(Országos Földtani Kutató Fűró Vállalat)

Goda Lajos osztályvezetőt  
(Országos Földtani Kutató Fűró Vállalat)

Szabó Péter gk.-szerelőt  
(MTA Központi Fizikai Kutató Intézet)



## СОДЕРЖАНИЕ

- Д-р Аликвандер Едён: Будущее роторного способа бурения
- Д-р Хингл Йожеф—Лендваи Ласло—Немет Ференц—Сабо Дёрдь: Проблемы и оценка проходки глубоких скважин
- Тот Золтан: Некоторые проблемы бурения при сбалансированном давлении
- Балла Имре: Эффективность компоновки отклоняющих инструментов, применяемых при бурении наклонно-направленных скважин
- Д-р Хингл Йожеф—Тот Бела: Возможности оптимализации глубоких скважин
- Хорн Янош—Сирмаи Андраш: Развитие установок, применяемых для бурения на твердые полезные ископаемые и перспективы дальнейшего их развития в Венгрии
- Фалуши Иштван: Опыт полученный при использовании буровых станков со скоростным отбором керн (вайер-лайн)
- Мечнобер Миклош: Проходка скважин с большими диаметрами при добыче бокситов
- Вархеда Пал: Вопросы подземного разведочного бурения
- Д-р Патаки Нандор: Некоторые актуальные вопросы технологии строительства колодцев
- Фюлеп Миклош: Изменение электронно-вычислительной техники для решения задач поиска, проектирования и эксплуатации в отрасли глубокого бурения
- Молнар Дёрдь: Сотрудничество стран-членов СЭВ в производстве буровых установок для разведочного бурения
- Ковач Иштван—Штрейхер Ференц: Экономические вопросы разработки буровых установок и технологии
- Чат Бела: Бурение устья скважин глубоких термальных колодцев
- Сабо Дёрдь: Новости технологии бурения глубоких скважин



