

Nagyátmérőjű fúrások a magyar bauxitbányászatban

írta: **Mecsnóber Miklós**

A nyirádi bauxitbányák területén a Bauxitkutató Vállalat 1966 óta nagyátmérőjű rotari fúrási 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 m³, 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 m³-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 alkalmasságát 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.

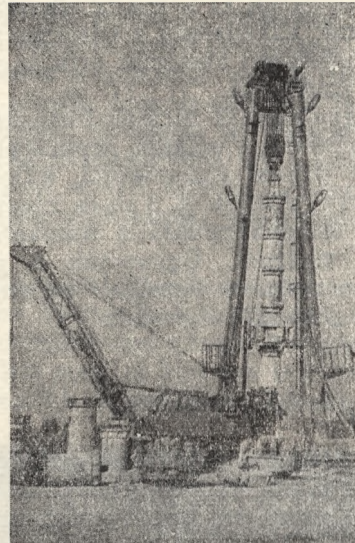
Fúróberendezés és felszerelés

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 kéttámaszú görgőkkel felszerelt fúró

lész fúróárbóc. Felállítása, 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 m³/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 megemlítenő a fordított öblítésnek megfelelően kiképzett speciális öblítőfej, a szerszámok beépítésénél alkalmazott beemelőkötelek, 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 nagyatmérőljű 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 szelvénynövekedés 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 nagyatmérőljű 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 nagyatmérőljű 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 (egytengetyűség) a biztosítása,

s az elkövetett hiba alig, vagy nehezen korrigálható (2).

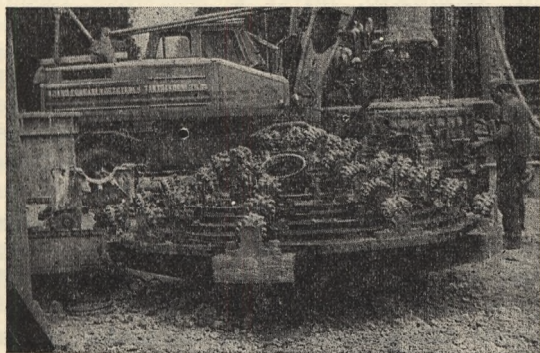
A tanulmányban részletesebben a fúrószerszám, a fúró munkája, a fúrási sebesség és a fúrólyukferdeség kérdésével kívánunk foglalkozni, elsősorban a dolomitban szerzett tapasztalatok alapján, mivel ezen kőzet képezi a lefúrt méter többségét — 54,4%-át —, ugyanakkor dolomitban leghosszabb a béléscsővezetett 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-



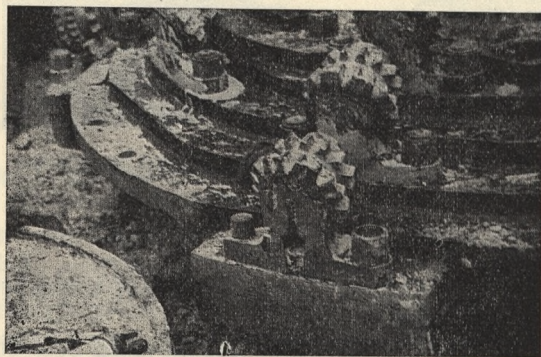
2. ábra: Egytámaszú görgőkkel ellátott 2950 mm átmérőjű fúrótést. A görgők között az excentrikus elhelyezésű szívónyílás látható

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 fúrók 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 átfúródo rétegek szélsőséges és gyakran változó mechanikai tulajdonságainak legjobban a közepkemény kőzetre kifejlesztett görgőtípus felelt meg. A lágyabb fedőben kísérleteket végeztünk egytámaszú, kis fogszámú és



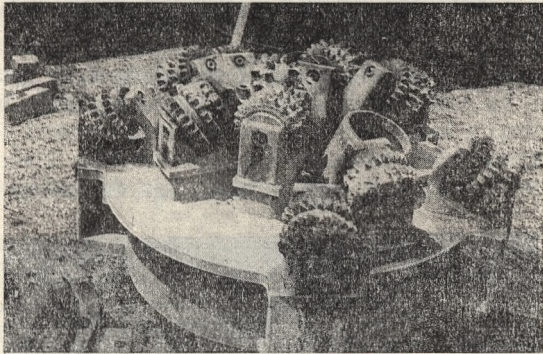
3. ábra: Jellegzetesen kopott görgő a legkülső pályán. Az egyik felfogó csavar anyája már hiányzik s a görgő hátlapja is annyira megroncsolódott, hogy a kenőanyagtér is látható

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 felfőtámasztású fúrótípus felé fordult, melynek kifejlesztéshez 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 görgőleymaradás 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 $Q = 7,5 D$ m³/perc összefüggés szolgál, ahol D a fúrólyuk átmérője m -ben. Az áramlási sebesség természetesen így nagyon alacsony: 2 m átmérőnél a becsült 15 m³/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.

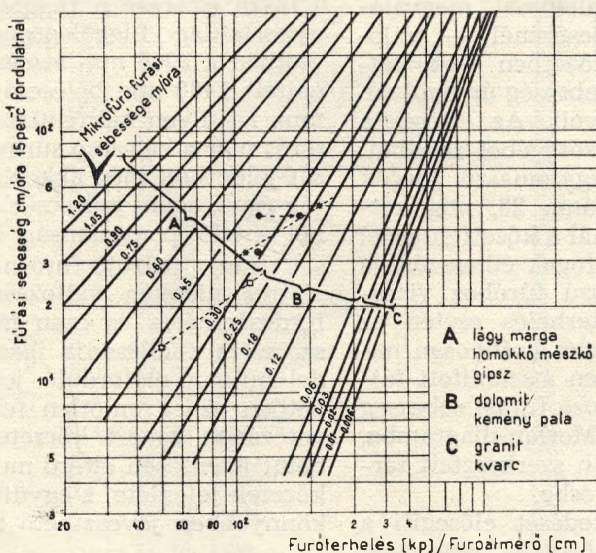
Lényegesen kedvezőbb a talptisztítás fordított öblítésnél, ahol a fúrólyuk talpán képződő törmelék gyors elsodródását, elszállítását az excentrikus elhelyezésű szívónyíláson beáramló folyadék biztosítja, melynek hatékonyságát jelentősen fokozza a fúró által keltett turbulencia. A szívónyílás fordulatonként 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 m³/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 nagyságától 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 forgatónyomatékgigény, 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 nagyátmérőjű fúrásnál. (Morlan A. E. szerint)

Saját mérések adatai dolomitban.

- 2000 mm fúró sebessége ugyan rétegekben különböző terhelésnél
- 1350 mm fúró sebessége ugyan rétegekben 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 nagyátmérőjű fúrásnál (Morlan A. E. szerint)

magábfoglaló mechanikai sajátosságok (szemcse szerkezet, 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 nagyátmérőjű 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 görgősfúróval 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 fúró 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

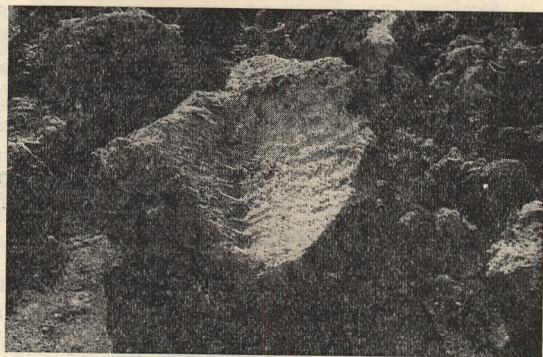
megegyező fogszám mellett a fogbehatolás elvi lehetősége is arányosan nagyobb. A kétfajta fúróval képződő szemcsenagyság méretét kemény dolomitban, azonos fúróterhelés mellett a 7. ábra jól érzékelteti.

Ferdeség

A fúróterhelést adó, a fúró közvetlen közélébe 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

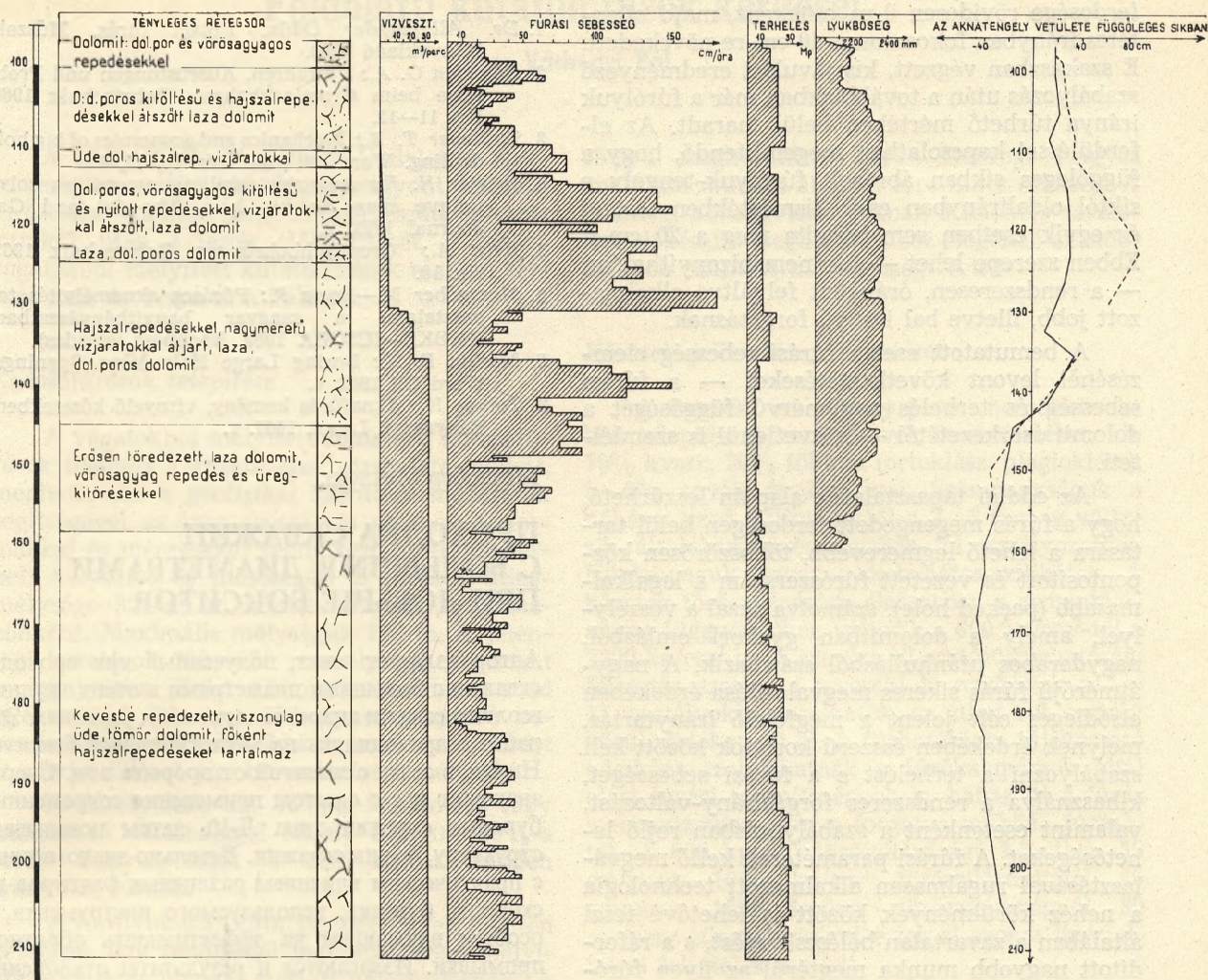
(9. ábra). Az alkalmazott vékonyhájú, de nagyátmérőjű beléscsövek merevsége miatt a fúrólyuk irányeltérése csak szűk határok között engedhető meg. Helyesebb, ha itt nem a fúrólyuk függőlegességéről beszélünk, hiszen egy 200 m-es mélységű fúrásnál a fúrólyuk talpának 1,16 m eltérése a függőlegestől csak 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 oldalszabályozó-szerszámmal 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 utánehullásból 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.